

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Водные биоресурсы и марикультура»

Козлова Г.В.

ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБ

Курс лекций
для студентов направления подготовки
35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

очной и заочной форм обучения

Керчь, 2018 г.

УДК 639.3.041.2

Составитель: Козлова Г.В., ст. преподаватель кафедры ВБ и МК ФГБОУ ВО «КГМТУ» 

Рецензент: Булли Л.И., канд. биол. наук, доцент кафедры ВБ и МК ФГБОУ ВО «КГМТУ»



Курс лекций рассмотрен и одобрен на заседании кафедры ВБ и МК ФГБОУ ВО «КГМТУ», протокол № 6 от 29.05 2018 г.

Зав. кафедрой  А.В. Кулиш

Курс лекций утвержден и рекомендован к публикации на заседании методической комиссии ТФ ФГБОУ ВО «КГМТУ», протокол № 1 от 03.09 2018 г.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Тема 1. История рыбоводства в России.....	6
1.1. История рыбоводства.....	6
1.2. Вклад российских специалистов в развитие рыбоводства.....	8
1.3. География рыбоводства в России.....	10
Тема 2. Направления и этапы эволюции развития воспроизводительной системы рыб.....	12
2.1. Воспроизводительная система Круглоротых.....	12
2.2. Воспроизводительная система надкласса Рыбы (Pisces), класса Хрящевые рыбы.....	13
2.3. Воспроизводительная система надкласса Рыбы (Pisces), класса Костные рыбы.....	15
Тема 3. Особенности развития половых желез и половых клеток рыб на различных стадиях зрелости яичников и семенников по шкале О.Ф. Сакун и Н.А. Буцкой.....	16
3.1. Общие представления о сперматогенезе и оогенезе.....	16
3.2. Стадии зрелости половых желез у самок.....	17
3.3. Стадии зрелости половых желез у самцов.....	20
Тема 4. эмбриональный и постэмбриональный периоды развития рыб (на примере карпа).....	22
4.1. Основные периоды развития рыб.....	22
4.2. Онтогенез рыб на примере карпа.....	23
Тема 5. Особенности эмбрионального, предличиночного, личиночного и малькового периодов развития осетровых рыб.....	25
5.1. Этапы эмбрионального развития.....	25
5.2. Постэмбриональное развитие осетровых рыб.....	26
Тема 6. Эмбриональный, личиночный и мальковый периоды развития растительноядных рыб и лососевых.....	26
6.1. Эмбриональный, личиночный и мальковый периоды растительноядных рыб.....	26
6.2. Онтогенез лососевых рыб.....	27
6.3. Основные объекты разведения лососевых рыб.....	28
Тема 7. Характеристика рыбоводных заводов.....	29
7.1. Биотехнический процесс и структура рыбозаводов. Основные объекты разведения осетровых рыб.....	29
7.2. Типы заводов.....	31
7.3. Основные объекты разведения осетровых рыб.....	31
Тема 8. Основные объекты разведения: лососевые, сиговые, карповые, добавочные и новые объекты рыбоводства.....	32
8.1. Основные объекты разведения лососевых рыб.....	34
8.2. Карповые, как объект разведения.....	37
8.3. Нетрадиционные объекты рыбоводства (буффало, европейский и канальный сом, щука, судак, пиленгас).....	40
Тема 9. Методы разведения рыб.....	48
9.1. Инбридинг.....	48
9.2. Аутбридинг.....	50
9.3. Методы разведения рыб.....	50
9.4. Гетерозис.....	52
Тема 10. Специальные генетические методы селекции рыб.....	53
10.1. Переопределение пола у рыб.....	53
10.2. Индуцированный мутагенез.....	56

10.3. Индуцированный гиногенез.....	58
10.4. Индуцированный андрогенез.....	59
10.5. Индуцированная полиплоидия.....	60
10.6. Трансгенез.....	61
Тема 11. Естественное воспроизводство рыб организация нерестовой компании...	62
11.1.Общая характеристика естественного воспроизводства рыб (морских, пресноводных, проходных и полупроходных).....	62
11.2. Организация нерестовой компании.....	65
11.3. Подготовительные работы на нерестовых прудах.....	67
11.4. Инкубация икры в природных условиях.....	72
Тема 12. искусственное разведение рыб. разведение карпа и растительноядных рыб в заводских условиях.....	73
12.1. Технология заводского метода воспроизводства карпа и растительноядных рыб.....	73
12.2.Бонитировка и рассадка производителей самцов и самок	73
12.3. Методы обесклеивания икры.....	76
12.4. Работы по воспроизводству растительноядных рыб.....	78
12.5.Инкубация икры в заводских условиях.....	83
Тема 13. Разведение нетрадиционных объектов рыбоводства.....	91
13.1. Разведение буффало.....	91
13.2. Разведение канального сома.....	93
13.3. Разведение щуки.....	93
13.4. Разведение судака.....	96
Тема 14. Методы транспортировки икры, личинок, молоди, производителей рыб и кормовых беспозвоночных.....	97
14.1. Перевозка икры в емкостях открытого типа.....	97
14.2. Перевозка икры в контейнерах.....	99
14.3. Перевозка спермы.....	100
14.4. Лечебно - профилактические способы и подготовка рыб для транспортировки.....	100
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	103

ВВЕДЕНИЕ

Полученные теоретические знания по дисциплине «Искусственное воспроизводство рыб» необходимы будущим специалистам ихтиологам-рыбоводам в их практической работе.

Целью дисциплины «Искусственное воспроизводство рыб» является дать студентам необходимую теоретическую базу для практической работы в рыбоводс.

Задачами дисциплины «Искусственное воспроизводство рыб» являются:

- обеспечение рационального воспроизводства рыбы на основе использования эффективных методов содержания, кормления и разведения;
- планирование и проведение научных исследований по воспроизводству объектов аквакультуры;
- изучение современного состояния и перспектив развития искусственного воспроизводства рыб;
- изучение структуры, типов рыбоводных заводов и нерестововыростных хозяйств, их сооружений и оборудования.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- периоды онтогенеза рыб;
- традиционные и генетические методы в селекции рыб;
- биологию, экологию и особенности промысла основных объектов рыболовства и рыбоводства;
- основы искусственного воспроизводства и товарного выращивания гидробионтов;
- достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в биотехнике искусственного воспроизводства ценных промысловых рыб.

Уметь:

- определять этапы эмбриогенеза;
- определять биологические параметры популяций гидробионтов;
- применять биотехнику выращивания карпа, форели, растительноядных и других рыб.

Владеть:

- методами идентификации промысловых рыб и других гидробионтов;
- навыками выполнения технологических процессов при искусственном воспроизводстве и выращивании гидробионтов;
- навыками биологического обоснования технологической схемы искусственного воспроизводства и выращивания гидробионтов.

ТЕМА 1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РЫБОВОДСТВА В РОССИИ

1.1.История рыбоводства

Из истории известно, что рыбоводство создавалось на основе опыта наблюдений за жизненными процессами рыб (питания, размножения, поведения) в природе и через копирование этих процессов в искусственных условиях содержания. В итоге работы многих поколений людей в течение тысячелетий, занимающихся рыбоводством, созданы высокоэффективные современные технологии научно обоснованного воспроизводства и выращивания пресноводных и морских рыб. Рыбоводство прогрессировало с развитием биологической науки, поэтому изучение биологических основ рыбоводства лучше начинать с истории развития зарубежной и отечественной аквакультуры.

В древнем Египте первая дамба на Ниле была сооружена 5 тыс. лет назад, и на ее основе возникли многие сотни и тысячи различных прудов, ставших накопителями влаги в пойме великой реки. Они использовались для содержания и выращивания рыбы, молодь которой отлавливали из реки. Египтяне уже в те далекие времена знали, как увеличить плодородие водоемов (Козлов, 2002), осуществляя приемы мелиорации рукотворных прудов. В Китае о рыбоводстве известно с XI века до н. э. в период династии Иня и Джоу, когда началось процветание прудового рыбоводства. Основными объектами китайского товарного рыбоводства с древних времен являются сазан, карп, белый амур, белый толстолобик, пестрый толстолобик, черный амур, черный и белый лещи, змеёголов, верхогляд, гурами, желтощек, монгольский краснопер.

С давних пор в Китае по условиям демографии требовалось хозяйственное использование каждого клочка земли и водоема любого размера. В годы средневековья для выращивания рыбы в Китае применяли технологию комплексного использования рисовых чеков и других малых водоемов, где одновременно с рыбой нагуливались утки и гуси, а в пруды для повышения плодородия вносили органические удобрения от сельскохозяйственных животных - овец, коз, свиней, крупного рогатого скота. Основной способ получения личинок и мальков рыб, предназначенных для выращивания в прудах, заключался в их отлове в реках. Римская цивилизация дала начало прудовому рыбоводству в Европе. Вначале это были piscины с морской водой, сооружаемые в зоне прилива морей и лиманов.

Рыб, зашедших на нагул в лиманы и на их участки, огражденные с помощью специальных, преимущественно каменных сооружений, а также пересаженных в просторные бассейны, содержали до осени, благодаря чему осуществлялся нагул и дополнительный прирост массы рыбы. Вблизи устья Днепра современного г. Белгород-Днестровский еще до нашей эры в Шаболатском лимане культивировали кефаль. Этот водоем используется для рыбоводства и в настоящее время. Пресноводные пруды, по свидетельству Варрона (116-22 гг. до н.э.), использовали плебеи, потому что считалось это занятием людей низкого ранга. Патриции же предпочитали культивировать морских рыб, устриц и других моллюсков.

В древней Руси в период 1340-1440 гг. действовало более 150 монастырей с принадлежавшими им рыбоводными прудами, поскольку рыба была основной пищей монахов, особенно в периоды постов. В XVI веке с увеличением размеров России страна богатела лесами и водными угодьями, увеличивалось и прудовое рыбоводство. Большую известность с давних пор имели Царицинские пруды в Москве, ведущие начало со времен царей Ивана Грозного и Бориса Годунова.

Согласно сохранившимся записям эти пруды использовались для выращивания рыбы 400 лет, причем в те времена на 1 га акватории высаживалось до 5 тыс. годовиков разных рыб. Изобретение инкубационного аппарата История сохранила нам факты, что французский аббат Реомского монастыря Дом Пеншон в 1420 г. впервые проинкубировал икру форели, взятую с мест естественного нереста и помещенную в сплетенные из ивы

инкубационные устройства. Это были примитивные длинные и узкие ящики-короба, открытые сверху, на дне которых был насыпан крупный песок и галька.

Важный вклад в искусственное воспроизводство рыб внес немецкий рыбовод-практик Стефан Людвиг Якоби (1711-1784).

В 1765 г. С.Л.Якоби использовал приемы искусственного выведения рыб из оплодотворенной икры, а также изобрел инкубационный аппарат для инкубации икры форели и лосося.

Он к тому же доказал вопреки авторитету Карла Линнея, что у рыб наружное оплодотворение, тогда как авторитет биологии того времени в 1738 г. писал, что "... ни в одном живом теле не происходит оплодотворения и питания яиц вне материнского тела". по аналогии с теплокровными животными. Линней считал, что самец выпускает сперму, а самки ее вбирают.

Итак, С.Л.Якоби первым известил об участии спермия рыб в наружном оплодотворении икры, поскольку ему на основе многочисленных опытов удалось добиваться искусственного осеменения икры, отцеженной от самок и помещенной в сосуде водой, в который затем отцеживали сперму от самцов.

Такой способ оплодотворения икры рыб в искусственных условиях приобрел широкое распространение в рыборазведении и получил название мокрый способ.

Для инкубации икры С.Л.Якоби сконструировал аппарат, представлявший деревянный ящик длиной 3 м, шириной 0,5 м и глубиной 16 см. В стенках ящика он проделал отверстия для прохождения воды, на дно уложил крупный песок и гальку. Рыбоводный аппарат опускали в канаву-протоку, отведенную от нерестового ручья.

Оплодотворенную икру размещали на дне в один слой. Во время инкубации икры, а затем развития вылупившихся эмбрионов С.Л.Якоби тщательно очищал их пером от налипших песчинок и ила.

Заслуга С.Л.Якоби в том, что он не только создал основы искусственного разведения рыб, но и описал все процессы своей работы и стадии развития икры и личинок, что послужило мощным стимулом для развития практического рыбоводства.

Интерес российских рыбоводов к искусственному воспроизводству ценных рыб был так велик, что работу прусского майора С.Л.Якоби уже всего через два года опубликовали в России в "Трудах Вольного экономического общества" в 1766 г. С этого времени резко возрос интерес к эмбриологии и рыбоводству в странах Европы. Однако основателем теории эмбриологии считают члена Петербургской Академии наук Карла Максимовича Бэра (1792-1876). На основании глубокого изучения развития рыб, амфибий и млекопитающих он обосновал общий биологический закон о самостоятельности процесса развития и созревания яиц у самок животных, независимо от процесса оплодотворения. Тем самым, писал К.Бэр: "... отпадает всякое сомнение в возможности применения метода искусственного осеменения". В конце XVIII и первой половине XIX столетия во многих европейских странах занимались искусственным оплодотворением икры щук, линей, окуней, форелей, лососей, сигов, используя открытие С.Якоби, а также усовершенствования на основе разработок французских рыбаков-рыбоводов Ж. Реми, А. Жеэна и Ж. Коста.

Созданный Жаном Коста аппарат для инкубации икры форели (рис. 3.3) получил широкую известность и использовался почти сто лет, начиная с середины XIX столетия, во многих странах Европы и России. На основе известной биотехнии в России с 1852 г. разводили лосося и выпускали в Чудское озеро с целью акклиматизации. В 1853 г. во Франции был создан первый рыбоводный завод, а год спустя, действовало 20 рыбоводных заведений. К 1859 году их количество только во Франции достигло 73. Рыбоводные заводы возникали повсеместно в Европе и в Северной Америке, поскольку появился чрезвычайно большой интерес к новой технологии с надеждой быстрого увеличения уловов ценной рыбы и экономического процветания.

1.2. Вклад российских специалистов в развитие рыбоводства

В России в июле 1856 г. в трудах "Вольного экономического общества" была опубликована статья П.Т.Малышева об искусственном разведении налимов в р. Тагиле, проведенном в 1855 г. На Урале крепостной господ Демидовых, лекарский ученик, успешно занимался рыборазведением. В 1857 г. в Нижнем Тагиле был построен рыбоводный завод. И в этом же году Парижское общество акклиматизации животных наградило П.И.Малышева золотой медалью. Одновременно с опытами П.И.Малышева работы по искусственному воспроизводству рыб осуществлял В.П. Врасский (1829-1862). В своем имении Никольском Новгородской губернии в 1856 г. он построил первый в России рыбоводный завод, действующий и в настоящее время. В бассейнах и прудах В.П. Врасский содержал палию, ряпушку, налима, стерлядь, форелей, золотых китайских рыбок, что свидетельствует и о размахе рыбоводных работ и о высоком уровне научных исследований молодого специалиста-биолога (рис. 3.4). В.П.Врасский усовершенствовал метод искусственного осеменения икры, добившись практической биотехники искусственного осеменения всей икры, получаемой от самок. В отличие от биотехники предшественников Якоби, Реми, Жеэна и Коста молоки самцов рыбы разбавлялись предварительно водой в ёмкости, куда затем добавлялась икра, отцеженная от самок.

Метод Врасского, получивший название "сухой", заключался в том, что к икре от самок, отцеженной в сухие емкости, добавлялась сперма от самцов, смешивалась с икрой, и только затем приливалась вода. Позже это метод стал называться русским методом искусственного осеменения икры рыб, а известный до этого метод получил название "мокрый" способ искусственного осеменения икры. При первом методе оплодотворяемость икры редко превышала 15-20 %, тогда как по биотехнике Врасского нормально развивающиеся эмбрионы рыб составляли 95-97%. О В.П.Врасском знали во многих странах. Он при жизни удостоился высоких почетных наград - золотых медалей Московского общества сельского хозяйства и Парижского общества акклиматизации животных. Таким образом, начало искусственного разведения рыб в современном его понимании связано с открытием в середине XIX века нашим соотечественником В.П.Врасским метода "сухого" осеменения икры рыб.

Прогресс прудового рыбоводства в России связан с именем Андрея Тимофеевича Болотова (1738-1833). Он создал систему технологий прудового рыбоводства для условий центральной России. А.Т.Болотов в 1784 г. в статье "О рыбных прудах" обосновал за сто лет до западноевропейских рыбоводов К. Николаса, И.Суста, Э. Вальтера принципы определения продуктивности прудов и их классификацию. Профессор Ф.В.Овсянников в 1869 г. успешно провел опыты по искусственному осеменению и инкубации икры стерляди на р. Волга в районе г. Симбирска.

Руководителем Никольского рыбоводного завода с 1879 г. стал Оскар Андреевич Гримм (1845-1921) - крупнейший ученый-рыбовод. Он организовал при заводе ихтиологическую, гидробиологическую и гидрохимическую лаборатории и открыл школу по подготовке рыбоводов. На рубеже XIX и XX столетий отечественные ихтиологи-рыбоводы Николай Андреевич Бородин, Иван Николаевич Арнольд, Владимир Константинович Солдатов, Александр Николаевич Державин, Арсений Арсентьевич Лебединцев, И.В.Кучин и другие трудились в разных регионах России, создавая технологии искусственного разведения осетровых, лососевых, сиговых, карповых, окуневых, и открывали новые рыбоводные предприятия.

В 1884 г. Николай Андреевич Бородин осуществил искусственное осеменение икры севрюги, а в 1891 г. - икры осетра на р. Урал. В 1901 г. он продолжил работы по искусственному разведению осетровых рыб на р. Кура, где был создан рыбоводный завод. В 1904 г. И.Н.Арнольд осуществил впервые в рыбоводной практике искусственное осеменение икры каспийского пузанка и сельди черноспинки. В 1907-1908 гг. В.К.Суворов провел опыты по искусственному осеменению и инкубации икры кеты, а в 1909 г. на Дальнем Востоке был построен лососевый рыбоводный завод, занимающийся

воспроизводством кеты и горбуши. И.В.Кучин в 1909 г. впервые проинкубировал икру белорыбицы на рыбоводном заводе на р. Уфмке (Башкортостан), где был создан небольшой рыбоводный завод. Спустя 4 года в 1913 г. он открыл Аракульский сиговый рыбоводный завод на севере Челябинской области, эффективно работающий и в настоящее время. В 1914 г. на р. Урал был построен временный осетровый рыбоводный завод, на котором проводились испытания различных инкубационных аппаратов.

В этом же году на р. Куре А.Н.Державин разработал технологию обесклеивания икры осетровых рыб путем отмывки ее в воде с использованием тонкого речного ила. Благодаря новому методу удалось добиться высокого выживания икры в процессе инкубации, что впоследствии привело к разработке альтернативных технологий удаления клейкости икры у литофильных и фитофильных рыб. С осени 1913 г. в России при Московском сельскохозяйственном институте стало действовать Отделение рыбоведения, которое впоследствии, в 1930 г. было преобразовано в Московский институт рыбной промышленности и хозяйства. В 1958 г. он был переведен в Калининград и представляет ныне Калининградский государственный технический университет. В современной Московской сельхозакадемии подготовку рыбоводов осуществляет специализированная кафедра рыбоводства. В 1918 г. в нашей стране было создано Главное

Управление рыболовства и рыбоводства - Главрыба, в ведении которого находились все рыбоводные заводы, занимающиеся производством жизнестойкого посадочного материала осетровых, лососевых и других рыб. В 1922г. Главрыбой было проведено Совещание по рыбоводству, отмечавшее, что целью рыбоводства является повышение доходности рыбного промысла на основе увеличения уловов рыбы, а рыбоводные мероприятия должны быть важной составной частью общего плана хозяйственной эксплуатации того или иного водоема. В СССР в 1934 г. в структуре управления рыбной отрасли был организован Главрыбвод, которому было передано руководство и проведение всех мероприятий по рыборазведению и регулированию рыболовства на водоемах союзного значения.

Искусственное рыборазведение, которому отводилась ведущая роль в укреплении рыбных запасов, необходимо было направить по пути интенсификации. Одним из инициаторов совершенствования рыборазведения был А.И.Березовский. Он рекомендовал расширить исследования, на основе которых разработать научно обоснованную биотехнику выдерживания производителей рыб и получения от них зрелых половых продуктов в условиях рыбоводных предприятий, проведения искусственного осеменения и инкубации икры, выращивания жизнестойкой молоди и выпуска ее на нагул в естественные водоемы, имеющие благоприятные условия для дальнейшего роста и развития. Для коренной реконструкции рыбоводства на научной основе были развернуты широкие биологические исследования, направленные на разработку новых и усовершенствование известных технологий рыбоводного процесса применительно к каждому виду рыб и региону воспроизводства.

В 30-50-е годы XX столетия были созданы десятки лабораторий в университетах, сельскохозяйственных и рыбохозяйственных вузах, в специализированных НИИ по рыбному хозяйству, в каждом из которых большое внимание уделялось проблемам искусственного воспроизводства и товарного рыбоводства. Интенсивное рыборазведение, базирующееся на производстве жизнестойкой молоди, старались сделать масштабным, чтобы обеспечить ощутимый эффект в виде постоянно возрастающего промыслового возврата.

Получение зрелых производителей являлось наиболее сложным биотехническим процессом, поскольку вне рек и нерестовых угодий нельзя заготовить необходимое количество зрелых производителей. Этот вопрос в те годы был обусловлен тем, что при развитии гидростроительства на Волге, Дону, Днепре, Волхове и других реках нашей страны, некоторые ценные виды рыб лишались мест нереста, и им грозило исчезновение.

Предвидя это, уже в 30-е годы прошлого века стали проводить научные работы по получению зрелых производителей на рыбоводных заводах.

Проведенные А.Н.Державиным на Куринском рыбоводном заводе опыты по выдерживанию производителей реофильных рыб всадках позволили выявить условия среды, благоприятствующие либо сдерживающие созревание половых желез и продуктов рыб. На их основе был разработан экологический метод стимулирования созревания гонад у реофильных рыб в заводских условиях. Одновременно в нашей стране развивалось физиологическое направление исследований по проблеме получения зрелых производителей на рыбоводных заводах под руководством Н.Л.Гербильского - профессора Ленинградского университета. Он в 30-е годы выполнил серию гистолого-физиологических исследований на леще, сазане, карпе, судаке, осетровых и установил механизм гонадотропной активности гипофиза рыб в различные периоды их годового цикла. На этой основе был создан метод гипофизарных инъекций, нашедший большое применение в практике осетроводства, заводском воспроизводстве карпа, растительноядных и других рыб. Решая проблему получения зрелых производителей рыб, специалисты осуществляли широкие исследования по разработке технологии выращивания молоди ценных промысловых рыб.

Они базировались на фундаментальных работах в области биологии размножения, роста и развития ценных видов промысловых рыб под руководством В.В.Васнецова и С.Г.Крыжановского - профессоров Московского университета. Н.Л.Гербильский, Б.Н.Казанский, И.А.Баранникова развили учение Л.С.Берга о внутривидовых биологических группах осетровых рыб, обосновали и развили ряд теоретических положений по биологии осетровых и ведению осетрового хозяйства в нашей стране. Благодаря исследованиям М.А.Летичевского создана биотехника искусственного воспроизводства белорыбицы на Нижней Волге. Исследования лососеведов Н.Д.Жуковского, Н.В.Европейцевой, Т.И.Привольнева, А.И.Смирнова, А.Н.Канидьева и многих других привели к рационализации биотехнического процесса разведения семги и тихоокеанских лососей.

В 60-70-е годы Ю.П.Алтухов и В.И.Лукияненко возглавили исследования по популяционной генетике и биохимии рыб, благодаря чему разработаны методы сохранения генетической структуры, гетерогенности популяций рыб и предотвращению их вырождения при искусственном разведении. При решении задач по интенсификации искусственного воспроизводства совершенствовалась биотехническая работа по улучшению естественного размножения и нагула рыб методами мелиорации, научное обоснование которых разработано В.И.Мейснером, А.И.Березовским, М.И.Тихим, Б.И.Черфасом. Благодаря теоретическим разработкам Л.А.Зенкевича, Б.С.Ильина, А.Ф.Карпевич были созданы основы акклиматизации рыб и беспозвоночных гидробионтов, позволившие практическим работникам осуществить крупные проекты по акклиматизации и увеличить рыбопродуктивность многих водоемов страны.

Развитие прудового рыбоводства связано с именами И.Н.Арнольда, А.Н.Елеонского, Ф.Г. Мартышева, С.П.Пахомова, В.И.Федорченко и многих других специалистов. Большой вклад в прогресс рыбоводства нашей страны внесли В.К.Виноградов, Б.В.Веригин, А.М.Багров и их коллеги, внедрившие в практику технологии культивирования растительноядных рыб и акклиматизированных с североамериканского континента буффало, канального сома, веслоноса.

1.3. География рыбоводства России

В современной России разные задачи по искусственному воспроизводству рыб и товарному рыбоводству выполняют специализированные предприятия и хозяйства:

- рыбоводные заводы - осетровые, лососевые, сиговые, продукцией которых является молодь, выпускаемая в реки, большие озера, водохранилища и моря на многолетний пастбищный нагул;
- нерестово-выростные хозяйства (НВХ) и рыбопитомники, выращивающие молодь сазана, леща, судака и др. частиковых рыб с целью пополнения их запасов в реках,

водохранилищах и внутренних морях; • прудовые товарные хозяйства, выращивающие карпа в поликультуре с растительноядными, сиговыми и др. видами;

- озерные товарные хозяйства, культивирующие в озерах карпа, судака, щуку, карасей, сиговых рыб;

- форелевые рыбоводные заводы и товарные хозяйства. Осетровые рыбоводные заводы расположены на Нижней Волге, нижнем Дону, Кубани, Оби, Енисее, Амуре и Селенге, впадающей в Байкал.

Лососевые рыбоводные заводы имеют обширную географию: они есть на территории европейской России в пределах Карелии, Ленинградской области, Мурманской, Архангельской областей и в Дагестане; в Азиатской части страны они приурочены к рекам Приморского, Хабаровского краев, Магаданской, Камчатской, Сахалинской областей, Еврейской автономной области. Сиговые рыбоводные заводы сосредоточены на Северо-Западе России, на Урале, Западной и Восточной Сибири. Форелевые заводы и хозяйства расположены на Северном Кавказе, в Ленинградской и Московской областях, в Карелии, на Урале, Алтайском крае. НВХ с 30-х годов прошлого века действуют на Нижней Волге, Дону, Кубани, пополняя запасы карповых и окуневых рыб. В последнее время нерестово-выростные хозяйства стали возникать в Сибири и Дальневосточном регионе.

В России география прудового рыбоводства подразделяется на 6 эколого-производственных зон, где действует около тысячи всевозможных хозяйств разной мощности. Все вместе они в 70-80-е годы 20 века выращивали более 200 тыс. т товарного карпа, растительноядных и других рыб. Выход рыбопродукции по интенсивной технологии достигал в южных регионах 4-5 т/га, а в центральных-1-2 т/га. Современные прудовые хозяйства Подмосковья, Северного Кавказа, Ростовской области, Краснодарского края, Центральной России, Урала, Западной Сибири на основе применения комбикормов и других методов интенсификации выращивают по 2-3 т/га рыбы в поликультуре, а без кормления выход товарной рыбы с единицы акватории, ориентированный преимущественно на естественную кормовую базу, составляет 400-600 кг/га.

Прудовая аквакультура, наряду с совершенствованием карповодства, осваивает новые биотехнологии производства осетровых, канального сома, растительноядных рыб, что повышает ее эффективность и рентабельность.

В 70-90 гг. индустриальное рыбоводство на базе садковых хозяйств водоемов-охладителей энергетических установок и бассейновых хозяйств в составе ТЭЦ, АЭС, ГРЭС, металлургических, химических и других промышленных производств, имевших в избытке чистую воду, функционировали практически во всех регионах страны. Общее годовое производство товарной пищевой рыбы превышало 30 тыс. т, а ассортимент продукции представляли ценные рыбы: карп, канальный сом, стерлядь, осетры, форель и другие объекты товарного рыбоводства.

Современные индустриальные комплексы ориентированы на выращивание высокорентабельной продукции осетровых, канального сома, лососевых и производство жизнестойкой молодежи ценных видов рыб, что позволяет им эффективно функционировать в новых экономических условиях.

Вопросы для самоконтроля:

1. Краткая история развития рыбоводства и искусственного рыборазведения.
2. Вклад в развитие рыбоводства ученых С.Л. Якоби, Ж.В. Коста,
3. Вклад в развитие рыбоводства ученых В.П. Врасского, М.Л. Гербильского.

Литература [1,3,4,6]

ТЕМА 2. НАПРАВЛЕНИЕ И ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ РАЗВИТИЯ ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РЫБ

2.1. Воспроизводительная система Круглоротых

Раздел Бесчелюстные (Agnatha), класс Круглоротые (Cyclostomata).

Круглоротые исключительно водные, чаще морские животные, но есть и пресноводные виды. Тело удлинённое, рыбообразное, нет четкого подразделения на голову, туловище и хвост, нет челюстей. Органы движения – 1-2 спинных и хвостовой плавники. Парных плавников нет, но возможно были примитивные парные плавники у ископаемых форм. Кожа голая с большим количеством одноклеточных слизистых желез, чешуя отсутствует.

В современной фауне круглоротые представлены 2 подклассами – Миксины (Muxini) и Миноги (Petromyzones).

Подкласс Миксины насчитывает 19 видов. Длина тела в среднем составляет 36-40 см, максимальная длина – до 80 см. Обитают только в морях. Вдоль тела проходит ряд хорошо развитых слизоотделительных желез, благодаря которым миксины могут выделять большое количество слизи. Это играет важную роль при внедрении в полость тела жертвы.

Размножение. Раздельнополые животные. Половые железы непарные и не имеют специальных половых протоков. Половые продукты попадают в полость тела через разрыв стенки гонады, а затем через специальные поры в мочеполовой синус (клоака), а из него через мочеполовое отверстие наружу. Оплодотворение наружное.

Миксины откладывают удлинённо-эллипсоидные яйца 20 мм. длины, одетые в прочную роговую капсулу. Яйца имеют пучки нитей для прикрепления друг к другу и субстрату. Размножаются несколько раз в жизни. Развитие происходит без метаморфоза. Личинка становится похожа на взрослую миксину.

Значение миксин: вредят рыболовству, пожирают рыбу, попавшую в сети. Добычей становятся рыбы, попавшие в сеть, на крючок или ослабленные болезнью. Если жертва оказывает сопротивление, миксина забирается к ней под жаберную крышку, выделяет слизь и жертва гибнет от удушья. Поедают добычу по одиночке и сообща. Описан случай, когда в одной треске нашли 123 миксины. Пожирая рыб, наносят серьёзный ущерб рыболовству. Пиявкоротые миксины могут съесть за 7 часов трапезы мяса рыбы в 8 раз больше собственного веса и нападают также на вполне здоровых рыб. Кроме того, они очень живучи: могут подолгу голодать и находится без воды. Миксины промыслового значения не имеют, так как не образуют заметных скоплений. Лишь в некоторых районах, например, у берегов Японии, их вылавливают в небольших количествах и употребляют в пищу.

Подкласс Миноги насчитывает 24 вида. Его представители встречаются в морских водах умеренных и тропических широтах между 30° северной широты и 30° южной широты. Кроме морских видов есть озерные и речные представители. Самые крупные миноги достигают длины 100 см, средние размеры – 40-60 см, а мелкие 20-30 см.

Размножение миног: Дифференциация гонад у миксин происходит поздно, непосредственно перед наступлением половой зрелости (поэтому ранее ошибочно считали, что миксины гермафродиты). Половые железы непарные, занимают почти всю брюшную полость и не имеют половых протоков. Половые продукты попадают в полость тела через разрыв стенки гонады, а затем через специальные поры позади анального отверстия выводятся наружу. Все миноги размножаются в пресной воде. Размножаются миноги на глубоких участках реки с быстрым течением и галечным грунтом. Во время нереста миноги собираются стайками и строят гнезда, представляющие собой ямки овальной формы. Гнездо строит самец. Истощенные после нереста миноги прячутся под камни, коряги, а затем погибают. Такой способ размножения называется моноциклическим

и характерен большинству миног. Лишь некоторые виды, непроходные популяции морской миноги, возможно, размножаются несколько раз в жизни.

Оплодотворение наружное. Личинка - пескоройка, настолько отличается от взрослой миноги, что их в 19 веке выделяли в особый род. После метаморфоза молодая минога мигрирует в море.

Примерно половина видов миног относятся к так называемым проходным видам: они живут в прибрежных районах моря, а на нерест уходят в реки (невская, каспийская, дальневосточная и др.). Ко времени нереста увеличиваются размеры спинных плавников, наступает дегенерация кишечника, исчезает желчный пузырь, прекращают функционировать железы ротовой воронки, у самок вырастает анальный плавник. В момент хода на нерест миноги не питаются и живут за счет жирового запаса. Например, у каспийской миноги (*Caspiomyzon wagneri*) в дельте Волги запас жира составляет 34% массы тела, в районе Волгограда – 20%, а на нерестилищах (раньше доходили до г. Калинина) – всего 1-2%. У совершающей более короткие миграции европейской (невской) миноги (*Lampetra fluviatilis*) запасы жира перед началом миграции составляют 16-20% массы тела. При миграции миноги двигаются медленно, проходя за сутки 8-10 км.

У европейской миноги существуют две расы: «озимые» заходят в Неву в августе-сентябре с незрелыми половыми продуктами, зимуют в реке и нерестятся следующей весной; «яровая» раса идет в Неву в мае с уже зрелыми половыми продуктами и сразу прерывает к нересту. Нерестилища, которых немного, при этом используются дважды, но в разное время. Интересно различие в репродуктивном усилии представителей разных экосистем. Постоянно обитающие в пресной воде ручьевые миноги выметывают 1,5- 2 тыс. икринок, проходные европейская и каспийская – до 20-40 тыс., проходная дальневосточная (*Lampetra japonica*) – до 50-125 тыс., но особенно высока плодовитость морской миноги – до 240 тыс. икринок.

Миноги обитают в умеренных и тропических широтах между 30° северной широты и 30° южной широты. Известно 24 вида одного семейства. Присосавшись к рыбе, минога в течение нескольких дней медленно терзает ее. Поступающие в рану жертвы выделения щечных желез миноги препятствуют свертыванию крови, вызывает разрушение красных кровяных телец и распад тканей – у рыбы меняются реологические показатели крови.

Ряд миног в пищу не используется: их яд (вырабатываемый слизистыми железами) стоек к нагреванию и сохраняет свои свойства при варке, может вызвать нарушение ЖКТ.

2.2. Воспроизводительная система надкласса Рыбы (Pisces), класса Хрящевые рыбы

Класс Хрящевые рыбы (Chondrichthyes).

Исключительно морские виды с хрящевым скелетом и отсутствием плавательного пузыря.

Класс делится на два подкласса: подкласс Пластинчатожаберные или акуловые рыбы (*Elasmobranchii*), включающих 8 отрядов акул с 220–250 ныне живущими видами и 5 отрядов скатов с 300-340 видами; и подкласс Цельноголовые (*Holocerphali*) с одним отрядом Химерообразных, включающим около 30 видов.

Половая система. Животные раздельнополые, половые органы парные, оплодотворение **внутреннее**, происходит в яйцевом.

Самцы имеют птеригоподии - «копулятивные органы»- видоизмененная задняя часть брюшного плавника. , с их помощью сперма вводится в клоаку самки. Птеригоподии способными к эректильному напряжению под влиянием адреналина. Сложенные вместе птеригоподии образуют трубчатую структуру, которая вводится в половые пути самки. Семя переносится морской водой, выталкиваемой из особых парных сифонов, расположенных по бокам совокупительного органа самца.

Половая система самцов анатомически связана с мочевыделительной системой: парные удлиненные семенники проходят через почку → парные вольфовы протоки

(мочеточник + семяпровод), мюллеровы протоки редуцируются → мочеполовой синус → клоака.

Половая система самок полностью отделена от мочевыделительной: яичники → разрыв стенки фолликула- гаметы в полость тела → мюллеровы протоки (возникают в результате расщепления протонефридиального протока на вольфов и мюллеров канал) = воронка яйцевода (соответствует нефростому головной почки) + яйцевод (в его стенках скорлуповые железы где яйцо сначала покрывается студенистой белковой оболочкой, а затем плотной рогоподобной оболочкой, часто имеющей выросты и жгуты) + «матка» (расширенный отдел) → клоака.

Яйца развиваются в «матке» (конечном отделе яйцевода). Яйца богаты желтком и очень крупные. Так у 1,5 м разнозубой акулы длина яйца 10 см, у 1 м ската – 10х6 см, у некоторых химер до 20 см. Плодовитость хрящевых рыб невелика: одновременно обычно откладывается 1-2 редко 10-12 яиц, через некоторое время откладка повторяется. Лишь полярная акула, достигающая длины 5-8 м, откладывает до 500 яиц длиной около 8 см каждое. Эмбриональное развитие идет от 7 до 14 месяцев.

У яйцекладущих видов (бычья акула, рогатая акула, китовая акула- Индийский, Тихий океан). У китовой акулы яйцо имеет 40 см. в диаметре. «оплодотворенное яйцо», спускается по яйцеводу, проходит через белковую и скорлуповые железы и одевается оболочками, образующими твердую скорлупу. Затем яйцо откладывается на дно.

У яйцеживородящих видов (Тигровая акула, самка приносит около 50 детенышей размером по 40 см.), к которым принадлежит большая часть современных акулобразных, оплодотворенное яйцо остается в заднем отделе яйцевода (в «матке» вплоть до рождения молоди. У некоторых скатов (хвостоколы) происходит своеобразное кормление развивающегося эмбриона: стенки матки образуют выросты, проникающие в ротовую полость эмбриона и выделяющие питательную жидкость.

Наконец, у живородящих акул развитие эмбриона происходит в матке, но имеется подобие детского места - плаценты, служащее для питания зародыша за счет материнской крови (куньи акулы, молот-рыба) можно говорить о живорождении. Зародыш после использования желтка прирастает к стенке матери.

Для хрящевых рыб характерна тесная взаимосвязь выделительной и репродуктивной систем. Стратегия размножения этих рыб своеобразна: они формируют сравнительно немногочисленные яйца, но крупные, переполненные желтком, хорошо защищенные плотной рогоподобной скорлупой, а у многих живородящих (включая катрана) - даже телом матери. При этом не обходимо внутреннее оплодотворение, с чем связано существование у самцов копулятивных органов. Все это обеспечивает высокую выживаемость потомства.

Продолжительное существование эмбриона под защитой тела матери или плотной скорлупы создаёт проблему удаления конечных продуктов белкового распада, поскольку вымывание аммиака через жабры, которое имеет место у свободно плавающих рыб, в этом случае невозможно. Толерантность эмбрионов к высокой концентрации мочевины передаётся и взрослым животным, которые за её счёт поддерживают высокое осмотическое давление крови и тканевой жидкости.

2.3. Воспроизводительная система надкласса Рыбы (Pisces), класса Костные рыбы

Класс Костные рыбы (Osteichthyes)

Костные рыбы населяют практически все водоемы земного шара, толщу морей и океанов, разнообразны пресные воды, даже пересыхающие и пещерные. Размеры от очень мелких рыбок 1,5–2 см до 3–5,5 м весом 0,5–1,5 т. Но подавляющее большинство обычно до 1 м длины. Общее число видов около 20 тыс., т.е. это самый многочисленный класс позвоночных (и хордовых) животных. Характеризуются в той или иной мере развитым костным скелетом.

Класс включает 2 подкласса: подкласс Лопастеперых (Sarcopterygii) с 2 надотрядами Кистеперых и Двокодышащих рыб; и подкласс Лучеперых (Actinopterygii), включающих Хрящевых ганоидов, Костных ганоидов и Костистых рыб. Костистые рыбы объединяют 30-40 отрядов и определяет подавляющее видовое разнообразие класса.

Подкласс Лучеперые. Отряд Осетрообразные.

Строение мочеполовой системы осетровых рыб занимает промежуточное положение между хрящевыми и лучеперыми рыбами. Для всех осетровых рыб характерно наружное оплодотворение и откладка большого количества икры, а также отсутствие клоаки. Оба эти признака связывают осетровых с костистыми и другими лучеперыми рыбами. С другой стороны, у них имеются яйцеводы, открывающиеся воронками в полость тела, что объединяет осетровых с хрящевыми, двоякодышащими рыбами и наземными позвоночными.

Осетровые рыбы относятся к группе долгоживущих и поздносозревающих рыб полициклических рыб. Пришедшие в текучее состояние (овулировавшая икра) половые продукты освобождаются из гонад и попадают в полость тела, откуда проникают в выводные протоки через "воронки" и выбрасываются во внешнюю среду в процессе нереста небольшими порциями. Для полного извлечения требуется несколько часов, что трудоемко и не технологично, при этом снижается качество последней порции икры.

Учитывая эту особенность, при создании маточного стада важным моментом является прижизненный отбор икры. Анатомическое строение мочеполовой выводной системы осетровых отличается от таковой других видов рыб, в связи с чем данный способ пригоден именно для осетровых рыб.

Яичники осетровых не имеют собственной полости и овулировавшая икра попадает непосредственно в полость тела. Перед тем, как попасть во внешнюю среду яйцеклетки должны пройти через яйцеводы. Яйцеводы осетровых представляют собой две длинные трубки, расположенные по бокам брюшной полости. Собственно яйцеводами являются лишь передние участки этих трубок, а остальные их части являются мочеточниками. Воронки яйцеводов значительно удалены от генитального отверстия.

Поэтому у осетровых нельзя сцедить всю овулированную икру сразу. Массаж живота от головы к хвосту приводит к выдавливанию икры только из яйцеводов, после чего их стенки спадаются, и дальнейшее сцеживание оказывается невозможным. После надреза каудального участка одного из яйцеводов овулировавшая икра может поступать к генитальному отверстию непосредственно из полости тела, минуя яйцеводы, что позволяет ее сцеживать.

Половая система костистых рыб по сравнению с хрящевыми и древними костными рыбами упрощена, но способна производить большое число гамет. Два удлинённых семенника (их часто называют молоками) находятся под почками по бокам плавательного пузыря. Семя выходит не через вольфов канал, а через короткую трубку, образованную оболочкой семенника. Оба семяпровода открываются наружу общим половым отверстием сзади анального и мочевого отверстий или общим мочеполовым отверстием. Яичники (их обычно два) в период размножения представляют собой объемистые мешки, наполненные икрой, которая выходит наружу не через мюллеровы каналы (они редуцируются), а через короткие трубки, идущие от половых желез и открывающиеся наружу самостоятельным отверстием или в общее мочеполовое отверстие.

Следовательно, созревшие яйцеклетки не попадают в полость тела, а быстро выходят из тела самок. Оплодотворение у подавляющего большинства видов костных рыб наружное. Внутреннее оплодотворение, а также живорождение свойственно сравнительно немногим представителям этого класса. В связи с наружным оплодотворением масса гамет, зигот и мальков погибает. Поэтому плодовитость костных рыб очень велика. Например, карп производит более 1 млн икринок, щука — около 1 млн, палтус — 2—3,5 млн, треска — до 1 млн.

Созревание половых желез зависит от разных факторов — внутренних и наружных. Ускоряющее воздействие на созревание половых желез оказывают гормоны гипофиза.

Половая система совершенно отличается от половой системы хрящевых рыб.

Мужская половая система: парные мешкообразные семенники (сумма семенных канальцев) → самостоятельные семявыносящие протоки - семяпроводы → общее половое отверстие. Таким образом, у самцов костных рыб вольфовы каналы несут только функцию мочеточников.

Таким образом, в разных группах рыб вклад в каждый акт размножения значительно различается. Здесь следует определить главное экологическое понятие, связанное с размножением – репродуктивное усилие. Репродуктивное усилие – это вклад организма в каждый данный акт размножения. В идеальном случае оценка репродуктивного усилия включает не только затраты вещества и энергии, но и цену риска, связанного с интенсивностью очередного размножения.

Репродуктивная стратегия как мы видим может значительно отличаться, но в целом она во всем органическом мире имеет 2 варианта с огромным числом разнообразных проявлений. Это r- стратегия и K-стратегия. r-стратегия подразумевает максимальный вклад вещества и энергии в размножение, что произвести как можно больше потомков в короткий срок. При K-стратегии количество потомков невелико, но они крупные и существуют разнообразные способы заботы о потомстве. Конечно о каждом конкретном организме можно говорить как о K- или r-стратеге только при сравнении с другими организмами. Тем не менее тип репродуктивной стратегии является результатом эволюции вида и определяется теми экологическими условиями в которых вид формировался и существует в данный момент.

Вопросы для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте воспроизводительную систему круглоротых.
2. Охарактеризуйте воспроизводительную систему хрящевых рыб.
3. Охарактеризуйте воспроизводительную систему костных рыб.
4. Дайте определение понятиям репродуктивное усилие и репродуктивная стратегия. Литература [1,3,4,6,7].

ТЕМА 3. ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЛОВЫХ ЖЕЛЕЗ И ПОЛОВЫХ КЛЕТОК РЫБ НА РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ЗРЕЛОСТИ ЯИЧНИКОВ И СЕМЕННИКОВ ПО ШКАЛЕ О.Ф. САКУН И Н.А. БУЦКОЙ

3.1. Общие представления о сперматогенезе и оогенезе

Под влиянием факторов внешней среды (в основном температуры и наличия пищи) развитие половых клеток может ускоряться или замедляться, а в некоторых случаях и приостанавливаться.

Развитие женских половых клеток (оогенез) и мужских половых клеток (сперматогенез) – длительный и сложный процесс. Каждая половая клетка, прежде чем она окончательно созреет, должна пройти в своем развитии ряд стадий. При этом различают два процесса:

1-й – период до достижения половой зрелости, начиная от возникновения первичных половых клеток и кончая образованием зрелых половых продуктов;

2-й – периодическое созревание определенной части половых продуктов в течение межнерестового периода (после достижения половой зрелости). Первый процесс более длительный, чем второй и у разных видов рыб занимает разное время. Продолжительность второго процесса также различна у разных видов. Так, многие карповые, судак и др. виды размножаются обычно ежегодно, а осетровые только через 3-5

лет (в отдельных случаях через 9 лет). Исключение составляют тихоокеанские лососи, которые после размножения погибают.

Стадии зрелости половых желез можно определять при помощи разработанных для каждой группы рыб, так называемых шкал зрелости. О.Ф. Сакун и Н.А. Буцкая разработали две универсальные шкалы для всех наших промысловых групп рыб. Первая шкала отражает общий ход созревания половых продуктов у самок, а вторая - у самцов. Эти шкалы позволяют определять стадии зрелости половых желез по их внешнему виду и гистологическому строению. На основании этих 2-х шкал разработана единая универсальная шкала зрелости половых желез самок и самцов с кратким описанием оогенеза и сперматогенеза.

При изучении процессов размножения рыб особенно возросла необходимость изучения половых циклов и точного определения стадий зрелости рыб в водоемах, режим которых подвергается глубоким изменениям в процессе их освоения.

Нарушение условий миграции, размножения, нагула рыб влечет за собой нарушение полового цикла, изменение образа жизни рыб, их поведения. Поэтому возрастает необходимость точной характеристики изменений, происходящих в половых железах рыб в течение всего полового цикла. Стадии зрелости половых желез можно определить при помощи разработанных для каждой группы рыб так называемых шкал зрелости

О.Ф. Сакун и Н.А. Буцкая (1963) разработали две универсальные шкалы для для всех промысловых рыб.

Первая - отражает общий ход созревания половых продуктов у самок, а вторая - у самцов. Значение этих шкал: позволяют определить стадии зрелости половых желез по: их внешнему виду гонад

При макроскопическом изучении состояния половых желез принимают во внимание:

- размер;
- форму;
- цвет;
- упругость;
- степень развития кровеносных сосудов;
- форму и прозрачность икринок;
- степень легкости выделения половых продуктов;
- гистологическое строение.

Гистологический анализ гонад дает наиболее правильное представление о тех процессах, которые протекают в половых железах рыб.

Т.е. исследуются макро- и микроскопические особенности репродуктивных органов.

3.2. Стадии зрелости половых желез у самок

I стадия (ювенальная) от лат. юный. - не половозрелые молодые особи. Половые железы имеют вид тонких прозрачных (иногда сероватого, желтоватого или розового цвета) тяжей, прилегающих к стенкам полости тела. Кровеносные сосуды на их поверхности не видны или слабо заметны.

Половые клетки у самок представлены оогониями. Оогонии - это первичные половые клетки, которые образуются у самок рыб из зачаткового эпителия в течение всей жизни. Эти клетки имеют округлую форму и очень небольшие размеры, поэтому их нельзя обнаружить невооруженным глазом, а можно лишь рассмотреть на гистологических препаратах при сильном увеличении под микроскопом. Они прозрачны и содержат относительно крупное ядро, окруженное тонким слоем цитоплазмы.

Оогонии развиваются и делятся митозом, что приводит к увеличению их численности и создает резервный фонд половых клеток. Этот период в развитии половых клеток называется периодом деления оогоний. Затем часть оогоний перестает делиться,

проходит период ядерных преобразований (так называемого синаптного пути) и начинает увеличиваться в размерах - расти. При этом меняются ядерно-цитоплазматические отношения. Половые клетки в период роста носят название ооцитов. Рост молодых ооцитов идет за счет увеличения количества протоплазмы - этот период в их развитии называется периодом протоплазматического, или малого, роста.

Эта стадия наблюдается один раз в жизни у неполовозрелых особей.

II стадия – (стадия покоя) - созревающие особи или особи с развивающимися половыми продуктами после нереста. Яичники прозрачны и почти бесцветны.

Вдоль них проходит крупный кровеносный сосуд, дающий боковые ответвления. В яичниках некоторых рыб (например, у осетровых) имеется большое количество жировой ткани. При рассматривании яичников через лупу хорошо различимы ооциты периода протоплазматического роста, которые составляют основную массу половых клеток. Много ооцитов проходят конечные фазы этого периода. Они имеют крупные размеры за счет увеличившегося ядра и объема протоплазмы. Отдельные ооциты закончили протоплазматический рост, их можно уже различить невооруженным глазом. Вокруг ооцитов закладывается слой фолликулярных клеток, образующихся из зародышевого эпителия яичников.

Это начало формирования фолликулярной оболочки. Наряду с ооцитами, прошедшими период протоплазматического роста, в яичниках присутствуют также оогонии и ооциты начальных фаз периода протоплазматического роста. Эти половые клетки представляют резервный фонд, который может быть использован организмом самки полициклических рыб (нерестящихся несколько раз в течение жизни) после будущего нереста в следующем цикле созревания половых продуктов.

III стадия – (стадия созревания) половые железы хорошо развиты. Яичники теряют прозрачность занимают от трети до половины объема брюшной полости и содержат ооциты, видимые невооруженным глазом.

Ооциты растут не только за счет увеличения объема протоплазмы, но и в результате накопления в цитоплазме питательных или трофических веществ, представленных зернами (гранулами) желтка и каплями жира. Диаметр клеток увеличивается.

Этот период в развитии ооцитов назван периодом трофоплазматического (трофопитание), или большого, роста. Или вителлогенез. Желток может иметь эндогенное или экзогенное происхождение. Важно отметить, что большая часть желточных белков имеет экзогенное происхождение.

Белок синтезируется в печени самок рыб под воздействием эстрогенных гормонов, является гликофосфолиппротеидом. За ним закрепилось название вителлогенин. Он поступает с кровью к яичникам, а затем в ооцит путем микропиноцитоза. Внутри ооцита пиноцитозные гранулы сливаются друг с другом, образуя желток.

К концу периода роста ооциты достигают размеров, во много десятков раз превышающих исходные размеры оогоний. (иногда в 80 раз) Ооциты при этом становятся непрозрачными, мутными и приобретают за счет жировых капель и гранул желтка окраску от светло-желтой с различными оттенками до ярко-оранжевой. Соответственно изменяется и цвет яичников.

У осетровых благодаря накоплению в поверхностном слое цитоплазмы мелких гранул буровато-черного пигмента ооциты приобретают характерную для них темную окраску.

Кроме жировых капель и гранул желтка, в ооцитах костистых рыб появляются вакуоли, содержащие вещество углеводной природы. У осетровых эти вещества откладываются в ооцитах в виде мелких гранул, а вакуолей в них не образуется, кортикальные гранулы, участвуют в кортикальной реакции, защищая яйцеклетку от избыточного количества спермиев.

На этой стадии формируются оболочки ооцита. Данный процесс начинается с образования микроворсинок на поверхности ооцита. У основания микроворсинок появляется тонкий слой гомогенного бесструктурного материала. Этот слой образуется в непосредственном контакте с поверхностью ооцита и на некотором расстоянии от фолликулярных клеток.

На протяжении периода вителлогенеза завершается развитие яйцевых оболочек. Лучистая оболочка (*zona radiata*). Становится шире, в ней имеются канальцы с микроворсинками ооцита. Сверху нее - вторичная оболочка – хорион, продуцируется фолликулярными клетками. Затем - фолликулярная оболочка. Яйцевые оболочки у костистых рыб плотные и для сперматозоидов не проницаемы. В период вителлогенеза формируется микропиле.

Период вителлогенеза отличается спецификой у рыб различных таксонов, что используют для уточнения систематического положения.

Строение яйцевых оболочек рыб тесно связано с экологией нереста. Так, у рыб, икра которых после вымета развивается в толще воды, где возможность травмирования и гибели яиц от механического воздействия со стороны окружающей среды незначительная и требуется максимальное облегчение яиц для обеспечения хорошей их плавучести, ооциты имеют весьма простое строение оболочек, представленное одной лишь *zona radiata* или дополнительно покрытой сверху очень тонким гомогенным слоем.

У рыб, которые мечут икру на грунт и растения в придонных слоях воды, где вероятность повреждения яиц от механического воздействия окружающей среды большая, ооциты имеют *zona radiata* и наружную оболочку или же вместо последней выросты на *zona radiata*. Когда яйцо попадает в воду, наружная оболочка, или выросты, набухают, приобретает клейкость и является приспособлением для прикрепления яйца к субстрату.

Очень сложно устроены оболочки у осетровых у них имеются две лучистых зоны, между ними пространство. Это структура является хорошим амортизатором.

Таким образом, III стадия зрелости яичников характеризуется наличием ооцитов периода трофоплазматического роста. Вместе с тем в яичниках полициклических рыб присутствуют и половые клетки резервного фонда, состоящего из оогоний и ооцитов периода протоплазматического роста.

IV стадия (стадия зрелости) яичники крупные, достигли или почти достигли полного развития и занимают большую часть полости тела.

Цвет яичников у разных рыб неодинаков. Обычно он желтый с различными оттенками или оранжевый, а у осетровых рыб - серый или почти черный в зависимости от степени пигментации ооцитов. В яичниках присутствуют ооциты, закончившие трофоплазматический рост и предназначенные для вымета во время предстоящего нереста.

Икринки достигают максимальных размеров, характерных для данного вида. Характерной особенностью костных рыб является миграция ядра, занимавшего до этого центральное положение к анимальному полюсу, ближе к микропиле. Это явление называется поляризация. В процессе смещения ядра в ооците ядро и желток располагаются полярно. На одном полюсе (анимальном) находятся ядро и основная масса цитоплазмы, на другом (вегетативном) - желток. Затем происходит частичное или полное слияние желтка с жиром и ооциты становятся прозрачными.

Яичники полициклических рыб содержат наряду с этими половыми клетками оогонии и ооциты протоплазматического роста, составляющие резервный фонд. Костистые рыбы имеют одно микропиле, у осетровых рыб их несколько. Микропиле - это канал, пронизывающий радиально-исчерченную оболочку, а также и студенистую оболочку, если последняя имеется у ооцита. Этот канал представляет собой воронкообразное углубление поверхности оболочки (оболочек), которое переходит в короткий концевой каналец, открывающийся в цитоплазму на внутренней стороне радиально-исчерченной оболочки.

V стадия - текучие половые продукты. Происходит овуляция, выход ооцитов из фолликула. При поднятии рыб за голову или при легком надавливании на их брюшко икра и сперма свободно вытекают из полового отверстия. В течение этой стадии завершается подготовка ооцитов к оплодотворению. У ооцитов осетровых рыб ядрышки ядра растворяются, а его оболочка приобретает складчатость на вегетативной стороне, через которую кариоплазма частично выходит в цитоплазму. В этой части ооцита образуется большая лагуна, которая заполнена материалом, не содержащим желточных гранул.

Ядро быстро уменьшается в размерах. Кариоплазма большей частью перемешивается с цитоплазмой, а незначительная ее часть сохраняет островки, образующие разветвленную сеть. Затем процесс мейоза вступает в завершающую фазу - оболочка ядра растворяется и начинаются мейотические деления. После этого зрелые ооциты рыб освобождаются от фолликулярной и соединительно-тканной оболочек. Фолликулы разрываются, и ооциты у большинства рыб выпадают в полость яичников, а у лососевых и осетровых рыб, имеющих незамкнутые яичники, - в полость тела.

Разрыв фолликул и выход икринок в полость яичников или полость тела (процесс овуляции) у одних рыб протекают синхронно, у других носят растянутый характер (несколько часов или даже суток). Лопнувшие фолликулы остаются в яичниках, где они в дальнейшем рассасываются. Яичники полициклических рыб содержат, кроме лопнувших фолликул, также резервный фонд половых клеток.

VI стадия (выбой)- посленерестовое состояние половых желез. Половые продукты выметаны.

Яичники небольшого размера, дряблые и воспаленные. Они часто имеют багрово-красный цвет от кровоизлияний, возникших при разрыве фолликул. Присутствующие в яичниках опустевшие фолликулы и оставшиеся не выметанными единичные зрелые икринки рассасываются. Этот процесс называется резорбцией.

Продолжительность резорбции зависит от температуры содержания рыбы. После этого в яичниках полициклических рыб остается лишь резерв незрелых половых клеток, отсутствующий у моноциклических рыб, которые нерестятся только один раз в жизни (например, тихоокеанские лососи). Состав половых клеток резервного фонда у полициклических рыб соответствует II стадии зрелости яичников, поэтому новый половой цикл начинается у них со II стадии зрелости яичников.

3.3. Стадии зрелости половых желез у самцов

I стадия - не половозрелые молодые особи. Семенники имеют вид тонких, прозрачных тяжей. Эта стадия присуща только молодым, неполовозрелым самцам. Половые клетки самцов представлены сперматогониями. Сперматогонии - это первичные половые клетки, которые образуются у самцов рыб из перитонеального эпителия. Они имеются у самцов в любое время года и на любой стадии полового цикла. Сперматогонии - самые крупные половые клетки в семенниках, округлой формы и с большим ядром, окруженным широким слоем цитоплазмы.

II стадия - созревающие особи или особи с развивающимися половыми продуктами после нереста. Семенники имеют вид округлых тяжей или тонких лент сероватого или бело-розового цвета.

У некоторых видов, например у проходных сельдей и лососей, вследствие хорошего развития кровеносных сосудов семенники приобретают оттенки от розового до багрово-красного. Половые клетки у самцов представлены сперматогониями в состоянии размножения. Сперматогонии несколько раз делятся, увеличиваясь при этом в числе и уменьшаясь в размерах. Вследствие этого из каждой исходной сперматогонии образуется группа более мелких сперматогоний, окруженных общей оболочкой. Такие группы половых клеток носят название цист. В результате размножения сперматогонии семенники увеличиваются в размерах, теряют прозрачность и становятся мутными.

III стадия - половые железы хорошо развиты. Семенники на III стадии зрелости значительно увеличиваются в объеме, они плотные и упругие. Цвет семенников в начале

этой стадии - розовато-серый, а в конце - желтовато-белый. Семенные каналцы заполнены цистами с половыми клетками. Сперматогонии, пройдя на II стадии зрелости семенников период размножения, вступают в период роста и превращаются в сперматоциты 1-го порядка (рис. 8). Эти клетки несколько увеличиваются в размерах и подвергаются сложным ядерным преобразованиям, играющим важную роль в наследственности. Затем мужские половые клетки вступают в период созревания и дважды последовательно делятся.

Идет активный сперматогенез. В результате деления из каждого сперматоцита 1-го порядка возникают сначала два сперматоцита 2-го порядка, а потом четыре сперматиды, отличающиеся от исходных клеток меньшими размерами, относительно большим ядром, которое окружено очень тонким слоем цитоплазмы. В процессе двух делений число хромосом в сперматиде уменьшается вдвое. Это явление связано с наследственностью. Образовавшиеся сперматиды вступают в период формирования и постепенно превращаются в зрелые сперматозоиды (рис. 9). Головка у сперматозоидов разных видов рыб неодинакова по своей форме. У одних видов рыб форма головки шаровидная, яйцевидная или желудеобразная (большинство костистых рыб), у других палочковидная (осетровые и некоторые костистые рыбы).

Основную массу головки сперматозоида составляет ядро. На передней части головки сперматозоида осетровых рыб находится небольшое тельце - акросома, имеющее форму шапочки, которая отсутствует у большинства исследованных сперматозоидов костистых рыб. К задней части головки примыкает средняя часть сперматозоида, в образовании которой принимают участие клеточный центр и митохондрии сперматиды. Средняя часть переходит в хвост, который образован осевой нитью, окруженной слоем цитоплазмы и покрыт снаружи поверхностной плазматической мембраной. Хвост осуществляет двигательные функции сперматозоида. После образования в цистах сперматозоидов оболочка цисты разрывается, и они свободно лежат в семенном каналце.

Сперматозоиды неподвижны в спермиальной жидкости и приобретают подвижность только в воде. Это самые мелкие клетки из всех исходных половых клеток, содержащихся в семенниках. Так, у сазана диаметр исходных сперматогоний равен 14 мкм, а диаметр только головки зрелого сперматозоида - 1,5 мкм. Общая длина сперматозоида у севрюги, белуги и осетра около 50 мкм.

Таким образом, в семенниках III стадии зрелости вначале присутствуют сперматогонии, сперматоциты 1-го и 2-го порядков и сперматиды, а в конце этой стадии появляются группы зрелых сперматозоидов. Если разрезать семенник лезвием бритвы, то края разреза не оплывают, а остаются заостренными. В начале III стадии зрелости семенников лезвие бритвы остается чистым, а в конце ее, в связи с появлением первых групп сперматозоидов, на нем содержатся беловатые следы спермы.

Семенники на IV стадии зрелости достигают наибольшей величины. Они имеют молочно-белый цвет. При разрезании семенника его края оплывают, закругляются и на срезе выступает капля густой спермы. На этой стадии зрелости завершается сперматогенез.

В семенных каналцах семенников содержатся зрелые сперматозоиды, вышедшие из цист (рис. 11). Семенники содержат также и запасной фонд половых клеток, представленных сперматогониями. При надавливании на брюшко рыбы, как и при разрезании ее семенника, из генитального (полового) отверстия появляется капля спермы, имеющей консистенцию густой сметаны. У двоякодышащих и хрящевых рыб аппарат Гольджи формирует акросому. У костистых рыб акросома отсутствует.

V стадия - текущие половые продукты.

На V стадии зрелости семенников образуется семенная жидкость, которая сильно разрежает концентрацию сперматозоидов и вызывает их вытекание. Сперма имеет консистенцию молока или жидкой сметаны. Семенники мягкие на ощупь. По мере вытекания спермы размер семенников постепенно уменьшается.

VI стадия - посленерестовое состояние половых желез. Половые продукты выметаны. Семенники уменьшились в размерах, сжались и имеют вид тонких вялых тяжей. Сперма отсутствует в семенных канальцах. Кровеносные сосуды семенников расширены. Цвет семенников - розоватый или буроватый. При разрезании семенника появляется небольшое количество желтоватой жидкости. После этой стадии семенники полициклических рыб переходят во II стадию зрелости, ибо содержащиеся в них сперматогонии вступают в период размножения, и начинается новый половой цикл.

Вопросы для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте овогенез рыб на различных стадиях зрелости.
2. Охарактеризуйте сперматогенез рыб на различных стадиях зрелости.
3. В чем заключается принципиальное отличие овогенеза у полициклических рыб с единовременным и порционным икрометанием, и как обозначаются стадии зрелости половых желез у самок после вымета первой, второй и третьей порции.

Литература [1,3,4,6,7].

ТЕМА 4. ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ И ПОСТЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ РЫБ (НА ПРИМЕРЕ КАРПА)

4.1. Основные периоды развития рыб

В процессе жизни рыб неоднократно изменяются их биологические особенности и взаимоотношения со средой. Некоторые преобразования совершаются очень быстро (иногда за несколько часов) и при этом все системы органов меняются почти одновременно. Между такими скачкообразными преобразованиями рост и другие изменения рыб происходят почти незаметно. Такие промежутки относительной стабильности развития В.В. Васнецов назвал этапами.

Этап – это промежуток времени в развитии рыбы, в течение которого происходят медленные, постепенные изменения количественных показателей, но не совершаются принципиальных преобразований ни в строении, ни в физиологии, ни в поведении рыбы, изменяющих её отношение к среде. Длительность этапов не одинакова – от нескольких дней до 3-х и более лет, в зависимости от условий среды, в которых находится рыба. Переход одного этапа в другой совершается скачкообразно.

Группы этапов, объединенные общим фактором приспособления организма рыбы, составляют периоды развития её жизни. Этапы в свою очередь состоят из отдельных стадий – произвольно выбранных моментов в развитии, имеющие свои качественные особенности (например, стадия образования 2-х или 4-х бластомеров).

У рыб выделяют 7 периодов развития:

эмбриональный – от момента оплодотворения до выклева, развитие идет внутри икринки;

предличиночный – с момента выклева до перехода на смешанное питание;

личиночный – с начала смешанного питания до полного перехода на внешнее питание;

мальковый – до момента, когда молодь приобретает все морфологические характеристики взрослых особей;

ювенальный – до начала функционирования половых желез;

зрелость – отрезок времени, когда организм активно продуцирует половые клетки;

старость – угасание половой функции.

Общепринятым является также деление развития рыб на эмбриональный период развития и постэмбриональный период. Некоторые исследователи выделяют ещё ранний постэмбриогенез, являющийся частью понятия постэмбриогенез

Под ранним постэмбриогенезом они понимают период развития рыб от начала активного питания (личинка) до формирования особей с характерными признаками, присущими для вида (малька).

Рыбы с весенне-летним нерестом (многие карповые и др.) характеризуются относительно коротким периодом эмбриогенеза, когда питание зародыша Эмбриональный и постэмбриональный периоды развития карповых рассмотрим на не-зимним нерестом характеризуются относительно продолжительным периодом эмбриогенеза (лососевые, сиговые, форель и др.) примере карпа. Карп откладывает икру на растительность в стоячей или слабо проточной воде, при температуре 17°C и выше, (то есть весной). Икра обычно желтого цвета, средним диаметром 1,5-1,8 мм. По количеству цитоплазмы занимает одно из первых мест среди икры рыб семейства карповых. Оболочка икры клейкая. Продолжительность развития икры крапа до выхода из оболочки эмбрионов зависит прежде всего от температурных условий. Для развития икры и выклева карпа необходимо 60-80 градусо-часов.

4.2. Онтогенез рыб на примере карпа

Эмбриональный период развития карпа состоит из семи этапов.

Первый этап – образование первитилинового пространства и бластодиска.

Активизация икринок, вызванная оплодотворением, приводит к глубоким изменениям обмена веществ. Наступает резкое обводнение икринок, относительное содержание сухих веществ снижается с 30 до 10-12% и примерно в таком количестве остается до выклева эмбриона. Содержание гликогена – основного источника энергии в период образования бластодиска уменьшается в два раза, а величина АТФ снижается почти в три раза.

Второй этап – дробление бластодиска от 2-х бластомеров до бластулы.

Бластула – это своеобразное многоклеточное образование. Процесс дробления сопровождается значительными внутренними затратами. За период второго этапа АТФ снижается почти в два раза.

В рыбоводной практике на стадиях 4-8 бластомеров второго этапа дают оценку качества икры по нормальному дроблению. На стадиях дробления от 4-8 бластомеров до ранней морулы определяют процент оплодотворения.

Третий этап – обрастание желтка бластодермой, гастрюляция и формирование зародыша.

Появляется зародышевый валик, который на стадии замыкания желточной пробки очень хорошо виден. У тела зародыша заметен расширенный головной отдел. Образуются три зародышевых пласта: эктодерма, мезодерма, энтодерма. Процесс гастрюляции наиболее уязвим к воздействию факторов внешней среды. Гастрюляция всегда сопровождается повышенной гибелью икры. Поэтому учет её отхода целесообразно проводить после прохождения этой стадии, а не раньше.

Четвертый этап – дифференциация головного и туловищного отделов зародыша.

Наблюдается утолщение головной и хвостовой части зародыша. Начинается сегментация тела, происходит образование слуховых и глазных пузырьков.

Пятый этап – обособляется хвостовой отдел и зародыш начинает двигаться.

В результате обособления хвостового отдела и роста в длину зачатка кишечной трубки желточный мешок приобретает грушевидную форму. Сегментация тела почти заканчивается, наблюдается сегментация хвостового отдела, в глазах появляется черный пигмент, различают отделы головного мозга, в слуховых капсулах образуются отолиты. Тело эмбриона совершает слабые движения. Происходят изменения в обмене веществ:

показатель АТФ вновь возрастает до исходной величины, но содержание белка и небелкового азота небольшое.

Шестой этап – у эмбриона появляются форменные элементы крови (возраст 2,5 суток).

Число сомитов в туловище 24, а в хвостовом отделе 16. Глаза пигментированы. Сформировалась кожная жаберная крышка. Голова пригнута к желточному мешку. На рыле перед глазами появились обонятельные ямки, снизу образовалась ротовая воронка. Позади глаз появились четыре жаберные плакоды, а на уровне первого миотома – грудной плавничок. Эмбрион активно вращается в оболочке. Эта стадия зародыша карпа, как и других рыб, наиболее подходит для перевозки икры в условиях изотермических ящиков, где возможно некоторое охлаждение, способствующее замедлению развития эмбриона.

Седьмой этап – выклев эмбриона.

Наиболее он активен при температуре 19-22°C (возраст с момента оплодотворения – 3 суток). Эмбрион имеет сильно пигментированный желточный мешок грушевидной формы и сплошную плавниковую складку, расширенную в хвостовой части. Голова у него выпрямлена и отделена от хвоста, грудные плавники маленькие. Рот неподвижный в форме ямки, кишечник имеет прямую сдавленную трубку без просвета. Длина от рыла до конца хорды – 4-5 мм. Эмбрионы питаются только за счет желточного мешка и малоподвижны. Они висят, прикрепившись к растениям, на которых была отложена икра. На свет они реагируют положительно. Главным источником питания предличинок является жир в желточном мешке.

В рыбоводной практике необходимо обращать внимание на критические периоды эмбрионального развития, когда икра очень чувствительна к различным абиотическим факторам.

Критическими периодами в развитии икры карпа, как у большинства весенне-нерестующих рыб являются: от начала дробления до образования морулы, мелких клеток, гастрюляция, стадия перед выклевом ив период выхода зародыша из оболочки. Следует помнить, что после прохождения критического периода гибель эмбрионов наблюдается не сразу, а спустя некоторое время, чаще перед наступлением следующей стадии развития.

В момент критических периодов необходимо особенно стремиться к созданию оптимальных условий для развития икры, поддерживать в инкубационных аппаратах повышенный расход воды, не допускать разных (более 2°C) температурных перепадов, оберегать икру от механических воздействий и т. д.

Личиночный и мальковый периоды развития карпа.

В ранние периоды с момента вылупления из оболочки карп проходит 9 этапов развития, которые В.В Васнецов обозначил буквами А, В, С₁ С₂, Д₁, Д₂, Е, F, G.

Этап А – предличинка относится к эмбриональному периоду развития.

Личиночный период (этапы В, С₁, С₂, Д₁, Д₂, Е). В этот период происходит сильная пигментация глаз, рассасывание желточного мешка, формирование пищеварительного тракта, плавников, плавательного пузыря. В начале личиночного периода личинки питаются в основном диатомовыми и сине-зелеными водорослями и мелкими формами зоопланктона, а в конце периода – хирономидами. Держатся личинки недалеко от берега, на глубине 0,5 м.

Мальковый период (этапы F, G). В этот период тело полностью покрывается чешуей, малек приобретает почти все признаки взрослой рыбы, появляется зачаток боковой линии. Мальки питаются донными организмами – в основном хирономидами. Продолжительность каждого этапа зависит от температуры, обеспеченности пищей, гидрохимических условий и селекционных особенностей карпов.

Средняя продолжительность развития карпа (при температуре 23-25°C) в период раннего онтогенеза следующая (в сутках):

Эмбриогенез – 3;

Предличинка – 1 и более;

Личинка (стадии В, С₁, С₂, Д₁, Д₂, Е) – 12-12,5;
Малька (стадии F, G) – 21,5-23,5;
Итого 37,5-40 суток.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятий: этап, период и стадии развития рыбы; назовите основные периоды развития рыб.
2. Дайте определение понятиям эмбриогенез, ранний постэмбриогенез и постэмбриогенез рыб.
3. Охарактеризуйте основные этапы эмбриогенеза карпа.
4. Что такое критические стадии эмбриогенеза рыб, и какие из них характерны для карпа и всех весенне-нерестующих рыб?
5. На каких стадиях эмбриогенеза карпа определяется процент оплодотворения и перевозки икры?
6. Охарактеризуйте личиночный и мальковый периоды развития крапа.

Литература [1,3,4,6,7]

ТЕМА 5. ОСОБЕННОСТИ ЭМБРИОНАЛЬНОГО, ПРЕДЛИЧИНОЧНОГО, ЛИЧИНОЧНОГО И МАЛЬКОВОГО ПЕРИОДОВ РАЗВИТИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

5.1. Этапы эмбрионального развития

Эмбриональный период делится на 5 этапов.

1. Оплодотворение. После попадания в микропиле сперматозоида происходит кортикальная реакция, в результате которой в пространство между оболочками выливается студенистое вещество, закрывающее микропиле и представляющая проникновение других сперматозоидов в икринку (т. е. предотвращающая полиспермию). Эта реакция является защитной от полиспермии, приводящей к развитию нежизнеспособной икры, и свойственна только осетровым. После кортикальной реакции образуется перивитилиновое пространство, в результате чего икринка разбухает, увеличиваясь в размере, а прочность оболочек увеличивается. К концу оплодотворения икринка поворачивается в оболочке: вегетативный полюс оказывается внизу (он тяжелее), а анимальный – вверх.

2. Дробление – процесс деления икринки на более мелкие клетки – бластомеры. Для осетровых характерно дробление всей икринки. Оно идет как меридиональном направлении (от полюса к полюсу), так и в экваториальном. Причем, на анимальном полюсе дробление идет быстрее, чем на вегетативном, что связано с особенностями строения полюсов. В результате такого деления на анимальном полюсе оказывается больше бластомеров (и они мелкого размера), чем на вегетативном. Между двумя полюсами образуется краевая зона, где находятся бластомеры среднего размера.

3. Гастроула – этап, на котором происходит вворачивание клеток краевой зоны и одновременное обрастание вегетативного полюса клетками анимального полюса. К концу этапа клетки анимального полюса покрывают клетки вегетативного полюса и смыкаются (стадия желточной пробки) и образуется щелевидный бластопор. В дальнейшем из клеток анимального полюса формируются кожные покровы, скелет, мышцы, кровеносная, выделительная и центральная нервная система; из клеток вегетативного полюса – пищеварительная система; из клеток краевой зоны формируется третий зародышевый лепесток и зародыш станет трехслойным

4. Развитие эмбриона от конца гастроулы до начала пульсации сердца. На этом этапе происходит формирование систем и органов: нервной, пищеварительной, кровеносной, мускулатуры. Эмбрион приобретает вытянутую форму и начинают

обособляться головной, туловищный и хвостовой отделы. Начинает дифференцироваться головной мозг. Образуются зачатки глаз, органы слуха (слуховые пузырьки) обонятельные ямки и зачатки желез вылупления, а также сердце, которое начинает пульсировать.

5. Развитие эмбриона от начала пульсации сердца до вылупления. На этом этапе происходит рост эмбриона. Голова обособляется и немного увеличивается в размерах, хвостовой отдел начинает быстро расти в длину. Активно идут процессы развития нервной, мышечной и других систем эмбриона. К концу этапа эмбрион начинает отвечать на раздражение, активно двигаться в оболочках и с помощью железы вылупления выходит из оболочки. И с этого момента превращается в предличинку.

5.2. Постэмбриональное развитие осетровых рыб

Предличиночный период развития

Предличинка осетров после выклева имеет зачатки грудных плавников, слабо пигментированные глаза. Дыхание и питание предличинки осуществляется за счет желточного мешка и его сосудов. Предличиночный период делится на два этапа:

- от вылупления до начала активных дыхательных движений;
- от начала дыхательных движений до начала активного питания.

Продолжительность периода 8-10 суток. В течение этого периода происходит смена эмбриональных приспособлений существования на приспособления, характерные для взрослых рыб. В частности формируется рот, жаберные щели и жаберные лепестки; отделы пищеварительной системы – желудок, кишечник и др. Начинают формироваться брюшные плавники, зачатки жучек, сенсорные системы.

Личиночный период развития. В личиночном периоде выделяют два этапа: смешанное питание и внешнее питание. Дыхание становится наружным за счет жаберных лепестков. Рот нижний, перед ним 4-е усика, жаберная крышка разрастается, прикрывая жаберные лепестки почти до трети их длины, плавниковая кайма на месте непарных плавников обособляется.

Постепенно происходит рассасывание желточного мешка, и личинка переходит вначале на смешанное, а затем полностью на внешнее питание зоопланктоном.

Мальковый период развития. Резорбируются плавниковые складки. Полностью формируются плавники и лучи в них. Жучки образуют на теле защитный кожный панцирь. Жаберные крышки полностью закрывают жаберные лепестки и функционируют как всасывающий аппарат; зубы рассасываются, а рот малька выдвигается как трубка. Малек переходит на питание бентосом.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дать характеристику периода, этапа, стадии.
2. Охарактеризовать основные периоды и этапы в развитии рыб.
3. Дать характеристику основных этапов эмбриогенеза осетров.
4. Дать характеристику предличиночного периода.
5. Дать характеристику малькового периода развития осетровых рыб.

Литература: [3, 6,7]

ТЕМА 6. ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ, ЛИЧИНОЧНЫЙ И МАЛЬКОВЫЙ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ И ЛОСОСЕВЫХ

6.1. Эмбриональный, личиночный и мальковый периоды растительноядных рыб

В биологии размножения развития белого амура, белого и пестрого толстолобиков много общего. Поэтому рассмотрим развитие растительноядных рыб в ранний период жизни на примере белого амура, а различия даны в табличном варианте.

I. Этапы эмбрионального периода:

1. Оводнение полости между яйцевой оболочкой и яйцеклеткой (появление перивитилинового пространства) и образование плазменного бугорка-бластодиска (стадия 1-3). (рис. 11 а-11в)
2. Дробление бластодиска до бластулы (стадия 4-10, рис. 11, г-к).
3. Гастрюляция – образование зародышевых пластов (стадия 11-13, рис. 11л-н)
4. Органогенез – дифференциация зародышевых пластов на зачатки основных органов (стадия 14-14, рис. 11 о-п)
5. Обособление хвостового отдела от желточного мешка, начало активного движения тела (стадия 16-18, рис. 11, П а-б)
6. Вылупление зародыша из оболочки (стадия 19, рис. 11, П в)
7. Образование эмбриональной сосудистой системы, начало кровообращения (стадия 20, рис. 11, П, г)
8. Образование и начало функционирования подвижного жаберного аппарата (стадия 21-22, рис. 11, П д-е).

Продолжительность эмбриогенеза растительноядных рыб 76-96 часов – 3-4 суток.

II. Личиночный период

1. Смешанное питание личинок (стадия 23-24, рис. 12 с-б) , возраст 1,5-6 суток, длина 7,5-7,8 мм.
2. Экзогенное питание личинок (стадия 25, рис. 12 в), возраст 7 суток.
3. Формирование непарных плавников (стадия 26-28, рис. 12 е), возраст 9 суток.
4. Формирование парных плавников (стадия 29-30, рис. 12 ж), возраст 20-22 суток.

III. Мальковый период

1. Закладка чешуи (рис. 13 а), возраст 1 месяц.
2. Малек с чешуйчатым покровом (рис. 13, б), возраст 1,5 месяца.

6.2. Онтогенез лососевых рыб

Икру рыб по размерам делят на: крупную – 5,0-6,5 мм (лосось, форель), среднюю – 2,5-5,0 мм (сиговые, осетровые) и мелкую – менее 2,5 мм (судак, вобла).

Икринки лососевых в зависимости от вида имеют размеры от средних (2,5-5,0 мм) до крупных (более 5 мм), округлой формы. Цвет икринок от желтого до оранжевого. В желтке содержится много жира, а также один микропиллярный канал.

I. Эмбриональный период. Длится у атлантического лосося 210-240 суток (при температуре воды 0,5-0,7 °С), у горбуши 50-90 суток (при температуре 6-11 °С), форели 34-35 суток (при температуре 10°С), сиговых – 220 суток. В эмбриональном периоде атлантического лосося выделяют семь этапов:

Оплодотворение. После попадания сперматозоида в микропиле образуется бластодиск, внутри которого сливаются ядра (пронуклеиды). Бластодиск лежит на жировых капельках.

1. В отличие от осетровых у лососевых как и у карповых дробится не вся икринка, а только бластодиск. Дробление начинается с закладки первой борозды деления на бластодиске и образования 2-х бластомеров. К концу этапа происходит 11 циклов удвоения, количество клеток увеличивается до 1000-2000 шт.

2. Бластуляция. На этом этапе образуется перибласт – слой клеток, выполняющих перенос питательных веществ из желтка в бластодиск. На поверхности бластодиска перемещается слой цилиндрических эпителиальных клеток от центра к краям, бластодиск уплощается. К концу этапа по краю бластодиска образуется валик.

3. Гастрюляция. Количество клеток составляет около 30000, эмбрион приобретает медузоидную форму, формируется зародышевый щит, а затем зародышевый (осевой) комплекс, состоящий из хорды, первичного тяжа и 2-х полосок мезодермы. Начинается обрастание желтка клетками перидермы.

4. Сомитогенез (органогенез). На этом этапе продолжается обрастание желтка, а также рост и дифференциация осевого комплекса, из мезодермы образуются отдельные

сомиты, происходит закладка мозговых, глазных и слуховых пузырей, сердца, почечных протоков, зачатка кишечника. Закладывается жаберная полость, а затем первая жаберная щель и жаберная дуга. Закладывается желудочно-кишечный отдел, хвостовой отдел начинает отделяться от желтка, начинает сокращаться сердце. Формируется непарная плавниковая складка, зачатки грудных плавников, обонятельный отдел. В слуховых пузырьках формируются отолиты, на желтке образуется желточная вена. К концу этапа формируется 4 жаберных щели и 64-65 пар сомит. В конце стадии голова четко обособляется от желточного пузыря, который полностью обрастает желточной веной и её ответвлениями сосудов, четко видна хвостовая артерия.

5. Вазкуляризация. Это процесс обрастания сосудами желточной вены желтка. Стадии отличаются по степени охвата желтка сосудами. Начинается пигментация глаз. Кровь в начале бесцветная, а в конце стадии розовая. Начинается кровообращение, формируются жаберные артерии, закладывается железа вылупления и непарные плавники. На этом этапе устанавливается окончательное число сомитов (65-67 пар).

6. Образование опорных лучей в хвостовом плавнике (выклев). Начинается рост жаберных крышек, закладываются брюшные и грудные плавники, а на теле появляются меланофоры. На стадии формирования 13 лучей в хвостовом отделе начинается выклев.

Основные признаки приближения выклева:

1. Образование пигментной шапочки на голове;
2. Вертикальный срез за спинным плавником;
3. Вытянутый желточный мешок;
4. Удлинение головы и рыла.

К концу этапа в хвостовом плавнике образуется до 20 лучей. У атлантического лосося длина эмбриона увеличивается до 16,5-17,5 мм. В конце этапа происходит выклев эмбриона. Свободный эмбрион (предличинка) имеет значительно меньшие запасы желтка, а грудные плавники у него сильно увеличены. Выклев у атлантического лосося происходит при температуре от 0 до 2°C.

II. Предличиночный период. Длительность периода у атлантического лосося составляет 1 месяц, у кеты – 3-5 месяцев, форели – 18-22 суток (в зависимости от вида). Образуются лучи в парных плавниках, формируется жировой плавник, усиливается пигментация, питание эндогенное, желточный мешок постепенно рассасывается, предличинки начинают выходить на плав. У предличинок форели к началу поднятия на плав желточный мешок рассасывается на 30-50% (в зависимости от вида).

III. Личиночный период. Редуцируется плавниковая складка, меланофоры, распределяясь по телу, образуют своеобразную пеструю окраску в виде отдельных мелких пятен по всему телу (пестряточная окраска). Питание в начале периода смешанное, а к концу его – экзогенное. В конце периода полностью рассасывается желточный мешок. Образуется чешуя и начинается дифференциация пола.

IV. Мальковый период. В основном – это период наращивания массы тела. После зимовки у молоди атлантического лосося начинаются процессы смолтификации – перестройка в организме направления на адаптацию к жизни в море – изменение окраски с пестряточной на серебристую, а также сложные биохимические изменения. Спат происходит весной при массе тела 10-14 г в апреле-мае.

У форели и сиговых развитие эмбриогенеза и раннего постэмбриогенеза отличается от атлантического лосося в связи с их эколого-биологическими особенностями (живут в холодных реках и озерах, не скатываются в море и т. д.).

6.3. Основные объекты разведения лососевых рыб

Форель. Оптимальная температура для развития форели 8-10°C, содержание кислорода должно быть не менее 7 мг/л. Общее время эмбрионального развития (от оплодотворения икры до начала вылупления) 27-36 суток или 296-387 градусо-дня (в зависимости от вида). Полное рассасывание желтка у форели наступает на 27-35 сутки

после вылупления. Выживаемость икринок форели 70-85%. Эмбриональное развитие форели описывается не по периодам развития, а по отдельным стадиям (всего 29 стадий). Каждая стадия форели имеет отличительные признаки и время с момента оплодотворения в сутках и часах в зависимости от температуры воды.

Критическими стадиями в эмбриональном развитии форели, когда целесообразно проводить какие-либо манипуляции с икрой в инкубационном аппарате, являются стадии от начала гастрюляции до пигментации глаз включительно, а также стадии перед вылуплением, то есть на 3-6 сутки от начала вылупления и в период вылупления. Качество оплодотворенной икры определяют на стадиях активного дробления бластодиска (образование 20-30 бластомеров) по наличию или отсутствию разноразмерных клеток, или на стадиях формирования тела и хвоста зародыша. После наступления стадии пигментации глаз приступают к тщательному отбору всей погибшей икры.

Развитие сиговых. Эмбриогенез очень близок к эмбриогенезу атлантического лосося. Первые 5 этапов (от оплодотворения икры вплоть до органогенеза – сомитогенеза) у них во многом совпадают, но в дальнейшем несколько отличаются. В эмбриогенезе сиговых выделяют 9 этапов.

Рассмотрим эмбриогенез сиговых на примере омуля.

1. Обводнение икринок, образование бластодиска (возраст этапа 4 часа).
2. Дробление бластодиска от 2 бластомеров до бластулы (возраст этапа 24 часа).
3. Бластула. В области скопления мелких бластомеров образуется полость бластоцеля (возраст 8 суток).
4. Гастрюляция. Бластодерма перемещается от поверхности желточного мешка в сторону вегетативного полюса. Нарастающая краевая часть бластодиска окружена пояском краевой мезодермы, которая темноватой полоской охватывает прозрачную сферу желточного мешка (возраст 11 суток).
5. Органогенез. Обрастание желтка бластодермой. Нарастающая бластодерма постепенно покрывает весь желток, включая желточную пробку и бластопор. Головной отдел эмбриона расширен, видна нервная бороздка, по бокам головы появляются глазные пузыри. В теле эмбриона 16 миотомов. (возраст 35 суток).
6. Обособление хвостового отдела от желточного мешка. Образование хрусталика в глазах эмбриона. В головном отделе обособились передний, средний и продолговатый отделы мозга. Задняя часть хвоста начинает обособляться от желточного мешка (возраст 40 суток).
7. Появление системы кровообращения. Начало пульсации сердечной трубки, образование форменных элементов крови и кровообращения. Голова и хвост значительно обособились от желточного мешка. Появились зачатки жаберных крышек, которые покрывают 2-е жаберные дуги. Меланофоры расположены по всей поверхности желточного мешка и покрывают туловищный и хвостовой отделы эмбриона. В теле эмбриона 60 сегментов. Появились слуховые капсулы. Глаза сильно пигментированы. Формируются железы вылупления, расположенные скоплениями на верхней и нижней челюстях, зачатки жаберной крышки между глазами и слуховыми капсулами на нижней стороне головы. Грудные плавники увеличились, печень полностью обособилась (возраст 110 суток).
8. Подвижное состояние челюстей. Начало движения челюсти эмбриона. Активные движения грудными плавниками. На жаберных дужках появились зачатки жаберных лепестков. Начинается вылупление и скат свободных эмбрионов с нерестилищ. В искусственных условиях в это время вылупляются только нормально развитые зародыши (возраст 180 суток).
9. Вылупление. Запасы желтка сильно сокращены. Печень позади желточного мешка. Грудные плавники сильно увеличены (возраст 220 суток).

В эмбриональном развитии сиговых рыб выделяют нечувствительные стадии, когда икринки можно перевозить, перебирать и исследовать без опасения массовой гибели икры: после оплодотворения и до стадии мелкоклеточной морулы; от стадии пигментации глаз и до появления и образования жаберных лепестков.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дать характеристику основных этапов эмбрионального, личиночного и малькового периодов развития растительноядных рыб.
2. Дать характеристику основных этапов эмбрионального, предличиночного, личиночного и малькового периодов развития атлантического лосося.
3. Дать характеристику основных этапов эмбрионального развития сиговых рыб.
4. Перечислить и дать характеристику критических стадий эмбриогенеза форели.
5. Перечислить нечувствительные стадии в эмбриональном развитии сиговых рыб.

Литература: [5, 6,7]

ЛЕКЦИЯ 7. ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДОВ

7.1. Биотехнический процесс и структура рыбозаводов. Основные объекты разведения осетровых рыб

На рыбозаводах искусственно разводят ценных проходных промысловых рыб с целью сохранения и увеличения из запасов в водоёмах.

Из проходных рыб объектами промышленного разведения служат осетровые (осетр, севрюга, белуга, шип, бестер), лососевые (лососи, кунжа, белорыбица, сиги) и карповые (рыбец, шема, кутум).

Рыбоводные заводы строят по берегам рек, где обеспечивается их снабжение водой при помощи насосных станций или самотёком. В реках отлавливаются и доставляются на рыбозаводы взрослые проходные рыбы – производители для окончательного созревания и получения из них зрелых половых продуктов (икры и осеменения). После оплодотворения икры, её инкубируют, получают предличинок, подращивают личинок и выращивают молодь рыб. Когда молодь достигнет необходимой массы, при которой она способна активно совершать миграции в море, её выпускают в реки, или вывозят на живорыбных автомашинах, судах и прорезях непосредственно в море, чтобы избежать воздействия хищников в реках.

Таким образом, весь биотехнический процесс разведения проходных рыб состоит из следующих звеньев:

- получение зрелых производителей;
- получение зрелой икры и спермы;
- осеменение икры;
- подготовка икры к инкубации;
- инкубация икры; выдерживание предличинок, подращивание личинок и выращивание молоди;
- выпуск молоди в естественные водоёмы.

Биотехнический процесс разведения разных видов проходных рыб определяет структуру рыбозаводов. Обычно на заводах действуют следующие основные производственные подразделения:

1. цех выдерживания производителей, который оснащён садками, или бассейнами, или имеет пруды и бассейны, где содержат рыбу до созревания половых продуктов;
2. инкубационный цех, в котором размещены аппараты для инкубации оплодотворённой икры;
3. цех выращивания молоди, в котором имеются выростные бассейны и пруды, или только одни бассейны, или одни пруды;
4. на некоторых заводах имеется также цех разведения живых кормов: олигохет, дафний, и др. Этот цех располагает помещением, где на стеллажах установлены ящики с грунтом, в которых разводят олигохет, и бассейнами для разведения дафний и других организмов, обитающих в тоще воды;
5. Кроме основных производственных подразделений, на всех заводах имеется лаборатория для проведения гидрохимических и биологических анализов, а на многих из них ряд других;
6. вспомогательные подразделения: холодильники для хранения скоропортящихся свежих кормов, склад для хранения минеральных удобрений, склад для хранения рыбоводного инвентаря и оборудования;
7. насосная станция и водонапорная башня;
8. и как мы уже знаем, на территории каждого завода имеются гаражи, механическая и столярная мастерские, административное здание, клуб, магазин, жилой посёлок для рабочих и служащих и членов их семей.

7.2. Типы заводов

Для отдельных групп рыбозаводных предприятий характерны свои структурные особенности, обусловленные принятым при проектировании и строительстве их типом, спецификацией технологического процесса разведения не только различных видов рыб, но и одних и тех же видов в различных регионах. При этом, заводы имеют различные ёмкости для выдерживания производителей и выращивания молоди, а также различные по конструкции аппараты для инкубации икры.

Большинство наших рыбозаводов относится к полноцикловому типу технологического процесса, то есть они имеют все цеха производственного цикла, начиная от цеха выдерживания производителей до цеха выращивания молоди. Но на некоторых заводах имеются лишь инкубационный цех и цех выращивания молоди или же только цех выращивания молоди. Эти заводы получают оплодотворённую икру с рыбозаводных пунктов, или личинок с других рыбозаводных заводов. Например, часть заводов по разведению сиговых и лососей не имеет на своей территории цеха для выдерживания производителей.

Поэтому они организуют рыбозаводные пункты на берегах рек, в которые заходят на нерест производители рыб. На этих пунктах осуществляют отлов и выдерживание производителей, взятие от них половых продуктов, осеменение икры, упаковку икры в транспортную тару и её перевозку на заводы. Пункты имеют садки для выдерживания производителей и необходимый рыбозаводный инвентарь.

По характеру водоснабжения все заводы делят на два типа: с подачей воды самотёком и при помощи насосов. Механическое водоснабжение завода применяют в том случае, если нельзя подать воду самотёком.

Различия в типах рыбозаводных заводов могут быть обусловлены биотехникой разведения на одном и том же предприятии объектов, относящихся к различным семействам. Так, существуют осетрово-рыбцовые, осетрово-омулевые и осетрово-белорыбные заводы и др. На некоторых осетровых заводах имеются нерестово-выростные водоёмы, в которых разводят сазана, леща, судака.

7.3. Основные объекты разведения осетровых рыб

Осетровые относятся к наиболее древним видам, имеющим очень высокую пищевую ценность. На предприятиях по воспроизводству рыбных запасов и товарных рыбоводных хозяйствах выращивают около 50 видов. Среди них большое значение имеют белуга, осетры - русской и ленской породы, стерлядь, веслоносы, гибриды осетровых (бестеры), севрюга и шип.

Белуга – относится к проходным видам, её ареал Каспийский и Азово-Черноморский бассейны. Мигрировать в реки начинает очень рано, нередко, когда они ещё находятся подо льдом. Весенний заход начинается в марте и длится до середины мая. Второй заход в реки отмечается в конце лета – начале осени. Особи, идущие в реки весной, нерестятся в том же году (яровые формы), а мигрирующие летом и осенью нерестятся только на следующий год (озимые формы).

Средняя длина самок, выловленных в реке колеблется от 230 до 270 см, а самцов до 220 см, при массе самок от 90 до 120 кг, а самцов от 60 до 90 кг. Белуга – один из самых крупных видов, обитающих во внутренних водоёмах. Половой зрелости самки белуги достигают в реке Дон в возрасте 16-17 лет, в реке Волга – 16-23, в реке Кура – 18-30 лет. Самцы созревают на 2-5 лет раньше. Абсолютная плодовитость в среднем 855 тыс. икринок.

Белуга откладывает икру при температуре воды 8-15°C. Молодь питается в основном беспозвоночными – моллюсками и ракообразными; взрослая белуга – типичный хищник – питается в основном рыбой.

Средняя масса белуги, выращиваемой в искусственных условиях: сеголеток (0+) – 0,1 кг, 2-х леток (1+) – 0,5 кг, 3-х леток (2+) – 1,5 кг, 4-х леток (3+) – 3,5 кг.

Русский осетр – проходные рыбы, обитающие в Каспийском и Азово-Черноморском бассейнах. Нерестовые миграции наблюдаются с марта по ноябрь. Образуют яровые и озимые расы. Массовый ход в реку отмечается со второй половины апреля по июнь. Скат осетра после нереста обратно в море продолжается с марта по ноябрь. Наибольшее количество рыбы скатывается в июле.

Масса самок от 14 до 28 кг, а самцов от 16 до 15 кг. Абсолютная плодовитость осетра в среднем равна 280 тыс. шт. Нерестится осетр при температуре 8-15 °С. Длительность развития икры осетра колеблется от 3 до 10 суток.

Скат личинок и молоди осетра из рек в море находится в прямой зависимости от удалённости мест расположения нерестилищ от устьев рек и степени зарегулирования рек гидроузлами. При значительном удалении районов нерестилищ от моря и при сильно зарегулированном стоке рек молодь осетровых может находиться в реках в течение нескольких лет.

Осетр питается личинками хиронамид, бокоплавами, полихетами и моллюсками. При искусственном выращивании сеголеток русского осетра достигает 0,05 кг, двухлеток – 0,1 кг, трёхлеток – 0,7 кг, и четырёхлеток – 1,4 кг.

Сибирский (ленский осетр) распространён в бассейнах сибирских рек (Оби, Енисея, Лены и др) и образует полупроходную, речную (туводную) и озерно – речные формы. Полупроходной осетр значительную часть жизни обитает в море, а для нереста поднимается в средние и верхние участки рек, в основном Оби и Енисея. Речная (туводная) форма чаще всего встречается в реках Лена, Колыма, Индигарка. Байкальский осетр в период нагула живёт в озере Байкал, совершая кормовые миграции в прибрежной зоне, а на нерест входит в реки, впадающие в озеро Байкал (Ангару, Селенгу, Баргузин).

По некоторым признакам ленский осетр похож на сиговых: он всеяден и активно продолжает кормиться при низких температурах воды. Средний промысловый размер осетра 90-180 см, при массе от 5 до 44 кг. Встречаются отдельные экземпляры до 3 м и 104 кг, иногда больше. Половое созревание наступает поздно – в 15-20 лет, а нерест начинается во второй половине лета, июне-июле. Плодовитость – от 2- до 15 тыс. икринок. Предельный возраст – 60 лет.

Уже много лет Ленский осетр используется для искусственного выращивания и разведения в прудовых хозяйствах, озёрах, садках и бассейнах с тёплой сбросовой водой энергетических предприятий. Рыба отличается хорошим ростом и не требовательной в питании. Возможно выращивание Ленского осетра исключительно на сухих комбинированных кормах.

В естественных водоёмах рыбы питаются разнообразной пищей: от представителей жесткой фауны беспозвоночных и личинок насекомых и жуков, до лягушек. Нагул массы происходит очень быстро: в годовалом возрасте Ленский осетр может достигать веса более 0,6 кг, а на 4-й год – 1,4 кг.

Стерлядь – обитает в реках бассейнов Черного, Каспийского, Азовского, Белого и Карского морей. Это пресноводный вид. Наиболее многочисленна популяция стерляди, обитающая в Волге.

Начало нереста приурочено ко времени, когда прогрев воды достигает 7-10,5°C. Размер стерляди до 125 см и масса до 16 кг, в среднем 30-65 см, масса 0,5-2 кг. Половая зрелость у самок наступает в возрасте 5-12 лет (в основном 7-9 лет), у самцов – в 3-7 лет (в основном 4-5 лет). Плодовитость от 4 до 140 тыс. икринок. Нерестуют через 1-2 года. Образуют яровые и озимые расы. Стерлядь питается беспозвоночными – в основном личинками насекомых, сидящими на затонувших корягах, а также личинками хирономид. При неблагоприятных кормовых условиях питается икрой рыб, нерестящихся на грунте. В природе образует гибридные формы с шипом, осетром и севрюгой.

Стерлядь успешно выращивают на рыбозаводах не только для воспроизводства, но и с товарной целью. В искусственных условиях сеголеток стерляди весит 0,01 кг, 2-х леток – 0,05 кг, 3-х леток – 0,5 кг и 4-х леток – 0,6 кг.

Бестер (гибридные формы осетровых, чаще белуга и стерлядь) 0 подходит для выращивания его в хозяйствах с интенсивным производством. Этот вид чаще всего выращивают в сетчатых садках, которые устанавливают в водоёмах с естественным температурным режимом. В питании бестер достаточно не прихотлив. Его мальков успешно кормят сухими гранулированными кормами, когда молодь подрастает – тюлькой, фаршем и другими животными кормами. При искусственном выращивании на 3-ем году жизни средняя масса бестера достигает в среднем 1,5-1,8 кг, а на четвёртом году- 1,8-2,7 кг.

Веслонос – представитель осетровых, завезённых из США. В США встречается в озёрах и чистых реках в восточной части страны. Достигает длины более 2 м и массы 83 кг. Легко выдерживает самые разные условия обитания - от субтропического климата до резко континентального. Его мясо и икра являются деликатесными продуктами и высоко ценятся. В природных условиях США эта рыба совершает миграции: весной она поднимается для нереста из озёр в реки, а зимой мигрирует обратно в озёра для нагула. Половозрелость наступает у самцов на 6-8 год, а у самок на 7-14 году. Нерест происходит весной при температуре 13-16°C на песчаном или каменистом грунте. Плодовитость самок зависит от размера и условий содержания. Например, у самок весом 10 кг плодовитость составляет 60-100 тыс. у 18-ти килограммовой – 170-200 тыс. икринок.

Питается в основном зоопланктоном, в меньшей степени – фитопланктоном и детритом. В отдельных случаях веслонос поедает даже рыбу.

Веслонос широко используется для выращивания, особенно в климатических условиях юга России. К положительным его качествам следует отнести:

1. Очень высокий темп роста; при искусственном выращивании 3-х летки достигают средней массы 1.3 кг, 4-х леток – 2,4 кг.
2. Хорошо переносит температуру воды от 13 до 30°C.
3. Прекрасный биомелиоратор воды, так как питается зоопланктоном и фитопланктоном.
4. Можно использовать в поликультуре вместе с белым толстолобиком и белым амуром.

5. Выдерживает высокую степень минерализации воды: молодь активно живёт и растёт при солёности до 4‰ и может адаптироваться к солёности до 6 ‰. У старших возрастных групп уровень эвригалинности ещё выше.

Эти качества позволяют широко использовать веслоноса при искусственном выращивании.

Веслонос достаточно требователен к содержанию в воде кислорода, больше чем карп и другие растительные рыбы. Оптимальное содержание кислорода должно быть не менее 5 мг/л, но он может переносить временно его снижение до 2-1,5 мг/л. При инкубации икры может переносить высокую РН – 8-9.

Севрюга – обитает в бассейнах Каспийского, Азовского и Черного морей. На нерест в реки заходит позже белуги и осетра – обычно в апреле. Возраст полового созревания – от 7 до 25 лет. Плодовитость кубанской и донской севрюги от 50 до 380 тыс. икринок – в среднем 200 тыс. икринок. Средняя длина самок – от 130 до 150 см, самцов – от 120 до 150 см. Масса самок – 11-13 кг. А самцов – до 8 кг. Половой зрелости самки достигают в 9-ти летнем, а самцы в семилетнем возрасте. Питается беспозвоночными (ракообразными, червями) и рыбой (бычки, сельди, килька). Выклюнувшиеся личинки имеют массу 20-25 мг, длину 9-11 мм. Период желточного питания 6-8 суток. Большинство особей успевает в течение одного года зайти в реку, отнереститься и скатиться обратно в море. Объект искусственного воспроизводства в естественных водоёмах.

Шип – Распространён в бассейнах Черного, Азовского, Аральского и Каспийского морей, а также в озере Балхаш. Везде малочислен за исключением южной части Каспия, где встречается в значительных количествах. Шип – проходная рыба, проводящая большую часть жизни в прибрежных районах моря. Достигает длины 214 см и массы 30 кг. Живёт до 30 лет и более. Нерестится в мае – июне и не каждый год. Плодовитость от 180 тыс. до 1,3 млн. икринок. Половозрелость наступает в 12-14 лет.

Взрослые рыбы питаются в Аральском море в основном моллюсками, в Каспийском море моллюсками и рыбой, в озере Балхаш – рыбой. Молодь питается личинками насекомых. Объект искусственного воспроизводства в естественных водоёмах.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите и охарактеризуйте основные звенья биотехнического процесса разведения рыб.
2. Типы заводов и их характеристика.
3. Охарактеризуйте основные объекты разведения осетровых рыб.

Литература: [5, 6,7]

ТЕМА 8. ОСНОВНЫЕ ОБЪЕКТЫ РАЗВЕДЕНИЯ: ЛОСОСЕВЫЕ, СИГОВЫЕ, КАРПОВЫЕ, ДОБАВОЧНЫЕ И НОВЫЕ ОБЪЕКТЫ РЫБОВОДСТВА.

8.1. Основные объекты разведения лососевых рыб

Лососевые - ценнейшие объекты искусственного разведения. Ниже приводятся основные данные по биологии и рыбоводству наиболее важных видов.

Стальноголовый лосось. Родина этой рыбы – Северная Америка. В природе стальноголовый лосось обитает в устьях рек, а для нереста при температуре 0,3-1,3 °С он поднимается высоко в верховья рек. Молодь до 2-3 лет проводит в реке, затем скатывается в устье. Достигает длины 60-80 см и массы 2-5 кг, половая зрелость наступает на 3-4 году жизни. На севере ареала, в Канаде он нерестится ранней весной, а на юге в Калифорнии – в ноябре-декабре. Нерестится лосось 4-5 раз в жизни, плодовитость 4-8 тыс. икринок, эмбрионы выклевываются через 16-18 суток. Икра может развиваться при высокой

температуре (17-18°C) и при низкой (2-3°C). При низкой температуре развитие длится 3 месяца и при этом отход может достигнуть 90% и более. Стальноголовый лосось плохо переносит понижение температуры до 1°C и повышения до 20°C, при этом его темп роста замедляется, а при отрицательных температурах может погибнуть. Если при температуре 22-24°C содержание кислорода ниже 5 мг/л лосось погибает.

Возможно выращивание этого в пресной и морской воде (до 18 ‰). Созревание в бассейнах с соленой водой происходит через 21 месяц, то есть на два года раньше, чем в бассейнах с пресной водой. Помимо искусственного разведения и выращивания используется для гибридизации с другими форелями.

Радужная форель - внешне отличается от стальноголового лосося морфологическими признаками и размерами. Это холоднолюбивая рыба, предпочитающая прозрачные воды с высоким содержанием кислорода (9-11 мг/л). Оптимальная температура для выращивания 15-18 °С, крайние пределы от 0,1 до 0,5 °С и до 23-25 °С. Активность роста наступает при температуре от 4-5°C и выше. При температуре выше 20°C форель чувствует себя угнетённо, а при снижении содержания кислорода до 1,5-2 мг/л радужная форель погибает. В то же время она устойчива к солености воды: личинки и мальки адаптируются к солености 5-8‰, сеголетки – 12-14‰, годовики к 20-25‰, а двухлетки и старше – к 30-35‰ (то есть к океанической солености).

Масса радужной форели на 1-м году жизни достигает 10-15 г, реже 40-60 г, на 2-м –80-100 г, реже 200-250 г, реализуется на 2-м году, а при замедленном росте на 3-м, при массе не менее 120 г. Племенное стадо производителей должно состоять из рыб 406 лет, массой 0,8-3 кг, ремонтное стадо самок и самцов - в возрасте 2-5 лет, при массе 0,4-1,5 кг.

Ручьевая и озерная форель. Этот вид обитает в горных речках, размеры её небольшие, растёт сравнительно медленно, на 1-м году жизни достигает длины 10-13 см, массы 15-22 г, на 2-м соответственно 20-25 см и 130-175 г, на 3-м 30-33 см и 250-320 г.

В озёрах встречаются особи массой 6-10 кг и длиной 1м. Оптимальная температура для обитания ручьевой форели –15-18°C, а для нереста – 2,2-2,4 °С. Питается рыбой, ракообразными головастиками, жуками, воздушными насекомыми и их личинками. Ручьевая форель быстро растёт и в морской воде, превращаясь в проходную форму лососевых- кумжу. Плодовитость – 2-2,5 тыс. икринок, нерестится осенью, в октябре-ноябре, при снижении температуры до 6°C, в верховьях рек и родниках, преодолевает даже высокие водопады. Эта рыба порционно нерестующая. Инкубационный период длится от 2 до 3 месяцев, в среднем 4880 градусодней.

Ручьевая форель может выращиваться в бассейнах и прудах и представляет интерес для любительского платного лова, который можно организовать даже на фермерских хозяйствах. Имеются ряд хозяйств (например в Закарпатье) специализирующихся на выращивании личинок ручьевой форели, которые после адаптации их к смешанному питанию выпускают в речки или пруды и бассейны с проточной водой для дальнейшего выращивания.

Микижа. Камчатская семга (*Oncjrhynchus mykiss*)- пресноводная рыба, распространена во многих водоёмах Камчатки. Нерестится в верховьях рек, где создаёт гнёзда для откладывания икры. Созревает в 2-3 года. Развитие эмбрионов длится 40-60 дней. После нереста микижа в отличие от многих лососевых не погибает. Нерестовое стадо состоит из особей в возрасте 4-7 лет, массой).7-1,6 кг; в популяции преобладают самки. Плодовитость - 600-2600 икринок. Микижа хищник, близкий к североамериканскому стальноголовому лососю. Представляет очень большой интерес для промышленного разведения и товарного выращивания, а также как исходный материал для селекционных работ в лососеводстве. Ряд ихтиологов объединяют микижу и стальноголового лосося в один вид.

Тихоокеанские лососи (горбуша, кета, нерка, чавыча, кижуч, сима) – важнейшие объекты промысла, запасы которых в связи с нарушением основных их нерестилищ и не рациональным промыслом находятся в напряженном состоянии. По этой причине для

поддержания их высокой численности требуется искусственное выращивание и выпуск личинок и молоди в естественные водоёмы. Ареал их обитания – бассейны дальневосточных морей. Это проходные, моноцикличные рыбы, погибающие после первого нереста. Размеры их в уловах в зависимости от вида колеблются от 40 до 90 см, а масса от 1 до 40 кг. Возраст полового созревания от 3 до 7 лет. Нерест происходит в реках в осенне-зимний период, при температуре от 2 до 17 °С (в зависимости от вида). Плодовитость от 1,3 до 14,3 тыс. икринок. Длительность инкубации составляет 2-3 месяца в условиях каменисто-песчаных перекатов быстрых рек. В реках Чукотки размножаются кета, горбуша, нерка, на Камчатке, в реках западного побережья Охотского моря и Приморского края все виды дальневосточных лососей с преобладанием кеты и горбуши. Питаются в основном рыбой и ракообразными. Все виды дальневосточных лососей отличаются коротким и сложным жизненным циклом.

Сиговые рыбы - ценнейшие объекты промысла акклиматизации и выращивания в естественных и искусственных водоёмах. Некоторые виды сиговых возможно успешно разводить и выращивать не только в холодноводных водоёмах (например, северные районы России), но и в более теплых районах (зоны Украины, Молдавии и т. д.). Разведение сиговых рыб представляется многообещающим направлением в аквакультуре. Их можно разводить и выращивать в качестве монокультуры и в поликультуре, так как они имеют ряд ценных особенностей:

- широкий спектр потребляемых кормов, пластичность в выборе объектов питания;
- возможность выращивания на естественном корме, без использования подкормки, что в значительной мере повышает биоэнергетическую эффективность товарного производства рыбы;
- быструю созреваемость и высокий темп роста;
- в процессе зимнего кормления не составляют конкуренцию. Другим видам рыб при совместном выращивании;
- потребляют представителей жесткой фауны, моллюсков, которые поедаются карпом и растительноядными рыбами, но часто являются переносчиками паразитов рыб.

Пелядь – наиболее перспективный объект для разведения в любых водоёмах. Это озерно-речная рыба, родиной которой являются водоёмы Крайнего севера и Сибири, где они добываются в качестве промысловой. В море пелядь практически не встречается. Это крупная рыба – длиной 40-55 см, массой 2,5-3 кг. Половозрелой становится на 3-5 году жизни и нерестится в озерах. Нерест происходит осенью и даже зимой (с октября по декабрь) при температуре воды ниже 8°С. Плодовитость – от 3 до 175 тыс. икринок, в среднем 20-25 тыс. Основным рационом питания пеляди является зоопланктон, но при его недостаточном количестве рыба легко переключается на потребление бентоса и фитопланктона. Питается как при низкой температуре, так и при относительно высокой температуре воды (до 25°С).

Питание пеляди при низкой температуре позволяет её выращивать в холодное время года, когда она не будет конкурировать в питании с другими теплолюбивыми видами рыб. Пелядь менее требовательна к содержанию растворённого в воде кислорода по сравнению с другими сиговыми. Она может жить в эвтрофных озерах с обилием водорослей и зоопланктона. Угнетение дыхания наступает при снижении растворенного кислорода до 2-3 мг/л.

Пелядь хорошо себя чувствует как в пресной, так и в минерализованной воде, не требует комбикормов, то есть не нуждается в искусственных кормах. Эта рыба достаточно быстро адаптируется к неблагоприятным условиям и весьма неприхотлива. Данный вид подходит для разведения и выращивания в условиях поликультуры во всех регионах России. Мясо пеляди отличается высокими вкусовыми качествами, что определяет большой спрос и относительно высокую цену. Пелядь хорошо поддается технологической

обработке, что позволяет загружать коптильные цеха в межсезонье и повышать рентабельность производства.

Чудской сиг – обитает в Псковском и Чудском озерах, в своё время был акклиматизирован в водоёмах Молдавии. Это сравнительно теплолюбивая рыба, но хорошо приживается и в других водоёмах, при условии высокого содержания кислорода в воде. Эффективное использование гибрида чудского сига с пелядью или их совместное выращивание.

Половая зрелость сига наступает на 1-2 – м году жизни. На нерест он заходит в естественных условиях в озеро Теплое. Нерест происходит в конце ноября – начале декабря при низких температурах воды, на каменистых прибрежных отмелях. Плодовитость сига – 16,5-82,5 тыс. икринок. Рыба всеядна, но основой её питания в равной степени являются бентос и планктон. Крупные особи могут хищничать. В среднем чудской сиг и его гибриды достигают массы 1 кг и более. Отмечается более высокий темп роста этой рыбы, выращиваемой в водоёмах южных районов. Переносит температуру воды до 28 °С, но при условии содержания кислорода не менее 5-6 мг/л.

Пельчер – гибридная форма между пелядью и чиром (чир встречается в реках и озерах северного Ледовитого океана, его промысловая масса 0,5-0,6 кг, но 10-14 летние особи могут достигать 12-16 кг). По ряду рыбохозяйственных качеств обладает преимуществом по сравнению с пелядью и чиром. Имеет широкий спектр питания и в равной степени использует зоопланктон и зообентос. Темп роста в 1,5-2 раза превышает темпы роста пеляди. Пельчер более устойчив к заболеваниям, чем чир, а выживаемость его сеголетков при выращивании в озерах и прудах в 4-5 раз выше, чем у чира. По всем данным, это очень перспективный вид для культивирования, тем более гибридная икра имеет очень хорошую выживаемость, не ниже, чем икра пеляди.

Имеются и другие виды сиговых – представляющих интерес для выращивания в южных районах (волжский сиг, сиг-пыжьян, чир, тугун, белорыбица, нельма и др. Выбор того или иного объекта сиговых для интенсивного разведения зависит от климатической зоны водоёма для его дальнейшего выращивания, особенностей биологии вида, целей использования моно или поликультуры и др. факторов.

8.2. Карповые, как объект разведения

Карп – одомашненная форма сазана, выведенная в монастырях путём селекции ещё в XII-XIV веках. Он хорошо приспособлен к жизни в не глубоких, хорошо прогреваемых не проточных или слабо проточных водоёмах, расположенных в различных климатических зонах. Один из самых распространённых объектов товарного рыбоводства в Украине и других странах СНГ, Западной Европы и Юго-восточной Азии. Это объясняется его высокими пищевыми качествами и освоенной технологией воспроизводства и выращивания. Его разводят в прудах, садках, бассейнах, каналах и заводским способом. Карп теплолюбивый вид и легко переносит повышение температуры до 35°С.

Оптимальная температура для его жизнедеятельности 24-26°С. при понижении температуры воды ниже 12°С интенсивность питания значительно снижается, хотя способность потреблять пищу сохраняется у карпа и при 3-4°С. При повышении температуры выше 30°С карп почти перестаёт кормиться. В разных географических зонах при оптимальной температуре воды и хороших кормовых условиях вес сеголетков колеблется от 25 до 300 г, двухлеток – от 500 до 700 г, трёхлеток – до 1500 г, четырёхлеток до 3000 г.

Карп очень неприхотлив и вполне довольствуется водой со сравнительно низким содержанием кислорода: летом – 3 мг/л, зимой – 1,5 мг/л. В зависимости от условий жизни время полового созревания карпа колеблется от 0,5-0,6 лет, но в среднем происходит на 3-4 году жизни. Нерест карпа происходит при температуре воды 17-20°С. Обычно это конец апреля-июнь. Самка на 1 кг живого веса даёт 180 тыс. мелких, липких желтых икринок. Плодовитость – от 250 тыс. до 1 млн. икринок. Для нереста, помимо

благоприятной температуры воды необходимо наличие субстрата – желательна свежесозданная растительность. На ранних стадиях развития карп питается зоопланктоном. Подросший карп всеяден, но предпочитает бентосные организмы (черви, моллюски, личинки комаров – хирономид и т. д.), хорошо усваивает также искусственные корма. Однако карп может поедать молодь рыб, в том числе и свою.

Карпа можно выращивать с другими объектами рыбоводства, не являющимися конкурентами в пище. Так как карп мирная рыба, малоценная и сорная рыба в его питании практически не играет ни какой роли. Для борьбы с конкурентами карпа в питании в нагульные пруды подсаживают хищных рыб – щуку, судака и др.

В отличие от сазана – его предка, ныне живущего в реках и озерах, карп мясистая рыба, растёт быстрее, но имеет менее активную поисковую способность. Быстро окупает корма при его разведении и выращивании.

Объектами разведения являются несколько культурных пород карпа, легко различающиеся по наружному виду: зеркальный разбросанный, зеркальный линейный, голый чешуйчатый (в том числе чешуйчатый украинский, чешуйчатый рамчатый и т. д.)

Растительные карповые виды. К ним относятся белый и пестрый толстолобики, рыбы – быстро растущие, но более теплолюбивые, чем карп. Поэтому их целесообразно использовать в качестве поликультуры в водоёмах южных зон рыбоводства. Растительных рыб можно выращивать в озерах, водохранилищах и других не спускных водоёмах.

Толстолобики легко отличаются от других пресноводных рыб следующими морфологическими особенностями: высоким телом, покрытым серебристой мелкой чешуёй, широкой головой с низко сидящими глазами, сросшимися жаберными тычинками, длинным кишечником (в 10 и более раз длиннее тела).

Белый или обыкновенный толстолобик в отличие от пёстрого имеет острый киль, который тянется от горла до брюшных плавников. Естественный его ареал – реки Восточной Азии и в России – река Амур. Акклиматизирован в некоторых южных реках СНГ. Это крупная, стайная, пелагическая рыба, её длина до 1 м, а масса – 16 кг. Половой зрелости достигает на 5-6-м году жизни, нерест происходит во время летнего паводка при температуре выше 20°C.

Плодовитость в среднем 490-540 тыс. икринок. Взрослые особи достаточно хорошо переносят низкое содержание кислорода в воде – до 1-0,8 мг/л и выдерживает солёность воды до 5-7‰. Оптимальная температура воды для выращивания – около 32°C. Питается фитопланктоном и детритом. Конкуренции в питании с карпом и другими видами поликультуры практически нет. При совместном выращивании белого толстолобика с карпом прослеживается взаимное положительное влияние их друг на друга.

Пёстрый толстолобик в отличие от белого не имеет килля на горле, отличается более темной окраской тела и имеет более низко сидящие глаза. Его ареал и многие особенности биологии совпадают с белым толстолобиком, но он более теплолюбивый. Достигает длины до 1 м и массы 30-32 кг, а отдельные особи 50-60 кг. Плодовитость пёстрого толстолобика выше, чем белого толстолобика и достигает 1100 тыс. икринок. Пёстрый толстолобик кроме фитопланктона и детрита потребляет зоопланктон, поэтому при условиях совместного выращивания его с карпом и плотном заселении водоёма может конкурировать с ним в питании. Но в то же время отличается более высоким темпом роста, чем белый толстолобик, и в южных районах при хорошей кормовой базе – даже быстрее карпа

Белый амур населяет те же водоёмы, что и белый толстолобик. Крупная пресноводная рыба, достигающая длины более 1 м и массы 32 кг. Тело не высокое, продолговатое и вальковатое, брюхо не имеет килля, лоб широкий, рот полунижний. Взрослые рыбы имеют темно-золотистую окраску с белым брюшком. Созревает на 7-8 году жизни при длине 65-70 см. Оптимальная для нереста температура 20-22°C. Плодовитость высокая от 100 до 800 тыс. икринок. Питается высшей водной

растительностью. Способен очень быстро истребить собственную кормовую базу (особенно в южных районах). При недостатке растительности переходит на питание комбикормами, что может привести к конкуренции с карпом. Отличается очень высоким темпом роста. Целесообразно использовать в прудовом хозяйстве в качестве мелиоратора, так как поедая заросли макрофитов (рдеста, рогоза, и. т. д.) очищает от них пруды и дренажные каналы.

Важно отметить, что белый амур может питаться не только водными, но и наземными растениями, вносимыми в пруд – клевером, листьями свеклы, капусты и других овощей. При этом рыбопродуктивность только за счёт потребления растений может достигнуть 70 кг на пруд площадью 0,1 га. Поедая огромное количество растительной пищи белый амур создаёт хорошие условия для развития сестона – кормовой базы для веслоноса и белого толстолобика (сестон – совокупность взвешенных в воде организмов и неживого материала, seston-просеянный). Отфильтровывая сестон вместе с фитопланктоном и мелким зоопланктоном, веслонос и белый толстолобик увеличивает привес своей массы на 1 кг, съедая 30-60 кг этой массы.

Кроме белого толстолобика и веслоноса, вместе с 2-3-х летками белого амура рекомендуется выращивать пестрого толстолобика, сеголеток шуки, канального сомика, золотого и серебряного карасей и других рыб, для которых заросли в прудах не помеха.

Сеголетки белого амура в южных районах достигают 30-50 г, а двухлетки – 500-600 г, без потребления дорогих комбикормов. Ценный объект выращивания не только в прудовых хозяйствах, но и в приусадебных водоёмах.

Проходные карповые рыбы (кутум, вырезуб, рыбец, шемая).

Кутум (относится к роду плотва) – стайная проходная рыба юго-западного района бассейна Каспийского моря. В настоящий момент кутум акклиматизирован в бассейне Черного и Азовского морей. Отличается интенсивным ростом и за короткий срок достигает длины 60 см и массы 2,6 кг. Созревает на 3-4 м году жизни, при массе 1 кг. Нерестится в пойменных участках рек и озерах в марте-апреле, при температуре 8-12°C. Плодовитость колеблется от 90 до 150 тыс. икринок. Икра клейкая, самка откладывает её на самом различном субстрате (свежезалитой растительности, на зарослях камыша, в подмытых корневищах прибрежной растительности, на каменистом грунте). В зависимости от температуры воды развитие икры продолжается от 8 до 20 суток (в основном 12-15 суток). Питается преимущественно моллюсками.

Вырезуб – является родственной формой кутума и был раньше распространён в реках северо-западной части Черного моря. Сейчас вид очень редкий и занесён в красную книгу. Масса взрослых особей достигает 4-6 кг, при длине тела 60 см. Биология сходна с кутумом. Мясо кутума и вырезуба славятся своим вкусом и отсутствием костей.

Рыбец его ещё называют сырть. Ареал его широкий: бассейны рек Балтийского, Черного и Каспийского морей. Образует ряд популяций. Его размеры отличаются в зависимости от условий обитания. Например, в горных реках Крыма и Кавказа длина рыбака 15-20 см, при массе 0,2 кг, в устьях рек, впадающих в моря и в морских районах – 30-35 см, при массе 0,4-0,5 кг (иногда 0,9 кг). Рыбец – бентофаг, потребляет личинок насекомых, бокоплавов, моллюсков и червей. Крупные особи могут питаться мелкими рыб. Достигают половой зрелости на 3-4 году жизни. Для нереста поднимается в реки, с каменистым дном. Нерестовая миграция начинается осенью, а завершается зимой. Нерест происходит весной – летом при температуре воды 15-20°C. Икрометание порционное. Средняя плодовитость 75 тыс. икринок. Оболочка икринок после попадания в воду становится клейкой. Икра приклеивается к камням. Развитие икры длится 2-3 суток. В этот период большая часть икры выедается мелкими речными рыбами. Личинки в возрасте до 11-15 суток избегают света, прячась под камнями. После выклева переходят на активное питание. Рыбец является ценным промысловым объектом. Мясо у него белое, нежное, жирное, очень высоких вкусовых качеств. Больше всего рыбец ценится вяленным и копченым.

Шемая. Ценнейший объект рыбоводства. Благодаря своим высоким пищевым качествам шемая давно привлекла внимание рыбоводов. Недаром русское название «шемая» она получила от персидского «шах-май».

Тело удлинённое, не высокое. Рот конечный, за брюшными плавниками киль без чешуи. По внешнему виду напоминает уклею, но достигает более крупных размеров – 22-40 см, массы 80 г, предельный возраст до 8-10 лет. Обитает в бассейнах Азовского, Черного и Каспийского морей. Известны проходные, речные, озерные формы. По сравнению с полупроходными меньшие размеры и менее вкусное мясо. Полупроходные формы имеют важное промысловое значение. В азовском море шемая образует локальные популяции: донская, кубанская, обиточная (реки северного побережья) и т. д. Наиболее многочисленной является кубанская популяция. В отличие от рыбца шемая держится в толще воды. Промысловой зрелости достигает в 2-3 года, при длине самцов 12-14 см, самок 17-18 см. Плодовитость стад шемаи в разных реках колеблется от 6 до 75 тыс. икринок (в реках Азовского моря от 15,5 до 38 тыс. икринок). Начало нерестовых миграций проходных форм с моря в реки Кубань, Куру, Терек начинается с конца сентября – начале октября и продолжается до января – марта (с пиком в ноябре), при температуре 15-12°C. Нерест порционный, происходит ночью на перекатах с каменистым и галечным грунтом, в прозрачной воде, на глубине 20-40 см.

Шемая может нереститься и на искусственных нерестилищах. Выметанная икра заносится течением под ракушку, гальку и приклеивается к ним. Во время нереста икра сильно выедается рыбами. Развитие зародышей длится при температуре воды 15-20°C, 3-5 суток. Икра и личинки могут выживать и при незначительном осолонении, что особенно важно при вселении шемаи в водоёмы с не постоянным солевым режимом. Личинки избегают света и долго развиваются в затенённых местах. После рассасывания желточного мешка скатываются вниз по реке. Взрослые скатываются в море. Питается шемая насекомыми, ракообразными, планктоном и мелкой рыбой. Для поддержания численности азово-черноморской шемаи созданы специальные питомники.

8.2. Нетрадиционные объекты рыбоводства (буффало, европейский и канальный сом, щука, судак, пиленгас)

Семейство сомовых. Сомообразные очень близки по строению к карпообразным и раньше рассматривались как подотряд последних. В отличие от карповых у сомов нет настоящих чешуй, тело их голое или покрыто костяными пластинками; вокруг рта имеется несколько пар усиков, у многих есть жировой плавник, у некоторых видов у грудных и других плавников есть колючки и т. д. Сомообразные очень разнообразны: среди них есть и гиганты (наш обыкновенный сом весит до 300 кг), а есть карлики – до 2 см, есть хищные, мирные и ведущие паразитический образ жизни; населяют равнинные пресноводные и порожистые реки, болота, а некоторые переселились в подземные и морские водоёмы. Некоторые из сомов имеют электрические органы. Известно более 1200 видов сомообразных, из которых большая часть обитатели тропических и субтропических вод Южной и Центральной Америки, Африки и Азии.

Несмотря на разнообразие сомообразных, в их образе жизни можно найти много общего: большая их часть не любит морские воды и низкие температуры. Почти все сомы – хищники, поедающие рыб и водных животных (в основном донных), слабые пловцы и не совершают дальних миграций. Зрение слабое и ведущую роль в добывании пищи имеют осязание; среди сомов много ночных форм и хищников-засадчиков.

Для целей рыбоводства наибольший интерес представляют два вида: обыкновенный (или серебристый) сом и канальный (американский) сом (кошачьи сомы).

Обыкновенный сом (*Silurus glanis*) населяет реки и озера Европы, кроме выпадающих в Северный Ледовитый океан, его нет в реках Сибири, Англии, на Пиренейском полуострове, во Франции, Италии и западной части Греции. Окраска его очень изменчива, но обычно оливково-зеленая (почти черная на спине), брюхо белое, на боках неправильной формы пятно. Спинной плавник небольшой, жирового плавника нет,

анальный очень длинный. Верхняя челюсть имеет два длинных усика, нижняя – четыре коротких. Огромная пасть сома выдаёт в нём хищника. Это крупная рыба, достигающая длины 5 м и массы 300 кг, её обычная длина 1 м, масса 10-15 кг, в возрасте 4-5 лет. Половозрелым становится на 3-м году жизни, при длине 44-60 см и массе 5-6 кг. Нерест происходит обычно в пресной воде. Самка откладывает относительно крупную икру (до 3 мм) в примитивное гнездо из водной растительности на глубине 40-50 см, при температуре 18-22 °С. Плодовитость сома около 100 тыс. икринок.

Инкубация длится 3-4 суток. До выхода личинок гнездо охраняет самец. Выклюнувшиеся личинки имеют размер 7 мм. Через 4-5 суток, когда рассасывается желточный мешок, личинки начинают активно питаться зоопланктоном. Молодь, достигшая через 1 месяц массы 1-3 г может жить уже самостоятельно в выростном пруду. Сом активный хищник, питающийся в основном рыбой, но не брезгует и лягушками, раками, моллюсками, червями, насекомыми и даже падалью. Крупные особи нередко хватают плавающих на поверхности воды птиц и мелких животных (например, переплывающих реку собак). Размеры жертвы составляют от 15 до 35% от длины хищника. Но в целом, его прожорливость нередко преувеличивается.

Обычно сомы держатся в глубоких местах под корягами, в омутах у плотин. Сом не избегает солоноватой воды и кормится в лиманах Днепра, в Азовском, Каспийском и Аральском морях. В наших южных реках и морях сом является объектом промысла. Ценится его жирное и нежное мясо. В его мясе мало костей, содержит до 5% жира и 15-20% протеина. Ценный объект рыбоводства. Этому способствует высокий темп роста, устойчивость сома к различным заболеваниям, а также тот факт, что ему не нужны большие площади для нагула. Выращивается в искусственных водоёмах как самостоятельный товарный вид марикультуры, так и в качестве поликультуры, так как сом легко уживается со многими выращиваемыми рыбами: карпом, толстолобиком, судаком, осетровыми рыбами, линем и др. видами. При выращивании в прудах легко переносит зимовку, не потребляя никаких кормов. На втором году жизни от рыб массой 200 г можно ожидать при весе 700-1000 г. Сомы вселяют в качестве биологического мелиоратора в озера и водохранилища.

Канальный (американский сомик) относится к семейству кошачьих сомов. Естественный ареал этих сомов – разнообразные водоёмы Северной Америки. У американского сомика тело голое, в спинном и грудном плавниках колючки, усом четыре пары. Окраска его сильно изменяется в зависимости от условий обитания, обычно темно-коричневая. Это наиболее освоенный объект разведения в аквакультуре этого семейства. Размеры от 25 до 80 см; средняя масса взрослых особей от 0,3 до 5 кг, но встречаются и массой более 34 кг. Продолжительность жизни 10-15 лет. Данный вид теплолюбив (терморегим не ниже 25-30 °С), но очень вынослив – переносит зимовку подо льдом в течение 3-4 месяцев. Обитает как в пресноводных водоёмах, так и в водоёмах с солёностью до 21‰. То есть в отличие от европейского сома, этот вид эвригалитный. Содержание кислорода в воде должно быть не менее 5 мг/л. Летальные концентрации при температуре воды 25-35 °С колеблются от 0,95 до 1,08 мг/л.

Канальный сом созревает на 3-4 году жизни. Нерест происходит в мае-июне при температуре воды 25-30 °С. Икру откладывает в гнезда, которые охраняют. Плодовитость до 40-50 тыс. икринок. Личинки и мальки питаются зоопланктоном, рыбы старшего возраста практически всеядны: питаются личинками насекомых, ракообразными, хирономидами, моллюсками, мелкой рыбой. Канального сома успешно выращивают в прудах, в тех районах, где температура удерживается выше 22 °С, не менее 4 месяцев в году. При выращивании используют различные корма. Совместное выращивание канального сома с карпом, серебряным карасем и белым амуром не допускается из-за конкуренции в питании. Мясо канального сома нежное, вкусное и не уступает мясу форели и сиговых.

Буффало – относится к семейству чукучановых (Clatostomidae) род иктиобус или буйвол рыба. Близка к карповым и внешне похожа на них. Их родина реки Северной Америки. Буффало более теплолюбивый вид, чем карп и поэтому для их выращивания подходят хорошо прогреваемые воды южных районов, чем северных (Юг Украины и России, Молдавия, Северный Кавказ, республики Закавказья и Средней Азии). Это стайные рыбы, что облегчает их вылов в крупных водоёмах. В южных странах СНГ были акклиматизированы три вида буффало: большеротый, малоротый и черный.

Большеротый буффало - (*Ictiobus ciprinellus*) имеет верхний большой рот, хорошо развитый жаберный аппарат, планктофаг. В США его культивируют на рисовых полях, где он достигает товарной массы за 1-2 года. Это самая быстрорастущая рыба этого подвида. Обитает только в реках, в морской воде не встречается. Обычно в водоёмах большеротый буффало достигает массы 15 кг. Созревает на 3 году жизни, икра мелкая, клейкая, нерест – с первой половины марта до конца лета при температуре воды 14,4-16,7°C. Выклев при температуре 17°C происходит на 9-10-е сутки. Чаще всего откладывает икру на растения. Молодь питается низшими ракообразными, годовики потребляют водных пауков, остракод (ракообразные), реже фитопланктон. Рыбы старшего возраста предпочитают зоопланктон, из бентических животных – личинок хирономид и ракообразных. В прудах активно потребляют комбикорма.

Малоротый буффало (*I. Bubalis*) – по пищевой ценности выше большеротого. Но растет значительно медленнее. Достигает массы 14 кг, предельный возраст 7 лет. Половой зрелости достигает на 3-4 году жизни. Рот нижний, жаберный аппарат не приспособлен для фильтрации планктона (тычинки короткие и редкие). В отличие от предшествующего вида этот вид в основном бентофаг. У сеголетков бентос в пище составляет более 50%, у двухлеток более 2-3 пищевого комка составляют личинки хирономид и другие донные животные. Потребляют буффало и детрит, в прудах его кормят карповыми комбикормами.

Черный буффало *I. Niger* – бентофаг, растет быстрее малоротого. Созревает на 4-5 году жизни. Как и сазан, концентрируется в преднерестовый период, и осенью, при температуре воды до 15-13°C держится стаями у дна. Активно потребляет комбикорма.

Все три вида буффало являются объектами искусственного воспроизводства и выращивания. Можно их использовать для вселения в не спускные водоёмы комплексного назначения, например, в водоёмы – охладители электростанций. Следует учитывать, что использование буффало в поликультуре с карпом и пестрым толстолобиком не желательно, так как они плохо растут (из-за конкуренции в пище) и часто болеют лорнеозом.

Судак (*Luceoperca luceoperca*) самый крупный и ценный представитель семейства окуневых. Встречается в бассейнах Балтийского, Черного, Азовского, Аральского, Каспийского морей Акклиматизирован в различных водоёмах Европы и Азии. Кроме рек и озер может жить в опреснённых морских участках. Судак предпочитает равнинные водоёмы с хорошим кислородным режимом, любит чистую и прозрачную воду. Одним из первых покидает места загрязнения промышленными стоками. Достигает длины 120 см и массы 12 кг, но обычные размеры судака 2-4 кг. Образует две формы: пресноводную и полупроходную. Половой зрелости самки достигают на 3-5 году жизни, самцы – на 2-3 году.

В южных районах созревание происходит быстрее, чем в северных. Рыбы старше 10 лет нерестятся не ежегодно. Плодовитость колеблется от 82 до 2767 тыс. икринок (в среднем 200-500 тыс.). Икринки клейкие, с большой жировой каплей. Судак, в отличие от рыб со стайным нерестом (сазан, рыбец, шемая и др.) для нереста собираются в пары, при этом самцы строят гнезда (углубления длиной 50-70 см). Нерестится в конце апреля, начале мая, на глубине 0,5-1 м, при температуре воды 12-20°C.

Липкая икра откладывается часто на корни ивы и тростника, остатки растительности. Самец охраняет икру до выклева личинок и движениями плавников улучшает кислородный режим и предохраняет её от заиления. Развитие икры в

зависимости от температуры воды длится от 3 до 10 дней. У полупроходных форм нерест происходит в реках, а молодь скатывается с нерестилищ в море, с конца мая по июль. В море интенсивно нагуливается и к концу года достигает длины 17 см. ареал нагула судака в Азовском море ограничивается соленостью воды 12-15‰, по данным некоторых авторов соленость воды в местах нагула судака может достигать 14-16‰. Молодь судака питается зоопланктоном, личинками хирономид и по мере подрастания переходит на хищный образ жизни. Взрослый судак хищник, питающийся в основном мелкой рыбой.

Растёт судак как и многие хищники очень быстро. Сеголетки в прудах при обилии пищи нагуливают массу 100-150 г, двухлетки – 500 г, 3-х летки – 900 г, 4-х летки – 2500 г, при длине 40 см. Судак ценится за вкусное диетическое мясо, в нем мало костей. Рост судака в южных районах происходит быстрее, чем в северных. Судака разводят в целях воспроизводства рыбы в естественных водоёмах и как объект товарного рыбоводства. Для выращивания судака лучше всего подходят озера с содержанием кислорода в воде не менее 3-5 мг/л и температурой 14-18°C.

Обыкновенная щука (*Esox lucius*) – распространена циркум полярно в северных водах Европы, Азии и Америки. Её ареал один из самых обширных ареалов пресноводных рыб. Она предпочитает малопроточные или стоячие водоёмы, не любит быстрого течения, держится обычно у кромки зарослей водной растительности (рдеста, тростника и т. д.). Достигает длины 1 м и более и массы 35 кг. Продолжительность жизни 20 лет и более. Половой зрелости в естественных условиях достигает на 2-4 году жизни. Плодовитость щуки зависит от возраста и колеблется от 175 тыс. до 1 млн. икринок. Нерестится щука ранней весной (часто подо льдом) при температуре 3-6°C на мелководье. Обычно сначала подходит мелкая щука, затем средняя и крупная. Самцы всегда мельче самок и держатся по 2-4 около одной самки. Икра слабо клейкая и в процессе нереста прилипает к растениям. Ранний нерест щуки связан с её хищным образом жизни: чем раньше подрастут её мальки, тем раньше они начнут охотиться на молодь другой рыбы. Щука активный и прожорливый хищник. Её мальки до 5 см питаются планктоном, а затем переходят на питание молодью других рыб.

Кроме рыбы, щука поедает и других крупных организмов: водяных жуков, головастиков, лягушек, раков, водяных птиц (например, уток) и мелких млекопитающих. Щука хорошо растёт и может жить при низком содержании кислорода в воде – до 2 мг/л. Щуки выращиваются в прудовых и озерных рыбоводных хозяйствах в качестве естественного мелиоратора для уничтожения сорной рыбы, а также лягушек, личинок жуков, стрекоз и других водных насекомых.

Это один из ценных объектов разведения для заросших водоёмов, особенно при организации любительского и коммерческого лова. За год щуки достигают массы 150-300 г, на 2-м году жизни – 0,8-1,0 кг, на 3-м – 1,0-1,4 кг, на 4-м – 1,3-2,2 кг. Оптимальная температура для её содержания 14-20°C. Но она может переносить повышение температуры до 30°C. Содержание кислорода в воде не должно быть меньше 2-3 мг/л. Получить личинок щуки не сложно. Для этого достаточно осенью или весной выловить в диком водоёме несколько самок и самцов, размером 45-55 см и выпустить в зарыбленный водоём или использовать для заводского способа разведения.

Щука обладает тощим мясом и содержит 2-3% жира, является диетическим продуктом. Особенно если рыба поступила для потребления в свежем виде. Её широко разводят во всём мире (во Франции, Германии и т. д.).

Тиляпии – это широко используемые в аквакультуре относительно мелкие рыбы, входящие в семейство цихлид (*Cichlidae*), второе по количеству видов в отряде окунеобразных. Семейство включает 85 родов и не менее 680 видов. К этому семейству относятся пресноводные и солоноватоводные рыбы, населяющие в основном внутренние водоёмы Центральной и Южной Америки. Для цихлидовых характерно богатое видовое разнообразие: в некоторых озерах их обитает до 150-200 видов этого семейства.

В странах СНГ цихлиды давно известны как аквариумные рыбы. В настоящие годы начаты работы по использованию тилапий в качестве объектов аквакультуры. Будучи всеядными и плодовитыми эти теплолюбивые рыбы отличаются быстрым ростом, хорошими вкусовыми качествами и неприхотливостью к условиям среды.

В продукции мировой аквакультуры тилапии занимают второе место после карпа среди объектов рыбоводства.

В рыбоводстве используют тилапий трех родов (*Tilapia*, *Sarotherodon*, *Oreochromis*). Наиболее часто в качестве аквакультуры используют представителей рода *Ореохромис*, особенно Мозамбикскую тилапию. Размеры тилапий этого рода до 40 см, а масса до 5 кг (в среднем до 200-250 г). Эти рыбы неплохо переносят очень высокую загрязненность воды органическими веществами, что позволяет их выращивать в рыбоводных хозяйствах, расположенных в районах интенсивного животноводства. Относятся к всеядным рыбам. Половая зрелость наступает на 3-7 месяце жизни. Плодовитость – 0,2-5 тыс. икринок. Инкубация икры и вынашивание потомства происходит во рту самца. Период эмбрионального развития 5-10 суток. Некоторые виды – эвригалинные, некоторые переносят соленость до 15 ‰ (мозамбикская тилапия), а некоторые – (ауреа) – до 35-40‰; Для всех видов оптимальная температура воды 25-35°C, пороговая 10°C и 45°C, нерестовая 26-28°C; оптимальное содержание кислорода – 5-7 мг/л.

Семейство кефалевых. Товарное кефалеводство – одна из древнейших отраслей пастбищной аквакультуры, практикуемой в течение многих столетий в странах средиземноморского бассейна. В последние годы резко сократилась численность кефалей в море, что снизило эффективность кефалевых выростных хозяйств, особенно с Северо-западном Причерноморье.

Кефали преимущественно морские и солоноватоводные рыбы. Большинство видов кефалей обитают в субтропических и тропических зонах. Максимальная длина кефалей – 0.9 м ; всего их насчитывается около 10 родов и 95 видов. Многие виды кефалей имеют большое промысловое значение и используется в качестве объектов разведения. Эти рыбы отличаются высоким темпом роста, относительно большой пластичностью к температуре и газовому режиму, эвригалинны, обладают высокой плодовитостью с ценным мясом.

В Черном море обитает 5 видов кефалей, из которых 3-лобан (*Mugilcephalus*), остронос (*Liza saliens*) и сингиля (*L.aurita*) имеют промысловое значение. В 70-80-х годах здесь была акклиматизирована дальневосточная кефаль – пиленгас, которая в Азово-Черноморском бассейне достигла высокой численности и стала промысловым видом.

Большинство кефалей питаются детритом, обрастаниями – перифитоном и слабо конкурируют в питании с другими видами рыб, поэтому они играют важную роль в популяции прудов и других рыбохозяйственных водоёмов. В частности, в Азово-Черноморском бассейне существуют кефалевыростные хозяйства, где выращивают заходящих в лиманы и лагуны перезимовавших в море годовиков (сингиля, остроноса, лобана), или отлавливаемую во время миграции молодь этих рыб. Осенью во время миграции в море рыб, достигших товарной массы, отлавливают.

Кефалевые зимовально-лиманские комплексы двухлетнего цикла. Это новый тип хозяйства. Суть новизны – в попытках перевести пастбищную аквакультуру кефалей в лиманах на двухлетний цикл, используя преимущественно остроноса и лобана, отличающихся более быстрым ростом по сравнению с сингилем. Сеголеток остроноса и лобана вылавливают осенью в море, переводят в зимовальные комплексы и затем используют для выращивания в лиманах совместно с сингилем.

Кефале-карповые хозяйства основаны на выращивании выловленной в море молоди (сеголеток с последующей зимовкой в прудах и годовиков) в поликультуре с карпом и другими рыбами в обычных прудовых хозяйствах.

Кефалевые прудо-садковые хозяйства специализируются на выращивании производителей и получения от них потомства в контролируемых условиях для зарыбления прудов и других водоёмов.

Очень перспективным считается направление искусственного размножения кефали с дальнейшим помещением её молоди на доращивание в прудах или других водоёмах.

В условиях умеренного климата решающим фактором успешности разведения и выращивания объектов аквакультуры является их пластичность к изменяющимся факторам среды. Особенно это относится к черноморским кефалям, большинство видов которых не выдерживает снижения температуры воды до 4-5 °С и погибают. Наиболее перспективным объектом аквакультуры из кефалевых во внутренних водоёмах Украины и других стран умеренных зон является пиленгас.

Пиленгас (дальневосточная кефаль) успешно акклиматизирован в Азово-Черноморском бассейне и стал массовой самовоспроизводящейся азовской популяцией. От других черноморских кефалей отличается тем, что у него радужная оболочка глаза оранжевого цвета: хвостовой плавник слабо выемчатый; тело имеет темно-сетчатый рисунок. Его размеры в Азово-Черноморском бассейне до 72 см, а масса до 6 кг. Нерестится в начале мая в прибрежной мелководной зоне. Взрослые особи зимуют в море и в заливах, где имеется материковый сток. Из-за отсутствия условий для зимовки в Азовском море (предпочитает для зимовки большие глубины), значительная часть азовской популяции пиленгаса из Азовского моря мигрирует в Черное. Миграция в основном происходит вдоль восточных берегов Керченского пролива. Молодь пиленгаса в основном зимует в наиболее глубоких участках устьев рек.

Пиленгас выдерживает значительные колебания температуры от 32 °С летом до 0°С зимой, содержание кислорода от 8 до 1,4 мг/л, и соленость от 11 до 23 ‰. Отмечено, что при снижении кислорода до 1,4 мг/л гибель пиленгаса не наблюдается, но питание прекращается. Гибель пиленгаса отмечается только при содержании кислорода до 0,8-0,6 мг/л. При заморных явлениях периодически возникающих в азовском море, гибель пиленгаса не наблюдалась. Этот вид прекрасно подходит для разведения в условиях умеренного климата в солоноватоводных водоёмах. Темп его роста значительно выше в водоёмах Азово-Черноморья, чем у себя на родине – Дальнем Востоке. Так, в лиманах Азово-Черноморского бассейна двухлетки имеют массу от 100 до 430 г; 3-х летки – от 420 до 1167 г; 4-х летки – от 800 до 2167 г; пятилетки – от 1160 до 1300 г, шестилетки – от 1365 до 3500 г.

На Дальнем Востоке прирост массы значительно ниже: 3-х летки имеют массу 60 г; 4-х летки – 300г, 5-ти летки – 580 г, 6-ти летки – 620 г и 9-ти летки – 1200 г. Наиболее интенсивный прирост товарной массы этот вид кефали в лиманах Азово-Черноморского бассейна даёт на 3-4 году жизни (0,3-0,5 кг), затем рост снижается.

В естественных условиях взрослый пиленгас питается детритом, а личинки – инфузориями и зоопланктоном. Но при содержании в искусственных водоёмах и в садке молодь и взрослых особей кормят рыбным фаршем и искусственными кормами. На практике была доказана возможность получения потомства от производителей, выращенных в садках, расположенных в лиманах Азовского моря.

Североамериканский полосатый окунь (семейство каменные окуни Serranidae, род *Morone*) – *Morone saxatilis*. Ценная эвригалинная промысловая рыба, завезённая на юг России из США в 60-70-х годах с целью акклиматизации в Азово-Черноморском бассейне в качестве объекта интенсивного выращивания. Обладает прекрасными вкусовыми качествами. Широко распространен вдоль побережья Атлантического океана в США. Совершает миграции вдоль побережья; нерест происходит в реках и озерах и водохранилищах, при температуре воды 12-23°С. Икра и личинки выдерживают соленость до 16‰, сеголетки и взрослые рыбы – до 35‰. Молодь питается зоопланктоном, а при длине более 11 см – рыбой. В Азово-Черноморском бассейне масса двухлеток – от 0,5 - 0,75 кг, 3-х леток – 1,5-2; 4-х леток – более 2 кг.

Полосатый окунь перспективный объект для выращивания в поликультуре с карпом и растительноядными рыбами в рыбоводных прудах, а также перспективный

объект пастбищной аквакультуры в естественных и искусственных водоёмах комплексного назначения.

В последние годы полосатый окунь всё шире используется в качестве объекта марикультуры для выращивания в устновленных в море сетчатых садках. Особенно он перспективен для выращивания в садковых морских хозяйствах Азово-Черноморского бассейна.

При выращивании в прудах масса двухлеток достигает 0,5 кг, 3-х леток –1,0-1,5, 4-х леток – 2-2,5, 5-ти леток – 3,0-3,5 и 6-ти леток –3,5-6,0 кг. Обладает ценным мясом пригодным для изготовления балычных изделий.

Караси. Караси, золотой (*Carassius carassius*), и серебряный (*C. Auratus*) относятся к неприхотливым для выращивания рыбам из семейства карповых. Серебряный карась обитает ещё и в бассейнах рек Тихого океана и Средней Азии. Оба вида как и карп (сазан) имеют длинный спинной плавник, колючие лучи в спинном и анальном плавниках, но отличаются отсутствием усиков и однорядными глоточными зубами. Среди карасей известны гибриды, особенно перспективные для разведения и выращивания в прудах с ухудшенным газовым режимом.

Золотой карась (он же круглый и обыкновенный). Легко отличается от серебряного по количеству жаберных тычинок: у золотого их 33-35, у серебряного больше – 39-50.

Это самая неприхотливая и живучая рыба. Обитает обычно в заиленных, заросших водоёмах, где содержание кислорода снижается временами до 1-2 мг/л. Не выдерживает осолонения выше 10‰, но хорошо переносит колебания РН, а также значительные колебания температуры воды от отрицательных до +35-36°C (а байкальская популяция карася до +45°C). Даже вмерзший в лёд, золотой карась оживал, будучи извлечённым из ледяного «саркофага». В торфяных карьерах и заиленных водоёмах караси на зиму закапываются в ил на большую глубину (до 70 см) и выживают даже тогда, когда мелкие стоячие водоёмы промерзают до дна. Таким же образом караси поступают при летней засухе, когда озера и болота, в которых они живут полностью пересыхают. Видимо, вследствие таких особенностей экологии карася они появляются в пересохших озерах Северного Казахстана после заполнения их водой. Благодаря необыкновенной выносливости к неблагоприятным факторам, а также высоким вкусовым качествам золотой карась может быть объектом разведения в условиях, в которых другие объекты выжить не могут.

Обычная масса золотого карася – 0,2 кг, но может достигать 1 кг и более. Созревает обычно на 3-4 году жизни при длине 13-15 см и средней массе 160 г. Нерест порционный.

У впервые нерестующих рыб плодовитость от 10 до 100 тыс. икринок, у повторно нерестующих рыб плодовитость от 250 до 350 тыс. икринок. Нерест происходит весной при температуре 14-16 °С на мелководье (глубины 30-50 см). Оплодотворенная икра приклеивается к субстрату (обычно к подводным растениям). Выклев личинок происходит через 3-7 суток после нереста. Личинки золотого карася быстро переходят на питание фито-зоопланктоном. Мальки размером 2-4 см уже питаются донными организмами: ракообразными и моллюсками. Более крупные особи длиной 10-15 см питаются и детритом. На первом году жизни золотой карась достигает средней массы 10-15 г (5-8 см), на втором – 50-100 г (13-15 см), на третьем – 110-180 г (15-17 см), на четвертом – 200-250 г (18-20 см).

Но чаще всего, в связи с медленным ростом золотого карася его используют как дополнительный объект разведения в прудах, где выращивают более быстро растущих рыб (карп, толстолобик и др.). В особенности это касается водоёмов с плохим и не стабильным кислородным режимом.

Серебряный карась отличается от золотого не только окраской, формой тела и количеством жаберных тычинок, но и большими размерами и большим темпом роста. Этот вид достигает длины 45 см и массы более 1 кг. В отличие от золотого карася более привязан к озерам, встречается в больших реках. Этот вид имеет в основном сходные

особенности биологии с золотым карасем. Отличие заключается в том, что когда он впадает в спячку (обычно в октябре-ноябре), то не зарывается в ил, а начиная с массы 5 г хорошо поедает комбикорм. При выращивании серебряных карасей в прудах с искусственным кормлением их темп роста значительно увеличивается : сеголетки нагуливают до 15-20 г средней массы, 2-х летки до 400 г.

Серебряного карася используют в качестве выращивания в поликультуре с другими рыбами, а в некоторых случаях (монокультуре). У серебряного карася наблюдается необычное соотношение полов. Как правило, самцов бывает меньше чем самок. Чаще всего встречается популяция, где самцы совершенно отсутствуют. Самки в таких популяциях размножаются при участии самцов других видов рыб – гиногенез (гиногенез – развитие самок, способ развития, при котором спермий проникает в яйцеклетку, не оплодотворяет её, а лишь стимулирует её развитие. Не путать с партеногенезом – девственное размножение, когда спермий не проникает в яйцеклетку и при этом стимулирует её развитие), близких по экологии размножения (золотой карась, карп, линь). В потомстве получаются только самки, ничем не отличающиеся от материнских особей.

Серебряный карась отличается удивительной пластичностью и оказался прекрасным объектом для селекционных работ. В частности золотая рыбка была выведена из серебряного карася в Китае почти 1000 лет назад. В настоящее время золотые рыбки – одни из самых популярных аквариумных и прудовых рыбок. Их широкому распространению способствовала их неприхотливость и чрезвычайное разнообразие (рыбы – телескопы, небоглазки и др.). На Украине разработана технология промышленного разведения золотой рыбки

Европейский речной угорь относится к семейству речных угрей – Anguillidae, включающих в себя один род *Anguilla* и 15 видов. Это обычно катадромные рыбы, населяющие моря тропической и умеренной зон, кроме Восточной и Южной Атлантики. Наиболее известны и используются в аквакультуре европейский речной угорь (*A. Anguilla*), американский речной (*A. Rostrata*), японский речной (*A. japonica*).

Жизненный цикл европейского речного угря сводится к следующему. Пржив от 5 до 25 лет в реках и достигнув половой зрелости угорь скатывается из рек в море для миграций к местам нереста в Саргассово море. Скат взрослых угрей из рек в море происходит обычно в самые темные и безлунные ночи. Попав в море, миграция угря происходит в течение 1-2 лет на глубинах 1000-1500 м. Двигаясь по направлению глубинных течений половозрелые угри преодолевают расстояния 4-7 тыс. км и в конечном итоге попадают в Саргассово море, где на глубине около 400 м происходит их нерест при температуре воды не более 16-17°C и солености около 37‰, а после нереста угри погибают. Вышедшие из икры личинки (лептоцефалы) поднимаются к поверхности воды и начинают обратную миграцию. Они пассивно в течение 1-2 лет разносятся течениями (в основном Гольфстримом) к берегам Европы и при этом многие из них гибнут от многочисленных врагов. Личинки угря имеют в длину 17-20 мм, и их стадия развития длится от нескольких месяцев (у японского и европейского угрей) до 1,5-3 лет (у европейского).

Часть личинок популяции европейского угря проникает в Дунай, Днепр, Днестр, Дон, Кубань через Средиземное, Мраморное и Черное моря; часть мигрирует из Балтийского моря в бассейны рек Западного Буга, Припяти и Шацкие озера на Волыни.

Угри очень неприхотливы к условиям жизни и отличаются эвритермностью (их личинки отлавливают даже при температуре (-0,8°C), эвригалинностью, могут даже жить некоторое время (3-5 суток) без воды в увлажнённом месте среди водных растений. Во влажном воздухе угорь без воды и при температуре 24°C выживает до 36 часов, так как его слизистая кожа может потреблять кислород более 17 куб см в час на килограмм веса.

Выбрав подходящее место жительства, угорь живёт там долго, но способен выползть из водоёма и мигрировать в другие места, что является отрицательным качеством с точки зрения рыбовода.

Его мясо нежное, отличается высокой жирностью (28-32%), высоким содержанием белка (11-17%) и высоко ценится, особенно в копченном виде.

Питание, размеры и темп роста. Угорь ведёт ночной образ жизни. В светлое время суток он не питается, зарывается в илистый грунт до 0,8-1,5 м. Выставляя наружу только голову. Но ночью выходит на охоту. Мелкие особи питаются личинками водных насекомых, моллюсками, червями и ракообразными. В питании крупных рыб преобладает мелкая не промысловая рыба (окунь, ерш, плотва). Наиболее интенсивного питания в летние месяцы с мая по сентябрь, зимой погружается в спячку, глубоко погружаясь в ил.

Угорь достигает длины 1 м и более, а масса до 2-3 кг и более. Самцы меньше самок. Несмотря на исключительную прожорливость, угорь растёт относительно медленно, но в искусственных условиях удаётся получать угря, как мы увидим ниже значительной длины и массы.

Общий мировой вылов угря (в основном Дания, Франция) 12 тыс. т в год, в том числе странами СНГ – 100 т. Мировое выращивание только японского угря составляет 200 тыс. т в год и перспектива развития его выращивания по прогнозам ученых очень большая.

Перспектива выращивания европейского речного угря. В связи с сильным антропогенным загрязнением прибрежных морских вод и большим количеством гидротехнических сооружений на реках естественный заход угря в реки Северо-западной России практически прекратился. Поэтому европейский угорь во внутренних водоёмах вселенец, его количество определяется масштабом зарыбления.

Материалом для зарыбления озёр служат стекловидные личинки европейского угря, приобретаемые в странах Западной Европы, и личинки американского угря, завезённые с Кубы.

Промысловые размеры европейского угря: в Прибалтике 55 см, в Белоруссии – 60 см. Таких размеров угорь достигает на 7-8 году, чаще на 9-10 году после посадки в озера. На 5-м году жизни в пресной воде угри длиной более 60 см с средней массой 500-1000 г составляют около 40% стада, которую в основном и облавливают.

Широко практикуется интенсивное выращивание угрей в контролируемых условиях: в садках и бассейнах, снабженных водой, преимущественно за счет сброса термальных стоков энергетических объектов с применением гранулированных комбикормов, другого искусственно приготовленного корма или кормосмесей. В бассейнах на термальных водах рост угря может быть очень высоким: за 20 месяцев (то есть чуть больше 1,5 года) при температуре воды 23°C и кормлении мясом средняя масса угрей увеличивается с 2 г до 520 г.

Вопросы для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте основные объекты разведения лососевых рыб.
2. Дайте характеристику карповым рыбам, как объекту разведения.
3. Охарактеризуйте нетрадиционные объекты рыбоводства (буффало, европейский и каналный сом, щука, судак, пиленгас).

Литература: [5, 6,7]

ТЕМА 9. МЕТОДЫ РАЗВЕДЕНИЯ РЫБ

9.1. Инбридинг

Интенсивное выращивание рыбы в прудах, внедрение новых направлений в традиционное прудовое рыбоводство, садковое и бассейновое рыбоводство, рыбоводство в установках с замкнутым циклом, использование для рыбоводства малых водохранилищ и солоноватоводных водоёмов, торфяных карьеров и заросших озёр, переход от монокультуры до поликультуры, которые характеризуются расширением видового

состава, привели к возникновению новых проблем, связанных с резким изменением условий выращивания и возникновением в ряде случаев стрессовых факторов.

В связи с этим, возрастают требования к качеству выращиваемых пород и культивируемых видов рыб. В задачи селекционно-племенной работы входят решение таких вопросов, как использование достижений современной зоотехнии, повышение продуктивности культивируемых рыб и обеспечение ими рыбоводных предприятий, причем эта работа базируется на племенных стадах, выращивания и подбора ремонтных рыб, содержания производителей, получения от них потомства.

Рыбоводство, будучи специфичной отраслью животноводства, в племенной работе имеет много общего с ним. Наряду с этим, биологические особенности рыб, связанные с жизнью в водной среде, наружным оплодотворением, высокой плодовитостью, значительным влиянием внешней среды на большинство жизненных функций определяют специфику племенной работы.

Как отметил В.С. Кирпичников, племенная работа основывается на достижениях специальной генетики карпа, лососевых, осетровых и других видов рыб.

Отмечен тот факт, что селекционно-племенная работа в рыбоводстве наибольшего успеха достигла в карповодстве, где достигнуты важные результаты в разведении традиционного объекта рыбоводства – карпа, путем использования нерестовых прудов. Очевидно, что селекционные племенные работы с карпом следует проводить также при использовании разных групп ремонта и производителей, полученных заводским методом.

Аналогично животноводству в основу методов разведения положен подбор пар. Разведение, при котором подбирают пары одного вида называется чистопородным, а когда спаривают пары разных видов, а также их помесей называется скрещиванием. Наряду с традиционными методами разведения, существуют специальные методы разведения, осуществляемые на генетическом уровне.

Очень важная биологическая особенность чистопородных животных – передача видовых свойств, закрепленные отбором и продолжительным однородным подбором. Главная цель чистопородного разведения – сохранение и улучшение ценных признаков вида (породы). Этот метод используется в племенном животноводстве, в том числе и в рыбоводстве, при работе с высокопродуктивными породами.

В чистопородном разведении возможны два варианта использования производителей в зависимости от степени их родственности. Спаривание животных, которые находятся в кровном родстве, или спаривание близкородственных организмов, называется **инбридинг**. Он может быть близким (кровосмешение и близкородственное спаривание), средним и дальним. Спаривание особей, которые имеют близкородственных производителей первого поколения (брат x сестра, отец x дочка, мать x сын), называют кровосмешением, или близкородственным разведением, в других случаях говорят про средний инбридинг.

Инбридинг широко используется в селекции сельскохозяйственных животных. Биологическая суть и практическое значение инбридинга сводится к накоплению и закреплению желаемых наследственных признаков действием гомозиготности, наследственной стойкости инбридингового потомства. Родственное разведение ведёт, как правило, к снижению жизнеспособности и ухудшению показателей продуктивности – инбредной депрессии. Основной причиной инбредной депрессии является переход в гомозиготное состояние и проявление рецессивных генов с вредным эффектом. Важную роль играет и снижение общего уровня гетерозиготности.

У рыб проявление инбредной депрессии может быть выражено очень сильно. У карпа одно поколение тесного инбридинга обычно снижает темп роста на 15-20%. Наряду с этим ухудшается выживаемость рыб, увеличивается число уродов, снижается плодовитость. Так например, в опытах М.А. Андрияшевой, во втором поколении близкородственного скрещивания у пеляди выживаемость эмбрионов снизилась на 25%.

Вредное влияние инбридинга особенно сильно сказывается при неблагоприятных условиях выращивания, на фоне которых выживаемость рыб может снижаться в 2-3 раза и более. В некоторых случаях тесный инбридинг может приводить к почти полной гибели рыб.

Ущерб от инбридинга, таким образом, может быть значительным, и при промышленном разведении его стремятся не допускать. Вместе с тем в селекционных работах инбридинг находит широкое использование. В животноводстве этот метод применяют, в частности, для сохранения в селекционном стаде ценных генов выдающегося родоначальника (разведение по линиям, семейная селекция). Тесный инбридинг является необходимым при создании генетических однородных групп – инбредных линий, предназначенных для промышленной гибридизации. Умеренный инбридинг ускоряет процесс стабилизации создаваемой породы. Его используют также при создании дифференцированной внутривидовой структуры. При умеренном инбридинге относительное число выщепляющихся в каждом поколении генов с вредным эффектом сравнительно невелико и они постепенно элиминируются отбором.

Таким образом, последствия инбридинга могут быть различными, что зависит от комплекса факторов. Особенно опасен инбридинг в стадах, в которых ранее исключалось родственное разведение. Умеренный инбридинг в сочетании с интенсивным направленным отбором практически безвреден и успешно используется селекционерами при решении ряда практических задач.

9.2. Аутбридинг

Аутбридинг (от английского *out*-вне и *breeding*-разведение)- получение потомства от неродственных производителей. Неродственными принято считать особей, у которых общие предки отсутствуют не менее чем в пяти поколениях. Аутбридингом называют также систему случайных скрещиваний при достаточной численности производителей, участвующих в размножении (20 пар и более)

Аутбридинг сохраняет высокую гетерогенность популяции. Обычно его применяют на более поздних стадиях селекционного процесса для обеспечения массовой репродукции племенного материала. При аутбридинге применяют – скрещивание неродственных организмов разных пород, сортов и даже видов. Используется в животноводстве (и растениеводстве) для предотвращения вредных последствий близкородственного скрещивания (инбридинга).

9.3. Методы скрещивания

Получение потомства от производителей разного происхождения называют скрещиванием. Получаемое при таком разведении потомство принято обозначать помесями. При скрещивании более отдаленных форм (подвидов, видов и т. п.) говорят о гибридизации, а получаемое от них потомство называют гибридами.

Термин «скрещивание» в рыбоводстве используют также при получении потомства от подобранных производителей независимо от степени их родства. Если при этом необходимо подчеркнуть, что речь идет о разнородных производителях, то используют понятие «неродственное скрещивание»

Скрещивание приводит к объединению наследственных свойств разнородных особей. Получаемое потомство обладает повышенной генетической изменчивостью, что открывает широкие возможности для селекции. Скрещивание является, таким образом, одним из важнейших приёмов, используемых для улучшения существующих и выведения новых пород.

В зависимости от селекционной задачи исходные неродственные группы используют в скрещиваниях однократно или многократно. В соответствии с этим различают несколько типов скрещивания.

Воспроизводительное скрещивание – однократное скрещивание производителей разного происхождения. Применяется для выведения новой породы от двух или

нескольких существующих. Одноразовое скрещивание часто бывает недостаточным для приобретения помесями необходимых качеств. Поэтому скрещивание повторяют с одной и той же улучшенной породой или в поисках нового типа привлекают третью и четвертую породу и получают животное с желаемыми признаками. При этом полученные помеси в дальнейшем воспроизводят «в себе» в ряде поколений, осуществляя интенсивный отбор в направлении, отвечающем задаче селекции. В зависимости от количества пород различают простое (две породы) и сложное (более 2-х пород) воспроизводительное скрещивание, когда последовательно скрещивают две и более группы животных.

При сложном воспроизводительном скрещивании стремятся, чтобы каждая из исходных групп обладала какими-то ценными свойствами, объединение которых было бы желательным в создаваемой породе. Такой метод создания пород называют синтетической селекцией.

Воспроизводительное скрещивание получило широкое применение в рыбоводстве. Этот метод использован в селекционных работах с ропшинским, парским и сарбоянским карпами. На основе синтетической селекции ведется создание породы среднерусского карпа. Особый интерес представляет синтетическая селекция с использованием отдаленных гибридов (например, селекция бестера), позволяющая создавать новые формы, отсутствующие в природе.

Вводным скрещиванием называют однократное скрещивание улучшаемой местной породной группы с породой – улучшателем; затем полученных помесей в течение нескольких поколений скрещивают с исходной местной формой.

Вводное скрещивание применяют обычно в том случае, когда местная порода удовлетворяет в целом требованиям селекционера. Скрещивание же используют для передачи лишь какого-то одного или немногих ценных свойств, отсутствующих у местной породы.

Вводное скрещивание было использовано в работах по селекции нивчанского внутривидового типа украинского чешуйчатого карпа: для повышения общей жизнеспособности и холодостойкости украинских карпов скрестили с ропшинскими карпами, а затем провели два возвратных скрещивания полученных помесей с украинскими карпами.

Поглотительное скрещивание – многократное скрещивание помесей с породой-улучшателем. В животноводстве этот метод широко применяют для постепенной замены местных стад ценным племенным материалом. При этом обычно самок местных стад скрещивают с самцами завезенной породы. В рыбоводстве данный метод не представляет особого интереса: вместо него целесообразна прямая замена менее ценного племенного материала более ценным, что благодаря высокой плодовитости рыб может достигаться сравнительно быстро.

Поглотительное скрещивание проводится для получения животных заданного конституционного и продуктивного типов. При использовании поглотительного скрещивания необходимо четко определять поставленную цель, а затем обосновать ее целесообразность и дать оценку возможных конечных результатов.

Промысловое скрещивание – реальный путь повышения продуктивности животных. Оно включает две основных группы методов:

-дискретные методы, когда получением помесей заканчивается соответствующий цикл скрещивания и потом начинается новый (простое промысловое, обратное, трехпородное скрещивание)

-беспрерывные методы – когда помеси каждого поколения используют для дальнейшего разведения (переменное или ротационное (непрерывное) скрещивание).

Наиважнейшая конечная цель скрещивания – использование гетерозиса, который проявляется лишь при скрещивании хороших разнородных пород с признаками, которые плавно (медленно) наследуются. Признаки сочетания пород пока ещё не прогнозируются,

а определяются экспериментально с помощью прямых исследований скрещивания, которые выполняются для каждой природной зоны, для каждого стада.

9.4. Гетерозис

Гетерозис (от греческого heteroisis изменение, превращение).

Под гетерозисом понимают преимущество гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами. Полученные в результате гетерозиса гибриды характеризуются повышенной общей жизнеспособностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды, часто имеют более высокие темпы роста и плодовитость. Во втором и последующих поколениях гетерозис затухает.

Гетерозисный эффект при неродственном скрещивании обнаружен у многих рыб. Значительный гетерозис по жизнеспособности даёт, например, скрещивание культурного карпа с амурским сазаном. Повышение продуктивности при неродственном скрещивании установлено также в работах с другими прудовыми рыбами.

Использование гетерозиса – важный источник повышения продуктивности животных и растений. Главная задача состоит в выявлении наиболее удачных «гетерозисных» сочетаний партнеров путём оценки комбинационной способности их.

Существует следующая классификация гетерозиса:

- репродуктивный гетерозис — более высокая общая продуктивность животных, связанная с повышением плодовитости (фертильности) и более мощным развитием их репродуктивных органов;

- соматический гетерозис — более сильное развитие вегетативных частей (у растений), органов и частей тела (у животных). У мулов, например, сильно выражен соматический гетерозис, то есть большая живая масса; выше тяговое усилие; повышенное долголетие; особая выносливость; но в то же время репродуктивная система недоразвита. Как правило, они бесплодны. Сказанное выше — это пример частного гетерозиса (мощное развитие касается не всего организма животного, а лишь его отдельных признаков) в отличие от общего гетерозиса, когда имеет место развитие общей массы тела животного, повышение метаболических процессов в организме в целом, что обеспечивает повышение его продуктивности;

- адаптивный гетерозис — повышенная жизнеспособность животных, их лучшая приспособляемость.

Следует отметить, что гетерозис проявляется у помесей и гибридов — межвидовых, межпородных, межлинейных — по ограниченному числу признаков. Он никогда не проявляется по сумме всех родительских признаков. Помеси (гибриды) превосходят своих родителей не по всем показателям продуктивности, не по всем признакам, не по их сумме, а лишь частично, по отдельным признакам (или группе признаков) или даже по отдельно взятому признаку.

В основе гетерозиса лежат два основных дополняющих друг друга генетических механизма:

1) Совмещение у гибридов полезных доминантных генов, накопленных обеими скрещиваемыми формами;

2) Увеличение у гибридов общего уровня гетерозиготности.

И в том и в другом случае происходит биохимическое обогащение гибридных особей. Нередко у этих гибридов жизнеспособность повышена, особенно при скрещивании инбредных линий или сильно инбридированных пород.

Важным условием успеха промышленной гибридизации рыб является предельная чистота ее проведения. Гибриды 1-го поколения должны полностью изыматься из водоемов. Оставление их на племя (запланированное или случайное) приводит к засорению маточных стад исходных форм и нередко сопровождается тяжелыми последствиями. Как, например, выпуск бестеров (гибриды 1-го поколения) в естественные водоемы привело к генетическому загрязнению естественных популяций осетровых.

Чистоте промышленной гибридизации могут оказать большую помощь генетические метки – оба родителя и гибриды могут различаться по аллелям генов окраски, чешуи и некоторых биохимических локусов.

В настоящее время считаются наиболее перспективными следующие внутривидовые гибридные комбинации:

1) Межпородные помеси карпа *C. carpio*. Сильный гетерозис наблюдается при скрещивании украинского и ропшинского карпов. Хорошие результаты дает скрещивание карпа породы Дор-70 с югославским карпом и с тайваньским (китайским) карпом. Эта последняя комбинация особенно рекомендуется для выращивания в относительно бедных прудах. Гетерозис по выживаемости и продуктивности отмечен при скрещивании венгерских и польских карпов;

2) Помеси растительноядных рыб семейства карповых (Cyprinidae). При скрещивании белых амуров (*Stenopharyngodon idella*) из рек Янцзы (Китай) и Амур (Россия) наблюдается гетерозис по выживаемости и темпу роста. Такой же гетерозис установлен и для помесей между белыми толстолобиками (*Hypophthalmichthys molitrix*) китайского и амурского происхождения;

3) Внутривидовые скрещивания лососевых рыб (Salmonidae). Гетерозис обнаружен при некоторых межпородных скрещиваниях радужной форели (*Salmo gairdneri*). Повышенная выживаемость характерна для помесей обыкновенной и альбинотической форелей. Гетерозисными являются гибриды между двумя подвидами симы (*Oncorhynchus masu*), межрасовые гибриды кижуча (*O.kisutch*) и ручьевого гольца (*Salvelinus fontinalis*);

4) Помеси сомиков сем. Ictaluridae. Скрещивание канальных сомиков (*Ictalurus punctatus*) из разных породных групп или местных штаммов приводит к гетерозису по скорости роста и выживаемости;

5) Гибриды одомашненных (культурных) карпов различных пород с диким амурским сазаном (*C.c.carpio C.c.haematopterus*). Карпо – сазаньи гибриды отличаются наличием сильно выраженного гетерозиса на первом году жизни.

Имеются хорошие перспективы практического использования и ряда межвидовых и межродовых гибридов.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем состоит принцип воспроизводительного скрещивания, с какой целью оно проводится?
2. В чем состоит принцип вводного скрещивания, с какой целью оно проводится.
3. В чем состоит принцип поглотительного скрещивания, с какой целью оно проводится?
4. Что представляет собой гетерозис? Охарактеризуйте основные виды гетерозиса.
5. Каково значение явления гетерозиса в селекции рыб?
6. Охарактеризуйте основные формы гетерозиса.

Литература: [1, 2, 3, 5]

ТЕМА 10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ РЫБ

10.1. Переопределение пола у рыб

Рыбы обладают очень пластичной системой репродукции. Неопределенность с половой принадлежностью остается и в онтогенезе. Чаще всего у молоди нет половых различий до момента полового созревания. При этом даже гистологические исследования гонад не проясняют ситуации с полом.

Итак, у рыб наблюдается в большинстве случаев раздельнополость.

При этом возможны варианты:

- 1) женская гомогаметность и мужская гетерогаметность – у большинства рыб (каarp, стальноголовый лосось, белый амур, радужная форель, рыбец).
- 2) Женская гетерогаметность и мужская гомогаметность (японский угорь, тилапии). Кроме того, есть виды, у которых у одного из полов половая хромосома непарная. Так, например, самка фундулюса имеет парные половые хромосомы (XX), а самец - непарную половую хромосому (XO).

У основных объектов рыборазведения -- некоторых карповых, лососевых, представителей осетровых рыб -половых хромосом нет. У этих рыб половой детерминизм имеет полихромосомную основу, т. е. гены, кодирующие первичные и вторичные половые признаки рассредоточены по другим соматическим хромосомам.

Наряду с раздельнополыми, среди рыб встречаются гермафродиты.

Различают: ювенальный гермафродитизм, то есть присутствие одновременно женских и мужских половых гонад и соответственно половых клеток только на ранних стадиях развития. У неполовозрелых особей, т. е. параллельное развитие и мужских, и женских гонад и соответственно половых клеток, одни из которых впоследствии отмирают.

Как нормальное физиологическое явление у рыб встречается несколько типов функционального гермафродитизма. Особенно много примеров этого явления у окуневых рыб. Есть виды окуней, которые первую половину репродуктивного периода являются самками, а вторую - самцами. При этом рыбы имеют и первичные, и вторичные половые признаки с нормальным ово- или сперматогенезом и соответствующим полу нерестовым поведением.

Переопределение пола - это естественное или искусственное изменение одного пола в другой вследствие бисексуальной потенции организма.

Управление половым детерминизмом при искусственном разведении рыб имеет большое практическое значение. Особенно полезным этот прием может быть при разведении ценных рыб – осетровых, лососевых. Здесь желательно иметь большое поголовье самок и ограниченное количество самцов, У костистых рыб предпочтительное разведение особей одного определенного пола, обладающего большей скоростью роста, ценно с хозяйственной точки зрения. У карпа (*Cyprinus carpio*) преимущество в росте принадлежит женским особям и составляет примерно 10-30%. Такая же картина наблюдается и у лососевых рыб (*Salmonidae*), а у тропических видов тилапий (*Oreochromis*) и африканских сомов (*Clarias*) наоборот, мужские особи обладают большей скоростью роста, чем женские.

Выращивание однополого потомства предотвращает бесконтрольный нерест производителей и тем самым обеспечивает возможность регуляции численности рыб (это важно при проведении работ по акклиматизации).

В настоящее время выделилось два течения, раскрывающие возможности регуляции соотношения полов.

Первое - метод гормональной инверсии пола. То есть превращение генотипических самок в функционально полноценных самцов или генотипических самцов в самок.

Андрогены и эстрогены не разрушаются в желудочно-кишечном тракте. Поэтому они добавляются в корма. Включения метилтестостерона в рацион личинок тилапии в количестве 30-50 мг/кг приводит к тому, что в стаде половозрелых рыб самцы составляют 95-100 %. При добавлении в рацион форели этого же гормона (3 мг/кг) все особи превращались в самцов.

При добавлении в рацион гормона эстрадиола (20 мг/кг корма) у лососей формировалось полностью (на 100 %) женское гомосексуальное стадо. Это называется «феминистический» эффект.

Создание однополых или почти однополых популяций возможно благодаря определению пола вручную, гибридизации, селекции и прямому и косвенному

использованию гормонального переопределения пола. Определение пола вручную трудоемко и неэффективно, и скрещивание гибридов применимо только к особым комбинациям видов, в частности, опять же, у тилапии. Недавно также было показано, что у тилапии существует генетическое основание дифференциации пола в зависимости от температуры, то есть что процентное соотношение мужских особей благодаря выращиванию мальков при высокой температуре может быть увеличено путем селекционного разведения.

Самыми применимыми методами получения однополых стад являются прямое переопределение пола с использованием гормонов или косвенное переопределение посредством генетических программ разведения. Прямое переопределение пола может, в общем, применяться вне зависимости от системы определения пола и успешно осуществлялось у ряда видов путем погружения икринок и мальков в гормональные растворы или с использованием питания, основанного на гормональных кормах.

Косвенный подход посредством применения программ разведения требует понимания генетических механизмов определения пола у видов, и основным фактором успешности является то, что это моногенная система, такая как в мужской гетерогаметности (XX женская; XY мужская) у лососевых и некоторых видов тилапии и женской гетерогаметности (WZ женская; ZZ мужская) у некоторых видов тилапии и ракообразных.

Потенциальная выгода от однополых женских стад в лососевой аквакультуре была определена уже давно и связана с большей доступностью женских рыб-производителей и предотвращением преждевременного созревания мужских особей, что приводит к снижению роста, выживаемости и утрате качества мяса после созревания. Использование всего полученного женского потомства с применением переопределенного (неомужского) маточного стада не является универсальным, но в некоторых странах есть сектора, в которых большая часть производства основана на однополом выращивании.

Однополые мужские стада имеют большую хозяйственную ценность в некоторых видах, в частности, у тилапии, потому что в этом виде представлены проблемы в производственной системе как с преждевременным созреванием, так и с нежелательной репродукцией. Такие стада могут выводиться также и путем прямой или косвенной маскулинизации. Добиться переопределения пола на мужской удалось в ряде видов рыб посредством применения экзогенных андрогенов, а именно путем назначения питания, обработанного метилтестостероном, в ранние периоды жизни животных, и широко применяется в питомниках тилапии по всему миру.

Программы разведения для получения полностью мужского потомства относительно легко и успешно осуществляются у видов с женской гетерогаметностью, таких как голубая тилапия (*Oreochromis aureus*) и гигантская пресноводная креветка (*Macrobrachium rosenbergii*). У видов с мужской гетерогаметностью также возможно получение генетически полностью мужского потомства через поколение новых «супермужских особей» YY, и такая программа разведения действует на промышленном уровне в отношении нильской тилапии *O. niloticus*.

Программы регулирования пола значимы только для некоторых видов, в отношении которых значительная экономическая выгода появится только при культивировании однополых стад. Прямое индуцирование изменения пола при помощи гормонов может столкнуться с сопротивлением со стороны общественности – потенциальных потребителей обработанной рыбы, несмотря на то, что исследования показали, что чрезмерное количество экзогенного гормона исчезает из тканей рыбы вскоре после прекращения обработки. Более приемлемым будет использование экологически чистых и этически целесообразных подходов (таких как манипуляция экологическим определением пола, а не обработка гормонами).

Косвенные подходы, такие как программы разведения для однополого производства будут более широко приняты обществом, но столкнутся с более серьезной

трудностью, ибо они должны основываться на глубоком понимании генетических механизмов определения пола, что потребует больших усилий в исследовательской области.

Регулирование пола может использоваться как форма биологического ограничения на том основании, что любые сбегавшие особи не смогут скрещиваться друг с другом и, следовательно, не смогут формировать устойчивые одичавшие популяции. Чтобы эта технология являлась эффективной формой ограничения, культивируемые стада должны гарантированно на 100 процент являться однополыми, и она может применяться только в том случае, если в принимающей среде обитания нет репродуктивно совместимых видов.

10.2 . Индуцированный мутагенез

В целом по России с 2007 г. уровень добычи рыбы снижается в среднем ежегодно на 17,7%, следствием чего является уменьшение производства рыбной продукции почти на 10%. Для преодоления этих негативных тенденций в настоящее время утверждена Концепция развития рыбного хозяйства РФ на период до 2020 г., задачами которой являются не только увеличение объемов вылова, но и повышение эффективности использования и развития ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в целом.

В настоящее время в товарном рыбоводстве все шире применяются интенсивные методы: выращивание рыб в бассейнах, садках на теплой воде, в установках с замкнутым циклом водоснабжения. В прудовом рыбоводстве также осуществляется переход на интенсивные технологии. Это требует быстрого создания пород рыб, которые в новых условиях обитания способны обеспечить высокую продуктивность.

Между тем, селекция рыб, основанная только на традиционных методах, каковыми являются скрещивание и отбор, является весьма длительным и трудоемким процессом. Это связано с тем, что наследуемость признаков продуктивности у карпа и других рыб, объектов товарного выращивания, невелика, а смена поколений происходит медленно. Таким образом, одной из важнейших задач сейчас является разработка методов, позволяющих ускорить селекцию рыб, сделать ее более эффективной

В связи с этим в селекционных программах применяется метод искусственного мутагенеза. Искусственный мутагенез – способ повышения генетической изменчивости за счет возникновения мутаций при обработке гамет мутагенами.

Как известно, частота естественных мутаций невелика и составляет примерно 10-5 (в расчете на 1 ген за одно поколение). Индуцированный мутагенез позволяет значительно повысить частоту мутаций. Таким образом, с помощью данного метода удастся обеспечить одно из наиболее важных условий успешной селекции - повышение наследственной изменчивости селекционируемого материала и увеличение генетического разнообразия в популяции.

Однако использование метода индуцированного мутагенеза в животноводстве из-за низкой плодовитости большинства сельскохозяйственных животных и их высокой индивидуальной ценности сопряжено с очень большими трудностями. Рыбы же, напротив, отличаются очень высокой плодовитостью, что делает их перспективным объектом мутационной селекции. Кроме того, внешнее оплодотворение значительно облегчает проведение мутагенных воздействий.

В зависимости от природы мутагена различают радиационный и химический мутагенез. В качестве мутагенов в селекции рыб целесообразно применять алкилирующие соединения и ультрафиолетовое излучение, поскольку они индуцируют в основном генные мутации. Использование ионизирующих излучений приводит к образованию хромосомных перестроек, обуславливающих значительное (до 100%) снижение жизнеспособности и появление большого числа уродств и аномалий. Поэтому оно не нашло применения в селекции рыб.

Идея использовать индуцированный мутагенез для ускорения селекции рыб принадлежит В.С. Кирпичникову (1969). Р.М. Цой с сотрудниками провели обширные исследования по химическому мутагенезу у карпа (1971).

В работах с рыбами в качестве мутагенов были использованы различные алкилирующие соединения с высокой биологической активностью (супермутагены); этиленимин (ЭИ), нитрозоэтилмочевина (НЭМ), диметилсульфат (ДМС) и др. Эти соединения, избирательно воздействуя на ДНК хромосом, повреждают ее, что может привести к возникновению мутаций.

В опытах Р.М. Цоя и сотрудников максимальное увеличение генетической изменчивости наблюдалось при использовании химических мутагенов в концентрациях близких к полулетальным, т.е. при которых происходит гибель около 50% рыб. Сравнительная оценка ряда химических мутагенов показала, что в селекции рыб наиболее перспективно применение нитрозоэтилмочевины и этиленимина.

Для получения индуцированных мутаций обычно обрабатывают половые клетки (икру, сперму) или ранние зародыши рыб. Генетический эффект тем выше, чем доступнее ядро клетки действию мутагена. С этой точки зрения более эффективна обработка мутагеном зрелых спермиев.

При обработке спермиев снижается также вероятность накопления мутагена в цитоплазме половой клетки и его последующего влияния на развивающийся зародыш. Установлена определенная специфичность мутагенов по характеру вызываемых ими мутаций. Так, например, при обработке спермы карпа НЭМ чаще возникают точковые (генные) мутации, а при обработке спермы ДМС – хромосомные перестройки. У разных видов рыб чувствительность к одному и тому же мутагену может быть различной.

Многие мутагены активны в широком диапазоне концентраций, но наиболее эффективными являются концентрации мутагена, близкие к полулетальным.

Сравнительно недавно в России были начаты исследования по радиационному мутагенезу рыб с использованием в качестве мутагена ультрафиолета, то есть физический мутагенез. Применение индуцированного мутагенеза особенно целесообразно при сильном истощении генетической изменчивости в селекционируемом стаде (что может быть результатом предшествующей интенсивной селекции), когда обычные методы селекции становятся неэффективными.

Об эффективности коротковолнового ультрафиолета в качестве мутагенного агента, способного повысить изменчивость признаков продуктивности у рыб, практически ничего не известно.

Вместе с тем, использование УФ представляет значительный интерес, поскольку спектр повреждений ДНК, возникающих при воздействии УФ, существенно отличается от такового, индуцируемого алкилирующими агентами. Кроме того, в отличие от химических мутагенов, ультрафиолет легко доступен и прост в обращении.

Впервые в селекции рыб (на примере карпа) показано, что УФ-облучение спермиев приводит к увеличению в потомстве генотипической изменчивости количественных признаков, в том числе связанных с продуктивностью. Этот результат указывает на принципиальную возможность использования индуцированного УФ-мутагенеза в селекции рыб, направленной на повышение их продуктивности.

Впервые обнаружено, что снижение температуры инкубации оплодотворенных яйцеклеток приводит к увеличению объема фотореактивации УФ-повреждений хромосом спермиев; в оплодотворенных яйцеклетках рыб имеется кофеин-зависимая система репарации, которая функционирует или до, или во время репликации ДНК.

У карпа обнаружен стимулирующий эффект при УФ-облучении спермиев рыб в малых дозах. Впервые описаны рыбоводно-биологические свойства УФ-мутагенизированного потомства карпа первого и второго поколений. Материалом для опытов служили: - половые продукты (икра и сперма), полученные от производителей карпа среднерусской породной группы. В некоторых опытах использовали половые продукты амурского сазана и парского карпа.

В качестве источника УФ-излучения использовали ртутные бактерицидные лампы. В последствии при инкубации использовали эффект фотореактивации: рассеянный

дневной свет, уменьшающую повреждающее действие УФ. Фотореактивация относится к одной из форм репарации живых организмов от повреждений их генетического аппарата.

Важно, что при облучении спермы в малых дозах (0.3-0.8 Дж/м²) выявлен стимулирующий эффект облучения. Стимулирующий эффект выражался в увеличении по сравнению с контролем выживаемости эмбрионов и более раннем и дружном вылуплении личинок. Наиболее четко стимулирующий эффект проявлялся при использовании икры невысокого рыбоводного качества. Когда же выживаемость эмбрионов в контроле была достаточно высока, эффект стимуляции был выражен слабее или вообще не проявлялся. Последнее обстоятельство ограничивает использование данного эффекта в практике рыбоводства.

УФ-облучение спермы приводит к увеличению изменчивости количественных признаков у личинок и сеголетков карпа в первом и втором поколениях. Сохранение повышенной изменчивости у мутагенизированных рыб второго поколения указывает на ее наследственный характер. Это открывает возможность использования индуцированного мутагенеза в селекции карпа и других видов рыб.

10.3. Индуцированный гиногенез

Гиногенез - это форма полового размножения организмов, при которой сперматозоид, проникая в яйцеклетку, стимулирует её развитие, но его ядро не сливается с ядром яйца и не участвует в последующем развитии зародыша. Это процесс называют ложным оплодотворением - псевдогамией. По этой причине иногда гиногенез рассматривают как одну из форм партеногенеза.

Естественный гиногенез обнаружен у некоторых нематод, костистых рыб, земноводных и многих видов покрытосеменных растений. Иногда в гиногенетических популяциях самцы не известны и яйца осеменяются спермой других видов (например, икра карася молоками щуки). Экспериментально гиногенез может быть получен при осеменении яиц спермой неродственных видов, инактивацией ядра сперматозоида физическими или химическими агентами или механическим удалением мужского пронуклеуса из яйца.

Однако развивающиеся при этом гаплоидные зародыши обычно нежизнеспособны. Для получения диплоидного гиногенеза нужно подавить цитотомию одного из делений созревания яйцеклетки или одного из первых делений дробления зиготы. В первом случае будет получена диплоидная яйцеклетка, во втором - произойдет диплоидизация одного из бластомеров. Гиногенез используют для получения строго гомозиготных организмов, а также особей одного, обычно женского, пола. В рыбоводстве для получения высокоинбредных линий, предназначенных для промышленной гибридизации, применяется индуцированный гиногенез.

При получении диплоидных гиногенетических самок необходимо решить две задачи: как генетически инактивировать мужские хромосомы и как обойти редукцию хромосомного комплекса.

Для инактивации мужских хромосом сперму обрабатывают высокими дозами мутагенов. С этой целью сперму облучают γ -, X-, и ультрафиолетовыми лучами (радиационный гиногенез), реже обрабатывают химическими веществами (химический гиногенез). При этом подбираются такие дозы мутагенов, при которых мужские хромосомы оказываются полностью разрушенными, но спермий сохраняет способность проникать в яйцеклетку и активировать ее. Более приемлем радиационный гиногенез, поскольку при химическом гиногенезе существует опасность проникновения мутагена в яйцеклетку, что может негативно повлиять на развитие эмбриона.

Для диплоидизации женского набора хромосом используют чаще всего воздействие на икру низкими или высокими сублетальными температурами (температурный шок). Это воздействие проводят до осеменения (стадия метафазы II), вскоре после осеменения (стадия анафазы II) или в период первого деления дробления

зародыша. Эффективность температурного шока определяется температурой и продолжительностью воздействия, а также состоянием хромосом до начала воздействия.

С помощью гиногенеза можно решить такие важные вопросы, как определение степени паратипической изменчивости, точная оценка величины инбредной депрессии у рыб, быстрое выявление и анализ наследования рецессивных генов. В селекции индуцированный гиногенез используется, прежде всего, для ускоренного получения инбредных линий с целью последующей промышленной гибридизации на получение эффекта гетерозиса.

Наиболее известный пример гиногенеза — размножение серебряного карася. Гиногенез отмечен также у диплоидных и триплоидных рас мелких живородящих тропических рыбок, относящихся (сем. Poeciliidae), у триплоидных и тетраплоидных щиповок — *Cobitis* (Cobitidae), у преимущественно диплоидного гибридного вида рыб *Menidia clarkhubbsi* (Atherinidae), у триплоидной формы плотвы — *Rutilus* (Cyprinidae).

К недостаткам данного метода селекции рыб следует отнести его трудоемкость и необходимость применять к зародышам и рыбам множество воздействий (температурный шок, гормональная обработка).

1.4 .Индукцированный андрогенез

Андрогенез — это форма размножения, при которой в развитии зародыша участвуют мужское ядро (привнесенное в яйцо сперматозоидом) и цитоплазма яйцеклетки. В природе лишь немногие виды организмов размножаются за счет андрогенеза.

Таким способом размножаются отдельные виды животных (например, наездники *Nabrobracon*) и некоторые растения (кукуруза, табак) в том случае, если женское ядро погибает до оплодотворения (потому этот процесс у них в действительности ложный). Андрогенез можно вызвать искусственно, механически удалив из яйца женское ядро или прибегнув к его инактивации физическими или химическими агентами. Зародыши, возникающие в результате “оплодотворения” таких яйцеклеток, имеют гаплоидный (т.е. один) набор хромосом - мужских - и обычно нежизнеспособны.

Чтобы получить андрогенетическое жизнеспособное потомство, необходимо вызвать удвоение (диплоидизацию) мужского хромосомного комплекса и тем самым компенсировать недостающие женские хромосомы.

Диплоидизация может быть достигнута двумя способами.

- Блокирование первого деления дробления “оплодотворенного” яйца, за счет чего оно становится диплоидным;

- Слияние ядер спермиев при полиспермном оплодотворении.

Если яйцеклетки принадлежат одному виду, а спермии - другому, андрогенез будет межвидовым, а потомство гибридным. И гибриды эти не обычные, а андрогенетические ядерно-цитоплазматические, т.е. произошедшие от отцовского ядра и материнской цитоплазмы.

Искусственный, или индуцированный, андрогенез используется для решения многих задач, таких как получение высокоинбредных линий (выведенных длительным инбридингом - близкородственным скрещиванием) и клонов, регуляция пола, изучение взаимоотношений между ядром и цитоплазмой и т.д.

В последнее время индуцированный андрогенез привлекает все больше внимания в связи с проблемой сохранения редких и исчезающих видов только из генетического материала спермиев. При этом предполагается, что с помощью андрогенеза можно восстанавливать генотипы рыб из криоконсервированной спермы. Значение этого подхода к проблеме сохранения ценных генофондов в существенной мере определяется тем, что способы криоконсервации спермы рыб уже в основном разработаны, в то время как задача длительного хранения яйцеклеток и зародышей пока не решена.

Привлекательность такого подхода в существенной мере определяется тем, что технология криоконсервации спермы уже в основном разработана. Задача же длительного хранения яйцеклеток и зародышей многих животных пока не решена.

Благодаря своим биологическим особенностям осетры представляют собой чрезвычайно удобный объект для исследований по диспермному андрогенезу. Так, яйцеклетки осетровых рыб имеют несколько микропиле (обычно 6-8), что позволяет в экспериментальных условиях, варьируя концентрацию спермиев (т.е. изменяя степень разведения спермы водой), добиться одновременного проникновения в каждую яйцеклетку двух или более спермиев. Кроме того, в яйцеклетках осетровых рыб отсутствуют механизмы, которые блокировали бы проникновение сверхчисленных спермиев, поэтому они могут беспрепятственно включаться в развитие.

Указанные особенности яйцеклеток осетровых объясняются их приспособленностью к природным условиям: оплодотворение происходит на участках рек с довольно быстрым течением, и наличие нескольких микропиле повышает вероятность проникновения спермия в яйцо.

10.5. Индуцированная полиплоидия

Индуцированная полиплоидия - искусственное увеличение у организмов числа гаплоидных наборов хромосом. В рыбоводстве в основном получают особей с триплоидным набором хромосом. Триплоидные рыбы чаще всего стерильны. Стерильность триплоидов обусловлена тем, что третий непарный набор хромосом препятствует нормальному прохождению мейоза в половых клетках.

Это делает их выгодными для товарного выращивания. Преимущество стерильных организмов заключается в том, что они используют энергию для роста, а не для наработки спермы или икры. Установлено, что самки триплоидной форели в половозрелом возрасте по массе на 30% больше диплоидных, что является следствием экономии энергии, необходимой для созревания икры. У триплоидных самцов форели этого же возраста существенного увеличения массы тела не наблюдается.

Наиболее часто используемым и простым способом получения триплоидных рыб является блокирование второго деления мейоза в яйцеклетках при осеменении их необлученными спермиями. При этом к диплоидному женскому пронуклеусу присоединяется гаплоидный мужской и развиваются триплоидные эмбрионы.

Если яйца рыб вскоре после оплодотворения подвергнуть тепловой обработке или давлению, они сохраняют дополнительную хромосому. Вместо двух хромосом такие особи содержат три. Самки этих рыб стерильны.

Основное применение манипуляции хромосомными наборами в аквакультуре было связано со стерильностью индуцированных триплоидов, которые появлялись во многих видах рыб и у некоторых двусторчатых моллюсков. Стерильная рыба более привлекательна для аквакультуры. Во-первых, она больше сил отдает на соматический рост, и, во-вторых, она обеспечивает потенциальное биологическое «ограничение», которое способствует культивированию экзотических генотипов и, возможно, культивированию быстрорастущей трансгенной рыбы в будущем. Но триплоидная рыба не растет быстрее своих диплоидных собратьев, хотя рост может начаться после созревания, когда у триплоидов наблюдается увеличение пропорций.

Все индуцированные триплоидные женские особи рыб, получаемые в настоящее время, были полностью стерильны; у триплоидных мужских особей больше наблюдается развитие гонад, чем у женских особей, они в основном стерильны, но не следует сбрасывать со счетов редкие случаи плодовитости мужских особей рыб.

Другой способ получения триплоидных рыб заключается в получении тетраплоидных самок и дальнейшем их скрещивании с диплоидными самцами. Тетраплоидных рыб получают путем блокирования с помощью шоков первого первого деления дробления диплоидных эмбрионов на стадии анафазы митотического деления.

В последнее время для получения триплоидных (стерильных) рыб широко применяют реверсантов, а также гиногенетических особей. Основная идея полиплоидности — позволить хромосоме реплицироваться, но затормозить деление клетки с помощью так называемого «шока». Для этих целей в производстве используют температуру или высокое давление (500-600 кг/см² в течение 5-10 мин, в зависимости от вида рыб). В результате такого воздействия разрушается веретено деления, формируется женский пронуклеус и яйцо становится не гаплоидным, а диплоидным. Последующее его оплодотворение нормальной спермой продуцирует триплоид. Индуцированную полиплоидию часто сочетают с отдаленной гибридизацией.

10.6. Трансгенез

Трансгенез – это технология генной инженерии, при которой изолированная последовательность генов одного организма помещается в другой организм для передачи нового или модифицированного признака. Такая изолированная последовательность генов называется структурой и состоит из функционального гена и гена-промотора, который действует как переключатель для активации функционального гена. Организмы, полученные в результате успешного трансгенеза, классифицируются как генномодифицированные организмы (ГМО).

При планировании трансгенных исследований важно иметь полные знания о рисках и проблемах в отношении этики, здоровья людей и экологического воздействия трансгенной рыбы, а также понимать политический климат, в котором будет проводиться исследование и который будет регламентировать любые результаты исследования. В ответ на риски и опасения в отношении трансгенной рыбы рекомендовано направлять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, если возможно, на автотрансгенетическое производство, где вводимая последовательность генов берется из того же вида.

Трансгенез являлся основной темой исследования в генетике рыб с начала 1990-х годов. Исследования в этой области развиты больше, чем в других видах животноводства по причине относительной простоты манипуляций в репродуктивной биологии водных видов. Индукция трансгенеза должна включать ряд шагов: идентификация подходящего целевого гена и разработка структуры; введение гена в оплодотворенные яйцеклетки, обычно с использованием микроинъекций или путем применения электропорации; определение инкорпорации трансгена в геном хозяина; определение экспрессии трансгена; определение наследуемости трансгена и квантификация эффекта трансгена на целевые и нецелевые признаки.

Последний шаг крайне важен, поскольку он потребуется для полной характеристики свойств трансгенной рыбы, чтобы оценить потенциальные риски, связанные с ее разведением. Основной целью трансгенных исследований в отношении рыб в последнее время стало повышение коэффициента роста в аквакультуре посредством введения генетических структур гормона роста. Исследование также было направлено на другие признаки, такие как контроль заболеваний и репродукции, и трансгенные исследования должны сосредоточиться на таких признаках, которые трудно улучшить, применяя количественные подходы.

Трансгенная рыба также может рассматриваться как эффективная модель для изучения регуляции генов и экспрессии генов и может в потенциале стать биокомбинатом по производству ценных лекарственных препаратов. Упомянутые выше фазы развития были успешно применены к нескольким видам рыб, и были получены трансгенные линии с удивительно высокими показателями роста.

Очевидно, что трансгенез потенциально может приводить к быстрым изменениям в хозяйственно-ценных признаках, но для планирования и проведения такого исследования важно знать о возможных рисках.

В настоящее время промышленное производство трансгенной пищевой рыбы не действует. Единственным примером на современном рынке является GloFish,

флюоресцентная трансгенная зебра-рыба, одобренный для продажи, и эта рыба продается только в Соединенных Штатах Америки.

В основе ограниченного коммерческого применения трансгенной рыбы лежат определенные технические причины, но главной причиной является вопрос этического риска, охраны животных, продовольственной безопасности для человека и экологического риска, связанных с разведением трансгенной рыбы.

Вопросы для самоконтроля:

1. Влияние гормонов на формирование пола у рыб.
2. Переопределение пола у рыб.
3. Охарактеризуйте достоинства и недостатки метода искусственного мутагенеза в селекции рыб.
4. Охарактеризуйте методику применения метода гиногенеза в селекции рыб.
5. Охарактеризуйте методику применения метода андрогенеза в селекции рыб.
6. Охарактеризуйте методику применения метода индуцированной полиплоидии в селекции рыб?
7. Что представляет собой трансгенез?
8. Каковы перспективы практического применения трансгенных рыб?

Литература: [1, 2, 3, 7]

ТЕМА 11. ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО РЫБ ОРГАНИЗАЦИЯ НЕРЕСТОВОЙ КОМПАНИИ

11.1.Общая характеристика естественного воспроизводства рыб (морских, пресноводных, проходных и полупроходных)

Среди всех классов позвоночных животных рыбы резко отличаются тем, что способы размножения, оплодотворения и развития потомства у них чрезвычайно разнообразны. Так, здесь мы встречаем и наружное и внутреннее оплодотворение и развивающуюся в толще воды, приклеенную к растительности, зарытую в гальку или в песок, развитие икры в разнообразных гнёздах (с её охраной и без охраны производителями), вынашивание оплодотворенной икры во рту (м. Сомы), развитие зародышей в материнском организме, откладывание яиц с развивающимися внутри зародышем и рождение живых личинок или детёнышей (акулы и др.)

Самцы многих рыб ко времени нереста приобретают более яркую окраску и поэтому признаку их легко отличать от самок.

У многих видов рыб – сазана, леща, плотвы и др. ко времени нереста появляется брачный наряд в виде разнообразных по телу и голове прозрачных бугорков; у лососевых изменяется не только окраска, но и форма тела, головы, на челюстях вырастают зубы и сами челюсти превращаются в длинные изогнутые крючки.

Половозрелыми большинство промысловых рыб (карповые, окуневые) становятся на третьем-четвёртом году жизни. В большинстве случаев самцы меньше самок, раньше их созревают и умирают. При этом у большинства видов при нересте с более крупными самками нерестует больше мелких самцов. Эти факторы способствуют сохранению кормовой базы района при достаточно высокой воспроизводительной способности самцов, лучшему осеменению икры, что в конечном итоге обеспечивает высокую численность популяции.

У большинства рыб самцы первыми подходят к нерестилищам и позже самок покидают их. Они после осеменения икры первых, подошедших к местам нереста самок остаются на нерестилищах и принимают участие в нересте с другими самками, которые подходят на нерестилища позже. То есть в течение нерестового периода один самец может осеменить икру нескольких самок. Это также способствует увеличению

воспроизводительной способности рыб и обеспечению их высокой численности и сохранению кормовой базы района.

Время нереста для большинства рыб - весна и начало лета. Лососевые рыбы, сиги и налим относятся к рыбам с осенне-зимним икрометанием. Имеется определенная связь между временем нереста и выклева личинок и сезоном размножения тех мелких организмов (фито-зоопланктона, бентосных организмов и др.), которыми питаются личинки рыб. Как правило, выклев личинок и переход их к активному питанию происходит во время массового размножения кормовых организмов, что способствует их лучшей выживаемости. Если к тому времени, когда личинки рыб переходят к самостоятельному питанию, в окружающей их среде не окажется в достаточном количестве кормовых организмов, то происходит массовая гибель личинок.

Морские рыбы всю свою жизнь проводят в море и там же размножаются, в пресную воду никогда надолго не заходят и не выносят пребывания в ней.

Пресноводные рыбы постоянно живут в реках и пресных озерах. Они нерестуют в местах обитания или вблизи от них.

Проходные рыбы живут в море, а размножаются в реках (анадромные рыбы) или живут в реках, а размножаются в море (катадромные рыбы, угорь и др.). В зависимости от мест нереста они преодолевают сотни, тысячи и более км, преодолевая при этом сильные течения, водопады, пороги и другие препятствия, встречающиеся на их пути к местам размножения. Необходимость совершать дальние миграции вызвала у проходных рыб появление некоторых приспособлений. Наиболее важным является накопление жира и питательных веществ в их теле к началу нерестового периода. Жир и питательные вещества служат им основным источником энергии, необходимой для преодоления дальнего пути, быстрого течения и других препятствий и созревания половых продуктов. Проходные рыбы (лососевые, осетровые) идут на нерест в реки в разное время года и с различной степенью зрелости половых желез. Выделяют яровые расы рыб, которые мигрируют из моря в реки, они мечут икру в этом же году и озимые расы рыб, выметывающие икру в реке только на следующий год.

В свою очередь среди рас выделяют отдельные группы рыб, отличающиеся временем и местами нереста и другими биологическими особенностями, что имеет важное приспособительное значение для выживания вида. Так, среди проходных осетров Волго-Каспийского бассейна выделяют четыре биологические группы: ранний яровой осетр, поздний яровой осетр, озимый осетр летнего хода и озимый осетр осеннего хода. Ранний яровой осетр входит в Волгу ранней весной с гонадами в близкой к завершению или завершённой IV стадии зрелости и мечет икру вскоре после подъёма в реку, когда наступают нерестовые температуры (с середины мая – начале июля)

Поздний яровой осетр входит в Волгу весной и летом с гонадами в незавершённой IV стадии зрелости и нерестится в этом же вегетационном сезоне после снижения высоких летних температур (июль - август).

Озимый осетр летнего хода мигрирует в Волгу в мае – июле со слабо развитыми половыми продуктами (яичники находятся в III-IV, а семенники во II-III стадиях зрелости) и мечет икру ранней весной следующего года (в конце апреля - мае).

Озимый осетр осеннего хода мигрирует в Волгу в августе-сентябре с гонадами в близкой к завершению IV стадии зрелости и нерестится также как и озимый осетр летнего хода ранней весной следующего года (в конце апреля – мае). Идентичные группы выделены у проходных осетровых других видов (севрюги, белуги) и бассейнов (Азово-Черноморский и др.).

Места нереста озимых рыб расположены в верхнем течении рек, а яровых рыб в нижнем. Такая внутривидовая дифференциация проходных рыб в сроках и местах нереста носит приспособительный характер и позволяет использовать нерестилища, расположенные в различных точках реки и на очень большом ей протяжении, обеспечивает её благоприятные условия для выживания потомства.

После нереста производители проходных рыб (за исключением тех, которые погибают после нереста – дальневосточные лососи, речной угорь, миноги и др.) и их молодь мигрирует из рек в море для нагула. Наличие биологических групп внутри популяции – это приспособление рыб к условиям размножения и развития, которое следует рассматривать как важнейшую видовую адаптацию к условиям ареала, что приводит к наиболее полному использованию её возможностей.

Знание внутривидовой дифференциации позволяет не только научно обоснованно решить вопрос о регулировании рыболовства и лимитированного вылова ценных проходных промысловых рыб, но и правильно размещать рыболовные заводы и определять их мощность. Это даёт возможность составлять сезонный график работы по разведению биологических групп в необходимом количестве и соотношении с тем, чтобы сохранить генетическую и экологическую структуру популяций и увеличить их численность. Это особенно важно в современных изменившихся условиях их обитания в естественных водоёмах под влиянием отрицательных природных и антропогенных факторов, когда наблюдается сокращение нерестовой площади и совпадение мест нереста у многих биологических групп рыб, нарушения динамики хода производителей в реки и ухудшение их физиологического состояния.

В настоящее время разработан метод регулирования хода полового цикла и созревания производителей осетровых, что позволяет осуществлять разведение всех биологических групп этих рыб в промышленных масштабах.

Внедрение этого метода в производство позволяет рационально управлять осетровым хозяйством в наших южных морях.

Полупроходные рыбы обитают в основном в определенных участках моря, а для размножения входят в реки не поднимаясь столь высоко, как проходные (сазан, лещ, судак, тарань, шемая и др.)

У большинства рыб умеренных зон накопление желтка и жира в овоцитах интенсивно протекает после окончания нагула.

У теплолюбивых рыб это наблюдается в конце вегетационного периода (осень, зима), когда под влиянием низкой температуры воды замедляются процессы питания и роста (карповые, озимые формы осетровых и др.).

В нерестовый период у самок рыб, у которых половые железы находятся в IV стадии зрелости под воздействие гонадотропного гипофиза завершается оогенез и происходит овуляция (икринки выходят из фолликул). Овуляция рыб осуществляется только при определенных условиях внешней среды, среди которых важное значение имеют температура воды, гидрохимический режим, наличие или отсутствие течения воды, наличие самцов, для многих рыб 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.

Для рыб это явление имеет большое приспособительное значение, так как яичники освобождаются от ооцитов старшей генерации и начинают новый цикл развития. Продолжительность периода икрометания отдельной особи зависит от особенностей созревания половых клеток у данного вида рыб. Если рыба обладает единовременным типом созревания ооцитов, то её нерест разовый, кратковременный. Если рыба с порционным созреванием ооцитов, то её нерест порционный, растянутый (проходные сельди, чехонь, шемая и др.).

В зависимости от условий среды обитания некоторые виды рыб обладают единовременным и порционным созреванием ооцитов, а отсюда и соответствующим типом нереста (лещ, сом, сазан и др.). Различия в типе нереста является адаптивным свойством рыб, благоприятствующим воспроизводству вида в сложившихся условиях среды в данном водоёме. Оно обусловлено гидрологическим режимом водоёма и условиями питания молоди.

Продолжительность нереста одного вида рыб зависит от типа икротетания (рыбы с порционным нерестом имеют более длительный нерестовый период, чем рыбы с единовременным икротетанием), от структуры нерестового стада (при многовозрастной структуре стада нерест растянут во времени), от наличия в популяции экологических групп (разные экологические группы могут иметь разное время нереста), от температуры воды (понижение температуры воды в период нереста приостанавливает этот процесс и тем самым увеличивает его продолжительность).

Экологические особенности размножения рыб необходимо учитывать при выборыведении и строительстве искусственных нерестилищ.

11.2. Организация нерестовой компании

Организация нерестовой компании – в условиях полносистемных прудовых хозяйств или промышленных рыбопитомников включает систему подготовительных работ с производителями и создание оптимальных условий для отложения икры и развития потомства в нерестовых прудах.

Подготовительные работы с производителями начинают ещё ранней весной, как только зимовальные пруды освободятся от ледяного покрова. Основная задача этого периода – инвентаризация (то есть периодическая проверка состояния и наличия) и бонитировка (комплексная оценка по экстерьеру, качеству) производителей, разделение по типу и рассадка их для преднерестового содержания в отдельные пруды, организация профилактических мероприятий и кормления.

После таяния льда из зимовальных прудов спускают воду и вылавливают из них производителей. Разгрузка зимних маточных прудов проводится при температуре воды 8-10°C. при этом не допускают нахождения в них производителей при тенденции повышения температуры воды. Это особенно опасно при общей зимовке самцов и самок, поэтому рассадку производителей по полу необходимо сделать как можно раньше, прежде, чем температура воды повысится до нерестовой.

В преднерестовый период самцов и самок необходимо содержать в разных прудах. В зависимости от погодных условий в преднерестовый период продолжительность содержания производителей может быть разной, чаще 20-30 дней. В этот период основная задача рыбовода состоит в том, чтобы обеспечить восстановление физиологических функций рыб после зимнего периода, обеспечить оптимальный переход организма от неактивного обмена веществ в зимний период до активного функционирования, ориентированного на подготовку к нересту.

Для преднерестового содержания производителей целесообразно иметь специальные преднерестовые пруды. Но часто в хозяйствах для этих целей используют всевозможные садки. Достаточно эффективно в этом плане использование освободившихся зимовальных прудов. При этом глубина воды должна быть около 1 м, на каждые 2-3 экземпляра должно приходиться не менее 100 м² площади водного зеркала.

Выловленных производителей карпа подвергают тщательному рыбоводно-ветеринарному осмотру, измерениям и взвешиванию. Материалы этих работ являются основой инвентаризации стада производителей. При выполнении таких работ необходимо обращать внимание на внешние признаки производителей. Перед нерестом самцы – производители характеризуются следующими признаками: тело твёрдое, не выпуклое и мясистое; Внешняя часть жаберной крышки, спинные и брюшные плавники имеют брачный наряд (беловатые, жесткие бугорки или шероховатость; при лёгком надавливании вытекают молоки, половое отверстие треугольной формы, бледно розовой окраски. У самок в связи с развитием и увеличением массы яичников брюшко заметно увеличенное, опухлое и мягкое, половое отверстие припухлое и красноватое.

Инвентаризация (учет, оценка наличия) производителей проводится с целью учета маточного поголовья и контроля за условиями содержания их во время нагула и зимовки.

Одновременно с весенней инвентаризацией маточное поголовье подвергается бонитировке (индивидуальной качественной оценке), в задачу которой входит не только

расчленение стада на качественные различные группы, отличающиеся по экстерьеру (внешнему виду и телосложению), но и улучшение продуктивных качеств породы путём формирования селекционных гнезд из особей отличающихся комплексом хозяйственных ценных показателей.

Ежегодное проведение бонитировки является важнейшей мерой контроля над состоянием племенного фонда и проходящими в нем изменениями. Бонитировку проводят при разгрузке зимовальных прудов, при обязательном участии специалиста-ихтиолога. Всё стадо проходит через индивидуальный осмотр, при котором отбраковывают всех больных рыб, имеющих явные уродства и значительные травмы. На бракуемых рыб составляют специальный акт с указанием причин отбраковки.

Важным моментом в оценке качества является степень выраженности вторичных половых признаков, определяемых визуально (о чем уже говорилось выше).

При наличии необходимого количества прудов, по итогам инвентаризации самок разделяют по экстерьерным показателям и готовности к нересту на три группы.

К первой группе относятся средневозрастные самки (6-8 лет) с хорошо выраженными половыми признаками, отличающиеся хорошими экстерьерными признаками. Из этой группы формируется ядро производителей, предназначенных для проведения селекционно-племенной работы.

Ко второй группе относятся молодые (4-5) и старые (9-1- лет) самки, а также средневозрастные, не отвечающие требованиям первой группы. Используются для промышленного нереста во вторую очередь.

К третьей группе относятся так называемый «неразбор», который можно посадить в отдельный пруд.

Все весенние работы с производителями необходимо проводить с особой осторожностью. Производителей брать лучше рукавом переносить в брезентовых носилках, наполненных водой, прикрытых делью или брезентовым фартуком, который вшивают с одной стороны носилок. В одни носилки следует помещать не более 2-х самок или 3-х самцов.

Производители созревают не одновременно – одни раньше, другие позже, что в основном зависит от температурного режима воды. Для очередности включения в нерестовую компанию производителей, их содержат в прудах с разной глубиной (чем меньше глубина, тем выше температура воды и наоборот).

В процессе бонитировки в обязательном порядке регистрируют следующие данные: порода, породная группа, возраст, пол, чешуйчатый покров, результаты индивидуальных взвешиваний и измерений, данные по отдельным группам и полу.

Условия содержания производителей должны отвечать соответствующим требованиям: посадки следует рассчитывать таким образом, чтобы на каждую самку приходилось не менее 8, на самца – 6 м² площади пруда.

Кормление производителей начинают при температуре 10°C и выше; в первое время должны преобладать корма, богатые углеводами, а перед нерестом протеиновое соотношение кормовой смеси доводят до 1:2 – 1:1.

В качестве основных ингредиентов желательно использовать боенскую кровь?, люпин (травы сем. Бобовых), проросший ячмень, проросшую пшеницу, подсолнечный и арахисовый жмыхи с добавками кормовых дрожжей или рыбной муки, пасты зеленой растительности и мела.

Объём рациона в первое время не должен превышать 1% веса производителей. В дальнейшем в зависимости от температуры и гидрохимического режима воды, количество задаваемого корма увеличивают до 2-3%. Кормовые места необходимо заблаговременно подготовить. Если обнаружатся остатки корма спустя 10 часов после кормления, объём рациона уменьшается или в следующие дни производителей не кормят.

С наступлением нерестового периода и повышением температуры воды до 20^oС следует остерегаться произвольного выброса икры самками. Поэтому в садках, где сидят самки, обычно увеличивают проточность и периодически изменяют уровень воды.

Нерест карпа происходит в нерестовых прудах, которые характеризуются небольшими размерами (0,05-0,1 га), мелководностью, хорошим прогреванием, коротким периодом использования (таблица).

11. 3. Подготовка работы на нерестовых прудах

Подготовительные работы на нерестовых прудах заслуживают особого внимания. Для нереста карпа создают оптимальные условия окружающей среды, которые обеспечивают нормальное развитие икры и личинок. Икра в процессе развития находится в постоянном взаимодействии с окружающей средой и очень большое значение имеет наличие растительности, на которой непосредственно происходит инкубация икры и которая в значительной мере определяет химический режим воды. Не все виды луговой растительности пригодны для высевания их на ложе нерестовых прудов. Некоторые из них (например, лебеда) быстро загнивают и гниют и тем самым загрязняют воду, снижают в ней содержание кислорода и тем самым пагубно влияют на развитие икры. Для этого необходимо культивировать влагостойкие многолетние луговые травы и систематически уничтожать сорную растительность. Так, чтобы улучшить травостой нерестовых прудов с близким расположением грунтовых вод необходимо высевать в летне-осенний период растительность, которая выдерживает подтопление и продолжительное затопление – бекманию обыкновенную, канареечник тростниковый, лисохвост луговой, матлик болотный, а при глубоком залегании грунтовых вод – пырей ползучий, тимофеевку степную и др. В сухих нерестовиках можно культивировать мезофитную растительность при постоянном орошении ложа на засоленных грунтах можно высевать пырей, лисохвост, бекманию и другую солелюбивую растительность.

Карп избегает откладывать икру на жестких кислых травах (осока, хвощ, сибяга). При разреженном травостое много икры погибает (до 25-30%). Если мягкой растительности недостаточно, необходимо создавать искусственные нерестилища из ветвей хвойных деревьев, снопики из луговой растительности, дерновые площади, площадки из зоостеры, перекатипале, воздушных корней тростника. Если же наоборот, пруд сильно зарос, его следует выкосить, оставить травостой не выше 10 см.

На ложе прудов, расположенных на низменных местах, обязательно следует внести негашеную известь из расчета 40-60 г на 1 м², на канавки – 80-100 г на погонный метр. Известкование ложа прудов нужно провести примерно за месяц до нереста, а канавки обработать известью (лучше раствором) за 2-3 дня до залития прудов, после чего промыть водой.

Заливать нерестовые пруды можно только через фильтр, препятствующий попаданию в них головастиков, хищной и сорной рыбы. Кроме того, для борьбы с ними проводят следующие мероприятия:

1. Икру лягушат вытаскивают на берег;
2. Для отлова головастиков устанавливают сетчатую рамчатую ловушку (типа паука), в которую закладывают корм;
3. Для уничтожения жуков и клопов воду из прудов спускают, а дно известкуют
4. Для уничтожения щитней (листоногие ракообразные) пруды предварительно заливают, а после вылупления личинок щитней спускают и просушивают, личинки погибают.

Залитие нерестовых прудов под нерест необходимо проводить за 10-12 часов до посадки производителей, лучше всего из нагретых прудов или отстойников. Вода должна быть чистой, прозрачной, набирают её сквозь гравийно-песчаные или другие фильтры в эти пруды за несколько дней до посадки на нерест карпов. Если вода подаётся непосредственно в нерестовики, то на водоспуск устанавливают мелкоячеистую решетку или сороуловитель.

В крупном хозяйстве нельзя заливать сразу все пруды, а предусмотреть определённую очередность. Прежде всего должен быть составлен план проведения нереста, где необходимо определить, какие пруды будут использоваться в первую очередь, каких производителей в них будут садить. Нерест может проводиться фронтально (сразу в один срок на всех нерестовых прудах) и в растянутые сроки. Фронтальный нерест чаще всего используют в небольших хозяйствах, а растянутый – в крупных рабхозах с большим количеством нерестовых прудов.

Обычно посадка на нерест отдельных групп производится через 2-4 дня, чтобы обеспечить вылов личинок и избежать неожиданностей, связанных с погодными условиями. В число обязательных технологических операций в рыбоводстве входит профилактическая обработка рыбы, значительно снижающая численность эктопаразитов.

При обработке рыб в транспортной таре проводят заранее её подготовку: наносят несмываемой красной меткой объёма воды: определяют время, требуемое для перевозки, готовят маточный состав препарата

Для обработки рыб в транспортной таре широко используют раствор следующего состава: на 1 м³ воды берут 1 кг поваренной соли, 1 кг пищевой соды, 10 г перманганата калия, 10 г хлорной извести, содержащей 22-24% активного хлора. Продолжительность перевозки рыбы в таком растворе – от 30 мин.

Профилактическую обработку непосредственно в прудах проводят органическими красителями. Перед обработкой определяют объём воды в прудах, делают отметку объёма на гидротехнических сооружениях. На установленный объём воды рассчитывают и отвешивают нужное количество препарата, размещают его в горячей воде до полного растворения. Полученный маточный раствор разбавляют непосредственно на берегу пруда в 50 раз и вносят равномерно по всему водному зеркалу. Температура воды при обработке должна быть 1-12°С.

Концентрация органических красителей (ярко-зелёный оксалат, фиолетовый К, малахитовый и бриллиантовый зелёный) – 0,15-0,2 мг/л – 1 сутки. Если температура выше 12-15°С и РН выше 8,0, то применять красители не рекомендуется.

Посадка производителей на нерест – осуществляется после устойчивого прогревания воды до 17-18°С. В условиях Украины (Молдавии, юга России) нерест бывает в мае. В нерестовые пруды площадью 100-200 м² рекомендуется сажать не более одного гнезда, в прудах площадью 500-600 м² количество гнёзд можно увеличить до 2-3. Лучшие результаты получаются при формировании гнёзд из одновозрастных самок и самцов или же самки могут быть старше на 1-2 года. При подборе производителей и комплектовании гнёзд подбирают наиболее зрелых самок и «текучих» самцов. Одно гнездо состоит из одной самки и двух самцов.

В нерестовый пруд воду набирают утром, а вечером выпускают подготовленных к нересту производителей. Как правило, зрелые производители утром следующего дня нерестуют. Желательно через 10-12 часов после нереста удалить из прудов производителей путём приспускания воды и выборки рыбы сачками из канав, лучше выполнять эти работы в предрассветные часы.

После этого уровень воды в нерестовиках поднимают до проектной отметки и поддерживают на этом уровне до выклева личинок. После нереста устанавливают наблюдение за ходом инкубации икры: определяют процент оплодотворения, следят за гидрохимическим и температурным режимами, состоянием кормовой базы. Перед выклевом личинок (стадия подвижного эмбриона) монах тщательно закрывают.

В зависимости от температуры воды предличинки выклевываются из икры на 3-5 день (70 градусодней) и висят на травинках, прикрепившись тяжёлым – бискусной нитью, питаются за счёт желточного пузыря. На внешнее питание переходят на 3-4 день, что свидетельствует о переходе на личиночную стадию развития. После этого визуально определяют концентрацию личинок в нерестовиках в прибрежной и мелководной зонах прудов. Скопления молоди в солнечном свете более или менее можно определить с

помощью диска Секка или обычной белой тарелкой. На глубине 5-10 см уреза береговой линии можно наблюдать сколько личинок приходится на площадь и таким образом определить их концентрацию. Если выяснилось, что засев икры слабый, процент оплодотворения низкий, в пруду очень небольшая концентрация молоди, нерестовики осушают, их снова подготавливают, заполняют водой и сажают других производителей. Для обеспечения развития естественной кормовой базы через сутки после икрометания на участки глубиной не более 25 см, где нет икры, вносят хорошо перепревший конский навоз – 1,0-1,5 кг/м², на второй день по всей площади пруда распределяют болтушку из свежего коровьего помета – 2 кг кала на 10 м² (2 кг кала смешивают с 6 л воды), на третий день – суперфосфат (30 кг/га).

Если приходится задерживать личинок, то с 7-8 дня вносят удобрение в том же порядке. Для пополнения запасов дафний их можно выращивать в одном из нерестовиков.

Молодь карпа в возрасте 5-7 дней имеет длину 8,5-9,5 мм при массе 3,5-4,5 мг. Это очень нежные организмы, требующие осторожного обращения с ними во время вылова.

На 4-5 или 7-8 день личинок отлавливают и пересаживают в выростные пруды. На основе опыта работы рыбоводных хозяйств при пересадке 5-8 дневных личинок установлены средние нормативы, которые предусматривают выход личинок от одной самки на уровне 100-150 тыс. штук.

Получение ранних производителей и личинок карпа. Ранних производителей можно получить при воспроизводстве в заводских условиях и непосредственно в нерестовых прудах. Для осуществления обоих направлений в каждом рыбном хозяйстве необходимо создать производственную базу, в состав которой входят инкубационный цех, земляные садки – пруды и пруды – нерестовики. При этом необходимо решить возможность регулирования температуры воды, возможность повышения температуры воды, раньше чем это наблюдается в естественных условиях.

Земляные садки – пруды служат для подготовки производителей для раннего нереста. Площадь садков не меньше 10 м², с глубиной до 0,8 м, с соотношением сторон – 1:2. Температурный режим в садках регулируется за счет подвода подогретой воды из инкубационного цеха.

Садки – прудики следует иметь только индивидуальном водоснабжении и независимого для каждого садка спуска (сброса) воды. Концы водоподающих и водоспускных труб оборудуют мягкими, капроновыми патрубками для предотвращения травмирования рыбы при их движении на течение воды. Садки накрывают деревянными рамами, обтянутыми полиэтиленовой пленкой, что препятствует охлаждению воды, особенно ночью. Незначительная площадь садков даёт возможность легко вылавливать производителей, не травмируя их. Вылавливают производителей путём захвата рыбы одной рукой под голову, другой под хвост, используя рукава. Количество таких садков-прудов в хозяйстве определяют заданиями и проектной мощностью. Получение личинок карпа в донерестовые сроки.

Пруды – нерестовики с регулированием температуры воды. Площадь 100 м², глубина – до 0,8 м. Дно и склоны обкладывают искусственным субстратом из стеклопластика. Пруды покрывают полиэтиленовой пленкой. Температурный режим воды должен быть одинаковым в садках – прудиках, где производителей выдерживают до нерестового состояния, и в садках-нерестовиках, куда их пересаживают для нереста.

Разгрузку зимовальных прудов с производителями начинают весной после освобождения их ото льда и достижения температуры воды +10°C. Из зимовальных прудов производителей (самцов и самок), с четко выраженными вторичными половыми признаками отбирают и переводят в земляные садки – пруды, размещенные рядом с инкубационным цехом, в котором регулируется температурный режим. При этом строго соблюдают условия. Самок и самцов необходимо размещать из расчета 1 экз/м² садка-прудика. Режим их подготовки до нерестового состояния одинаковый, постепенно

повышают температуру воды на 2-3°C и доводят в последние три дня до оптимальной, то есть до +18-+20°C.

Всего на период подготовки самцов и самок для нереста требуется 9 дней. На протяжении этого периода производителей в садках подкармливают проросшей пшеницей с рыбным комбикормом (в соотношении 1:1) из расчета 3% от их массы. Наблюдают за поеданием корма. Таким образом, производителей карпа можно подготовить для нереста раньше, чем совершается при наступлении оптимальных нерестовых температур в обычных нерестовых прудах.

В таких прудах – нерестовиках получают 350-500 тыс. шт от одной самки. Возможен и другой вариант – пересадить производителей карпа в обычные нерестовые пруды, в которые температура воды достигла на это время 14-16 °С. В пруды – нерестовики площадью 0,05 га сажают 5-7 гнезд. При такой подготовке производителей нерест происходит на 10-12 дней раньше. После прохождения нереста производителей карпа вылавливают обычным способом. Чтобы избежать переохлаждения икры в ночные часы, уровень воды в пруду повышают на 30 см больше.

Продолжительность инкубации икры при колебаниях температуры между 13-18°C составляет 6-8 дней. Выход личинок от одной самки 100-170 тыс. штук.

При зарыблении личинками карпа выростных прудов, полученных при раннем нересте, обязательным условием их выращивания является наличие в прудах хорошо развитой кормовой базы – мелких форм зоопланктона. Для увеличения естественной кормовой базы вносят по урезу воды органические удобрения – перегной и снопы зелёной растительности.

Зарыбление выростных прудов личинками карпа, полученных при раннем нересте производителей, даёт возможность получить посадочный материал массой 27-40 г, что будет способствовать существенному повышению рыбопродуктивности прудов.

С получением молоди в преднерестовые сроки теснейшим образом связаны сроки зарыбления выростных прудов. При раннем зарыблении увеличивается количество дней для роста рыбы с оптимальной температурой воды.

Перспективным для получения ранних личинок карпа может стать использование отработанных теплых вод АЭС, ряд промысловых ТЭЦ, предприятий, которые имеют водоёмы – охладители.

Отлов личинок осуществляется несколькими способами. Перед началом вылова береговую линию обкашивают и растительность удаляют из пруда, после чего молодь вылавливают с помощью марлевых или газовых неводков и плоских подсаков. В начале полной или приспущенной воде. Постепенно спуская воду и давая возможность оставшимся личинкам сконцентрироваться в канавах и рыбосборной яме, их выбирают марлевыми подсачками. Для задержания молоди перед щитками водоспуска устанавливают решетки с ячейей 1,0-1,5 мм.

В настоящее время более распространен метод облова молоди в нерестовых прудах с помощью малькоуловителя, устанавливаемого у выхода донного водоспуска (лежака). Мальковый уловитель представляет собой ящик с двумя боковыми стенками и днищем (рис.), выполненным из металла и двумя торцовыми стенками (передней и задней), состоящими из деревянных шандор, с помощью которых устанавливается нужный уровень воды в малькоуловителе.

Поступление воды в ящик уловителя осуществляется через трубку, вмонтированную в нижней части задней стенки. Здесь же размещено два патрубка, с помощью которого распределяют ток воды в садке из мельничного газа.

Внутри ящика подвешивают садок из мельничного газа. Для его крепления служат металлические петли, приваренные к каркасу в верхних и нижних углах уловителя. Садок соединен с трубой каркаса рукавом.

После установки ящика – уловителя пруд постепенно спускают, регулируя ток воды щитками водоспуска. Уловитель соединен со сбросной трубой брезентовым

рукавом, через который личинки вместе с водой попадают в садок уловителя, изготовленный из мельничного газа № 14-17. Скапливаясь в садке, личинки не травмируются, благодаря равномерному выпуску воды из уловителя через его переднюю и заднюю стенки.

Применяют и другие системы уловителей личинок и мальков как на приток воды, так и за лежаком водоспуска (рис.)

В ряде хозяйств комбинируют эти два метода облова прудов: часть молоди забирают по воде, а оставшихся личинок отлавливают через малькоуловитель.

При подсчете личинок пользуются глазомерным методом счета – по эталону, для этого необходимо иметь несколько эмалированных или полиэтиленовых тазиков. В один из них отсчитывают несколько тысяч личинок (5,0-10,0), в другие тазы наливают воду и переносят сачком столько личинок, сколько их (по концентрации) в эталоне. При подсчете мальков пользуются объёмным методом. Их считают небольшими кружками или специальными мерками с сетчатым дном. Для определения вместимости мерки в неё три раза набирают и перемешивают мальков. Высчитав среднюю вместимость мерки, в дальнейшем счет ведут мерками.

Внутрихозяйственные перевозки молоди осуществляются чаще всего в молочных бидонах, реже – в брезентовых носилках, ведрах; мелкохозяйственные – в полиэтиленовых пакетах с загрузкой 50 тыс. личинок в один пакет.

Результаты нерестовой компании должны быть оформлены актом и отчетом. В целом в ряде случаев рыбные фермы в системе агропромышленного комплекса не имеют соответствующих категорий прудов, но занимаются воспроизводством в условиях упрощенного полносистемного рыбного хозяйства.

При отсутствии нерестовиков, а в отдельных случаях и при производственной необходимости нерест проводят в нерестово-мальковых и нерестово-выростных прудах.

Нерестово-мальковые пруды дают возможность проводить ранний нерест карпа и там же подращивать молодь. Это позволяет подготовить выростные пруды под зарыбление и посадке в них личинок толстолобиков, амура, а затем после того, как вселенная молодь этих рыб окрепнет осуществить и посадку малька карпа.

В ряде рыбных хозяйств, где выростные пруды расположены в балках, в них набирают воду за счет весеннего паводка, подращенную молодь пересаживают в них в оптимальные для хозяйства сроки и достигают высокого выхода сеголетков. Нерестово-мальковые пруды имеют площадь от 0,15-0,3 до 1-2 га.

Готовят нерестово-мальковые пруды аналогично нерестовым, при этом большое внимание уделяется внесению органических удобрений по ложу. Заливать их можно за 1-2 дня при нересте на естественном субстрате. Если необходимо ориентироваться на нерест с применением искусственного субстрата, то заливать можно за 4-5 дней для создания в нем хорошего развития кормовой базы. Воду набирают через индивидуальные фильтры. На 1 га нерестово-малькового пруда высаживают 10-12 гнезд, в зависимости от их качества.

В соответствии с потребностями хозяйства продолжительность сроков подращивания 20-45 дней, но при этом необходимо уделять внимание питанию молоди полноценными кормами. Большое значение имеет обеспечение молоди зоопланктоном для чего регулярно вносят удобрения согласно схеме, рассмотренной ранее для нерестовых прудов.

Конский навоз можно заменить птичьим навозом. Хорошие результаты даёт внесение с органическими и минеральными удобрениями травяной муки (50-60 кг/га за один приём), применяют зелёные удобрения. При условии соблюдения технологии с 1 га водного зеркала хозяйства получают миллион и больше подрощенных мальков массой 200-500 мг.

После облова нерестово-мальковый пруд осушают: траву, которая начала гнить скашивают и удаляют. Пруд оставляют сухим до нерестовой компании следующего года, а траву систематически скашивают на протяжении текущего года.

Нерестово-мальковые пруды после облова карпа и обработки можно использовать для подращивания личинок растительноядных рыб.

Летне-маточные пруды. После нерестовой компании производителей пересаживают в летние маточные пруды. Начинается другой период летнего содержания – нагул. Целесообразно организовать нагул самок карпа отдельно от самцов. Это обеспечивает возможность избежать незапланированного (дикого) нереста и обеспечить нормативный прирост производителей (1-1,5 кг).

В летних маточных прудах производителей содержат в основном на естественных кормах, величина добавочного рациона искусственных кормов не должна превышать 2-3% от массы производителей. Кормят их лучшими комбикормами с добавлением в них рыбной, кровяной, мясо-костной муки (до 8-10%), боенских отходов.

При соблюдении основ выращивания карпа в нерестовых прудах и технологических процессов разведения, можно приступить к селекционной работе с карпом в условиях тепловодных прудовых хозяйств.

11.4. Инкубация икры в природных условиях

Инкубация икры в природных условиях осуществляется в аппаратах, установленных непосредственно в естественном водоёме: в аппаратах Сес-Грина и Чаликова. На рыбоводных заводах эти аппараты не применяются, но они могут быть использованы на рыбоводных пунктах, организуемых в полевых условиях, при проведении научно-исследовательских и акклиматизационных работ. В этих аппаратах можно проводить инкубацию многих видов рыб (осетровых, карповых и др.). Но необходимо иметь в виду, что при данном методе процесс инкубации полностью зависит от влияния гидрологических и гидрохимических условий реки.

Аппарат Сес-Грина – деревянный прямоугольный ящик длиной 60 см, шириной 40 см и высотой 25 см. Дно ящика обтянуто металлической сеткой, которую для предохранения от ржавчины покрывают антикоррозийным или асфальтовым лаком. Размер ячеек сетки должен быть меньше диаметра инкубируемой икры. К торцовым сторонам аппарата приделаны длинные деревянные ручки, позволяющие ставить его в одно из гнезд деревянной рамы, установленной при помощи якорей на участке реки с умеренной скоростью течения (0,5 м/сек) и защищающей его от удара волн и других механических повреждений.

Вода свободно проникает через сетчатое дно аппарата и омывает икру. Для ухода за икрой и для подхода к каждому аппарату к раме делают мостки. Иногда аппараты Сес-Грина ставят не в гнезда рамы, а последовательно соединяют веревкой или тросами, пропущенными через кольца, ввинченных в двух торцовых сторонах каждого аппарата (рис.). Головной аппарат в цепи прикрепляют к свае, находящейся внутри рамы. Нормы загрузки икры в аппараты Сес-Грина зависят от физико-химических параметров среды. Чем ниже температура и сильнее течение воды, тем выше нормы загрузки аппарата и наоборот.

Примерные нормы загрузки икры в аппарат Сес-Грина: севрюги – 15 тыс. штук, кутума – 50 тыс. штук.

Аппарат Чаликова представляет собой ящик размером 70x40x15,5, в который помещают оплодотворённую икру, а затем устанавливают в водоёме (рис.). Стенки ящика состоят из деревянных рамок, обтянутых металлической сеткой, покрытой асфальтовым лаком. Сверху ящик закрывают сетчатой крышкой. С торцовых стенок ящика ввинчены металлические кольца или прикреплены ушки, при помощи которых аппараты соединяют один с другим.

Все стенки аппарата Чаликова обтянуты сеткой, поэтому водообмен и омываемость икры водой в нем лучше, чем в аппарате Сес-Грина. Кроме того этот аппарат можно погружать на любую глубину, что позволяет избежать возможного случайного отравления икры находящимися на поверхности воды ядовитыми для рыб веществами. Норма загрузки икры в аппараты Чаликова, как и в аппарат Сес-Грина, зависит от условий

инкубации. Ориентировочные нормы загрузки икры в аппарат Чаликова, тыс. штук: севрюги – 35, муксуна – 150, сырка (пеляди) – 300, нельмы – 100 и кутума – 75.

Вопросы для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте основные этапы организации нерестовой компании
2. Назовите и охарактеризуйте основные виды подготовительных работ на нерестовых прудах.
3. Как проводится получение ранних производителей и личинок карпа.
4. Как проводится инкубация икры в природных условиях.

Литература: [1, 2, 3, 7]

ТЕМА 12. ИСКУССТВЕННОЕ РАЗВЕДЕНИЕ РЫБ. РАЗВЕДЕНИЕ КАРПА И РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ В ЗАВОДСКИХ УСЛОВИЯХ

12.1. Технология заводского метода воспроизводства карпа и растительноядных рыб

Технология заводского метода воспроизводства отвечает современным требованиям индустриального рыбоводства и не имеет недостатков, свойственных традиционным методам разведения и получения потомства.

В условиях заводского воспроизводства полностью исключается совместное содержание производителей и потомства, благодаря чему личинки, полученные заводским способом, свободны от возбудителей инвазионных и инфекционных заболеваний. Заводской способ позволяет отказаться от дорогостоящих нерестовых прудов, сократить площади летне и зимне-маточных прудов за счет более рационального использования самцов. Реализуется возможность действенного управления процессами, связанными с подготовкой производителей, получением половых продуктов, искусственным осеменением и инкубацией икры, получением личинок.

Использование эффективной системы терморегуляции позволяет увеличить продолжительность вегетации на один месяц за счет получения раннего потомства, что обеспечивает рост рыбопродуктивности выростных прудов и способствует улучшению качества рыбопосадочного материала.

Преимущество заводского воспроизводства могут быть реализованы за счет теоретических знаний и практических навыков в области биотехники искусственного разведения, которые базируются на глубоких знаниях биологии размножения соответствующих видов рыб в естественных условиях.

Плодовитость самок карпа колеблется в очень широких пределах, что связано с разными их размерами и массой тела. У отдельных особей она достигает до 1,5 млн. при рабочей плодовитости 400-500 икринок. Зрелые икринки в яичнике имеют диаметр 1 мм и могут быть выметаны при наличии нерестового субстрата в диапазоне температур 12-20°C. Наиболее интенсивный и эффективный нерест происходит при температуре 18-20°C на зарослях густой мягкой растительности в зоне мелководья в предрассветные часы. Икра карпа клейкая, что даёт ей возможность приклеиваться к растениям, обеспечивая оптимальные условия эмбриогенеза вида.

Продолжительность эмбрионального периода варьирует в широких пределах, что зависит от термического режима инкубации. При температуре 15°C свободный эмбрион выклёвывается через 5 суток, а при температуре 20°C – достаточно 3 суток. Свободный эмбрион или предличинки выклёвываются размером около 5 мм, первые часы неподвижно висят, приклеившись к растениям с помощью специального органа приклеивания, питаются за счет запасов желточного мешка.

В зависимости от температуры воды продолжительность периода покоя и прохождения соответствующих стадий развития может быть большим или меньшим, но по мере истощения запасов желточного мешка и биологической необходимости перехода на внешнее питание контакт с нерестовым субстратом утрачивается, но позже десятидневного срока происходит полный переход на питание различными формами зоопланктона, что соответствует личиночной стадии.

Получив представление о биологии и некоторых аспектов экологии размножения карпа, можно осмысленно подойти к биотехнике его разведения в заводских условиях, которые регламентируются конкретными параметрами (таблица 12.1).

Таблица 12.1. Рыбоводно-биологические нормативы заводского воспроизводства карпа.

Показатели	Норма
Содержание производителей в преднерестовых прудах	
Площадь одного пруда, га	До 1
Средняя глубина, м	1,5-2
Продолжительность, часах	
Наполнение	Не больше 6
Спуск	Не больше 3
Температура воды при выдерживании производителей, °С	До 18
Водообмен, сутки	5
Густота посадки, шт/га:	
Самок	300
Самцов	500
Резерв производителей, %	100
Содержание производителей перед и после введения гипофизарных инъекций	
Соотношение производителей (самки: самцы), штук	1:6
Требования к садкам для содержания производителей перед получением половых продуктов	
Длина	4,0
ширина	0,6
Глубина воды	0,6
Продолжительность, мин	
наполнение	30
спуск	15
Густота посадки в зависимости от размера производителей, шт/м ²	3-5
Затраты воды на 100 кг массы, л/сек	3,0
Температура воды, °С	
В период инъекции	18-20
При инкубации икры	20-22
Содержание кислорода при содержании производителей мг/л	Не менее 6
Затраты гипофизов на кг массы, мг/кг	
самок	3-4
самцов	2
Затраты обесклеивающих веществ на 1 л воды, г:	
тальк	10
молоко	100

Показатели	Норма
Дозревание самок после гипофизарной инъекции, %	85
Рабочая плодовитость самок при выходе икры, тыс. шт.	300-500
Инкубация икры	
Вместимость аппарата Вейса, л	8
Загрузка икры в один аппарат, тыс. шт.	Не больше 600
Затраты воды на один аппарат, л/сек	0,05-0,08
Содержание кислорода при инкубации икры, мг/л	Не меньше 6
Выживаемость икры за период инкубации, %	55
Оплодотворение икры, %	Не меньше 80
Выход трехсуточных предличинок от одной самки, тыс. шт.	150-200
Выдерживание предличинок до перехода на внешнее питание	
Стеклопластиковые лотки:	
Объём воды, м ³	1,2
Глубина, м	0,6
Густота посадки, тыс. шт/м ³	1500-2000
Затраты воды на 1 млн. предличинок, л/мин	15
Выход личинок после выдерживания, %	85
Аппарат ИВЛ – 2:	
Полезная ёмкость (вместимость), л	200
Густота посадки, тыс. шт/л	5
Затраты воды на аппарат вместимостью 200 л, л/с	0,23
Выживаемость личинок, %	85
Продолжительность выдерживания, сутки, при температуре 20-22 °С	1-2

Ранней весной после таяния льда на зимовальных прудах производят облов, тщательно осматривая при этом производителей. При весенней бонитировке производителей жесткую браковку больных и травмированных особей, и по внешнему экстерьеру, так как такой материал обусловит повышенный отход в процессе заводского воспроизводства.

Одновременно производится разделение производителей по полу и рассадка их в соответствующие пруды. Лучше иметь специальные преднерестовые пруды. Часто в хозяйствах используют всевозможные садки. Можно использовать для этих целей освободившиеся зимовальные пруды. При этом глубина воды должна быть около 1 м, на каждые 2-3 экземпляра должно приходиться не менее 100 м² площади водного зеркала.

При отборе самок для воспроизводства следует руководствоваться следующими признаками: брюшко заметно увеличено; участок туловища между грудными и спинными плавниками тонкий, мягкий, без жировых отложений; внешние поверхности тела блестящие, хорошо покрыты слизью.

При отборе самцов для воспроизводства следует руководствоваться такими признаками: брюшко заметно уже в спинной части; участок туловища между грудными и спинными плавниками плотный, толстый, тело твердое и мясистое. Внешняя часть жаберной крышки, спинные и брюшные плавники имеют брачный наряд (бугорки) или шероховатость; при лёгком нажатии молоки вытекают, половое отверстие узкое и бледное.

Производители с плохо выраженными вторичными признаками выбраковываются, участие их в работе по заводскому воспроизводству недопустимо.

Для предотвращения самопроизвольного нереста недопустимо наличие в преднерестовых прудах нерестовых субстратов, свежезалитой наземной растительности, а

также совместное содержание самцов и самок. Соблюдение этих условий полностью гарантирует от преждевременного икрометания.

Неоднократно в процессе выдерживания производителей наблюдался самопроизвольный нерест самок при температуре воды 18°C, когда отсутствовали самцы и не было нерестовых субстратов. Для исключения такого явления целесообразно понижать в преднерестовых прудах уровень воды на 20-25 см в течение суток, с последующим поднятием уровня воды. Это мероприятие оказывает тормозящее воздействие на икрометание самок карпа.

12.2. Бонитировка и рассадка производителей самцов и самок

Бонитировка и рассадка производителей самцов и самок предусматривает создание двух групп: I группа – производители, с ярко выраженными вторичными половыми признаками, наиболее подготовленных к нересту; II группа – производители с выраженными вторичными половыми признаками, менее подготовленные к нересту. Для заводского разведения используется в первую очередь материал I группы, а затем II группы, который к тому времени, как правило, созревает, давая хорошие результаты при воспроизводстве.

При заводском разведении карпа используют эколого-физиологический метод стимуляции созревания половых продуктов, основанный на создании оптимальных условий основных физико-химических параметров среды и внутренне-мышечное введение гонадотропных гормонов гипофиза или других аналогичных физиологических препаратов.

Использование данного метода допустимо и оправдано при работе с производителями, достигших 4-й завершающей стадии зрелости.

При работе с особями, которые имеют половые продукты на более ранних стадиях зрелости, гарантируется негативный эффект, позитивный эффект исключен.

Технология заводского метода разведения включает три последовательные операции-периоды:

1. Подготовительный, подготовка, проверка всех узлов инкубации, весенняя бонитировка производителей, содержание их в преднерестовых прудах, кормление.
2. Собственно работа инкубационного цеха – проведение гипофизарных инъекций, отбор икры, оплодотворение, инкубация, получение и пересадка предличинок в садки.
3. Заключительный – выдерживание предличинок в садках, наблюдение за их состоянием, рассасывание желточного мешка, обеспечение благоприятного общего режима, выпуск личинок в пруды или реализация другим признакам.

12.3. Методы обесклеивания икры

Икра обладает значительной клейкостью, что характерно для филофильных рыб, откладывающих икру на растительные субстраты. При заводском способе воспроизводства карпа могут быть использованы разные конструкции аппаратов, что позволяет инкубировать икру как во взвешенном, так и в приклеенном состоянии. Однако абсолютное большинство существующих рыбозаводов оснащено аппаратурой для инкубации икры во взвешенном состоянии, что требует предварительного обесклеивания.

Для обесклеивания икры используется препарат ПАС-Г танин. До начала работ по получению половых продуктов готовят два раствора для обесклеивания икры. Раствор № 1 готовят из препарата ацетонированных семенников (ПАС-Г) – 50 г порошка ПАС-Г размешивают в 1 л физиологического раствора и настаивают при комнатной температуре не менее 3-х часов, периодически помешивая. Тот исходный маточный раствор может храниться в холодильнике 5-7 суток. Для приготовления рабочего раствора непосредственно перед обесклеиванием маточный раствор разводят в 10 частях чистой прудовой воды. Готовить раствор № 1 следует в эмалированной посуде.

Раствор № 2 – это водный раствор танина. Маточный раствор получают путем растворения 20 г порошка танина в 1 л теплой воды. В стеклянной посуде маточный

раствор может храниться в течение всей нерестовой компании. Рабочий раствор танина получают путем разведения маточного раствора в 10 частях прудовой воды. Приготавливать рабочий раствор следует непосредственно перед употреблением, так как он быстро теряет свои свойства. В последнее время в качестве обесклеивающего вещества широко используют суспензию талька. Для её приготовления 100 г порошка талька и 20-25 г поваренной (кухонной) соли заливают 10 л прудовой воды и тщательно перемешивают после чего препарат готов для использования. Наряду с этим, широко используется метод, который базируется на использовании коровьего молока.

Обесклеивание оплодотворенной клейкой икры коровьим молоком достигается за счет обволакивания яйцевой оболочки капельками жира. Оптимальная концентрация обесклеивающего препарата достигается при разведении молока водой в соотношении 1:5 – 1:8. Можно использовать сухое молоко, растворив 10-15 г в 1 л воды.

Обесклеивание икры осуществляется при постоянном перемешивании в 2-х последовательно сменяемых растворах - №1 и №2.

При обесклеивании икры водной суспензией талька и молока применяется один «раствор». Продолжительность обесклеивания 30-40 минут. Температура растворов не должна резко отличаться от температуры, в которой содержались созревающие рыбы. Икру помещают в эмалированные тазы (в каждый не менее 500 мл икры). Осеменение производят «сухим» ручным способом. Икру смешивают с молоками, затем добавляют 100 мл обесклеивающего раствора №1, в котором и проходит оплодотворение.

По мере набухания икры, в тазы доливают раствор из такого расчета, чтобы слой его над икрой не превышал 0,5-1,0 см. При температуре воды около 20°C процесс обесклеивания икры в растворе №1 продолжается 25-30 минут. Затем часть этого раствора сливают и добавляют раствор №2, прибавляя его до полного обесклеивания из такого расчета, чтобы в конце процесса слой жидкости над икрой не превышал 3-5 см; продолжительность обработки раствором №2 составляет также 25-30 минут.

Для определения окончания обесклеивания икры помещают в чашку Петри, наполненную чистой прудовой водой. Если в течение 5 минут икринки не приклеились к стенкам и при легком покачивании чашки Петри легко перемещаются, то обесклеивание закончено. В противном случае процесс обесклеивания продолжается ещё 10-15 минут, а затем вновь берут пробу икры. После завершения процесса обесклеивания икру вместе с раствором без какой либо дополнительной отмывки помещают в инкубационные аппараты.

Перемешивание икры в процессе обесклеивания может производиться вручную пучком перьев. При значительных объёмах работ целесообразно использовать механические мешалки или специальные аппараты, в которых перемешивание икры осуществляется с помощью подачи сжатого воздуха.

Технология заводского метода разведения карпа предусматривает выдерживание производителей на протяжении 4-5 суток при создании необходимых экологических условий содержания. Естественное дозревание в диапазоне оптимальных температур позволяет применять однократное инъектирование из расчета 2,0 мг сухого вещества гипофиза на 1 кг массы самки. В ряде случаев, при формировании процесса созревания, путём искусственного повышения температуры, лучшие результаты даёт двукратное инъектирование: предварительная инъекция 0,3 мг, а через 12-24 часа разрешающая – 2,0 мг на 1 кг массы самки. Самцы менее требовательны к дозировке гипофиза и нормально созревают при однократном инъектировании половинной дозы самок. После инъектирования самцов и самок помещают в отдельные садки, обеспечивают постоянную проточность, где в зависимости от температуры продолжительность созревания может быть различной.

В этой связи необходимо проверять готовность рыбы к отдаче икры за 2 часа до предполагаемого нереста, а потом через каждые 0,5 часа до расчетного 4 часа. Критерием зрелости самок и готовности к отдаче икры является выделение отдельных прозрачных

икринок, самцов проверять не следует. Созревших самок отлавливают с помощью рукава, во избежание выброса икры закрывают генитальное отверстие и выносят из садка, после чего тщательно вытирают марлей, заворачивают голову и хвост полотенцем, оставляя открытой брюшную часть рыбы. Половое отверстие должно находиться в непосредственной близости от края сухого, чистого эмалированного таза. При нормальном созревании основная масса икры свободно стекает по стенке таза, оставшуюся икру сцеживают, массируя брюшко по направлению от головы к генитальному отверстию.

В связи с тем, что икра не теряет способность к оплодотворению на протяжении 30 минут после получения можно приступить к отцеживанию молок, которые собирают в чистые сухие пробирки или бюксы.

Продолжительность активности сперматозоидов до 1,5 часа, что позволяет работать с самцами и до взятия икры. Все работы со спермой и икрой выполняются в местах, защищенных от солнечных лучей и яркого электрического света.

При осеменении икры каждой самки используют 2-3 самцов, которые в объеме 3-5 см³ приливают в таз с икрой, тщательно и легко смешивают икру и молоки пером птицы и добавляют обесклеивающий раствор, где и происходит процесс оплодотворения.

Перед закладкой икры в аппараты Вейса устанавливают проточность 0,5 л/мин, набирают из таза кружкой икру и аккуратно переливают в инкубационные аппараты; икру разных самок инкубируют отдельно. После загрузки аппаратов устанавливают нормативный водообмен, продолжительность эмбриогенеза зависит от температуры.

В процессе инкубации, при значительных отходах в отдельных аппаратах, целесообразно близкую по стадиям развития икру собрать в один аппарат. Выклев предличинок обычно растягивается на 10-15 часов, что усложняет работу, но формировать выклев путем уменьшения водообмена и соответственно снижения содержания растворенного в воде кислорода не следует, так как такое регулирование выклева предличинок может негативно повлиять на жизнестойкость. В процессе выклева предличинки концентрируются в приемнике или поступают прямо в садки, предназначенные для выдерживания, где находятся 2-3 дня. По истечении этого срока и достижения личиночной стадии развития личинок используют для зарыбления лотков, бассейнов, садков, мальковых и выростных прудов, реализуют другим хозяйствам.

Для инкубации икры можно применять аппараты Садово-Коханской, морозильную камеру Войноровича и другие аппараты, где инкубация икры осуществляется в приклеенном состоянии на субстратах или лотках различных конструкций, но преимущество отдается аппаратам Вейса и другим, где используется принцип этой конструкции.

12.4. Работы по воспроизводству растительноядных рыб

Растительноядные рыбы – теплолюбивые. Они характеризуются весенне-летним нерестом и порционным откладыванием икры. Они типичные пелагофилы, которые откладывают икру в толще воды. Икра битипелагическая. В стоячей воде медленно опускается на дно и загнивает. Для обеспечения нормального эмбриогенеза необходимо наличие в воде турбулентности, что обеспечивает нахождение икры в толще воды. И этот фактор необходимо учитывать при работах по воспроизводству в заводских условиях. Половой зрелости растительноядные рыбы достигают от 2 до 9 лет. В природных и искусственных ареалах самцы становятся половозрелыми на один год раньше самок. Относительно широкий возрастной диапазон сроков достижения половой зрелости, связанный с высокой пластичностью растительноядных рыб и четкой зависимостью развития стадий зрелости половых продуктов от температуры, представляет для разведения исключительный интерес.

Стадия развития половых желез самок и самцов карпа и растительноядных рыб принципиально отличаются тем, что у карпа нерест единовременный, а у растительноядных порционный. Но в целом, их схема развития вписывается в общую

универсальную шестибальную шкалу зрелости половых продуктов костистых рыб, разработанной профессором Г.Н. Никольским. Конечно же, для отдельных видов рыб, существуют различия в особенностях развития половых продуктов как самок, так и самцов (разные коэффициенты зрелости и размеры овоцитов и сперматозоидов, различия в окраске, размерах половых желез и т. д.)

Современные комплексы, которые специализируются на заводском воспроизводстве карпа и растительноядных рыб, представлены инкубационными цехами, системой соответствующих прудов, которые используются для целенаправленного содержания производителей и ремонта всех возрастных групп. При заводском воспроизводстве карпа требования для содержания производителей ремонта и формирования маточных стад не имеют принципиальных отличий от общепринятых, связанных с использованием нерестовых прудов.

В связи с постоянно возрастающей ролью растительноядных рыб в продукции тепловодных прудовых хозяйств, широким использованием этих рыб для повышения рыбопродуктивности ряда рек, озер и водохранилищ необходимо в кратчайшие сроки резко увеличить объёмы производства жизнестойкого рыбопосадочного материала. Обеспечение потребностей рыбного хозяйства таким рыбопосадочным материалом сдерживается отсутствием достаточного количества и качества маточных стад. Для ликвидации положения, которое сложилось, необходимо безусловно, завершить начатые работы по выращиванию производителей растительноядных рыб, резко улучшить условия их содержания, организовать правильное формирование разновозрастных ремонтных групп с учетом потребностей современного рыбного хозяйства. Эти работы очень ответственны и не могут носить стихийный характер, они координируются в масштабах страны и регламентируются нормативными документами (таблица).

Выполнение нормативных положений формирования маточных стад обеспечивает высокое качество производителей, что позволяет эффективно работать в области заводского воспроизводства.

Вставить таблицу.

Основываясь на сведениях, которые характеризуют биологию и отдельные аспекты экологии размножения растительноядных рыб и принципы формирования маточных стад, целесообразно рассмотреть нормативные параметры биотехники искусственного их воспроизводства. (таблица)

Для содержания производителей перед получением половых продуктов допускается использование садков других конструкций при соблюдении норм плотности посадки. В условиях прудовых рыбоводных хозяйств заводской способ воспроизводства растительноядных рыб, в отличие от карпа, является единственным, позволяющим получить потомство. Воспроизводством растительноядных рыб в основном занимаются в южных регионах нашей страны. В средней и северной полосе работы по искусственному воспроизводству связаны с использованием сбросных теплых вод промышленных предприятий, без использования этих вод воспроизводство будет находиться на грани постоянного риска.

Известно, что для созревания половых продуктов растительноядных рыб требуется более высокая сумма температур, чем у карпа. В этой связи работы по получению потомства растительноядных рыб совпадают с окончанием искусственного воспроизводства карпа, при условии стабилизации среднесуточной температуры воды на уровне 20°C и выше. При этом следует помнить, что при длительном содержании производителей в диапазоне нерестовых температур возможно перезревание, поэтому работы по воспроизводству следует проводить в сжатые сроки – 20-25 дней.

До начала работ при температуре 10-14°C производят облов зимовально-маточных прудов хамсаросовым неводом, позволяющим изъять основную массу производителей, не травмируя их, по воде. Из невода производителей отбирают при помощи специального матерчатого рукава, переносят в глубокие брезентовые носилки с водой, снабженные

крышкой. В процессе разгрузки зимовальных прудов осуществляется дифференцировка производителей на группы, при этом самок подразделяют на три, а самцов – на две группы. Критерием при создании групп является готовность к нересту, о чем следует судить по степени выраженности половых признаков.

В первую группу самок должны включаться особи с мягким, выраженным брюшком, припухлостью и легким покраснением в области генитального отверстия.

Во вторую группу следует включать особей с мягким, слегка выраженным брюшком и некоторой припухлостью в области генитального отверстия.

В третью группу включаются самки, не очень отличающиеся по внешнему виду от самцов, которых следует сразу отправить на нагул, исключив из работ по воспроизводству.

В первую группу самцов включают особей, имеющих хорошую выраженность шипиков (для толстолобиков) и шероховатостей (для амура) на грудных плавниках.

Во вторую группу включают самцов со слабой выраженностью шипиков и шероховатостей на грудных плавниках.

В процессе разгрузки зимовальных прудов производителей рассаживают в преднерестовые пруды, которые должны легко облавливаться и быстро спускаться.

Содержание производителей предусматривает интенсивный водообмен, препятствующий резкому колебанию температуры и оптимизацию физико-химических и гидробиологических параметров среды.

Работы по воспроизводству растительноядных рыб начинают с белым амуром, который созревает раньше других растительноядных рыб, потом с белым толстолобиком и далее с пестрым толстолобиком и черным амуром, которые условно относятся к растительноядным рыбам. Основу рациона пестрого толстолобика составляют зоопланктон и фитопланктон, а черный амур питается только моллюсками. Но традиционно сложилось так, что их относят к группе растительноядных, руководствуясь сходной биологией размножения и биотехники разведения.

При стабилизации температуры воды на уровне 20°C и выше самки достигают завершенной четвертой стадии зрелости, после чего их подвергают дробной гипофизарной инъекции: внутримышечно вводится предварительная доза суспензии гипофиза, составляющего 1/8-1/10 часть общей дозы, а через 12-24 часа вводится разрешающая доза до 9/10 сухого вещества гипофиза. Для дозревания половых продуктов и получения эффекта овуляции средним самкам (5-6 кг) необходимо 3-4 мг сухого вещества гипофиза на 1 кг массы тела, для более крупных самок – 5-6 мг. Самцов подвергают однократной инъекции, используя половину дозы самок.

Подбор дозы гонадотропного гормона гипофиза – сложный процесс. Это обусловлено тем, что степень готовности к нересту самок растительноядных рыб при близких показателях массы и линейных размеров может быть разной. Ситуация усложняется тем, что физиологическая активность гонадотропного гормона разных гипофизов при одинаковой средней массе также не всегда идентична. Но действующие инструкции и рекомендации не акцентируют внимания специалистов на этих особенностях, что при формальном подходе может привести к негативным последствиям.

Для приготовления суспензии гипофиза применяют физиологический раствор или дистиллированную воду и сухие препараты гипофизов, заготовленных в преднерестовый период от сазана, леща, карася, карпа, достигших половой зрелости. При этом в фарфоровую ступку высыпают определенное количество гипофизов, тщательно растирают пестиком до пылевидных фракций, добавляют несколько капель физиологического раствора и повторно растирают до образования однородной массы, после чего приливают физиологический раствор из расчета 1,0-1,5 мл на каждую особь. Препарат готовят непосредственно перед инъекцией.

Гонадотропный гормон гипофиза вводится в спинную мышцу передней части тела ниже основания спинного плавника.

Для инъектирования лучше использовать длинные иглы, после введения препарата следует слегка массировать место введения во избежание вытекания препарата. После предварительной инъекции самок помещают в садки, где они выдерживаются 12-24 часа, что определяется особенностями эксплуатации инкубационного цеха. По истечении этого срока самок отлавливают, вводят внутримышечно разрешающую дозу гипофиза, одновременно инъектируют самцов и рассаживают в отдельные садки для созревания половых продуктов.

За 1,5-2 часа до наступления расчетного времени получения икры самок проверяют; последующие проверки осуществляют через каждые 0,5 часа, чтобы исключить возможность произвольного выброса икры. У хорошо созревших самок икра вытекает струёй. Для предупреждения потерь икры при отлове самок применяют специальный рукав, закрывая при этом генитальное отверстие. Перед получением икры самку тщательно вытирают марлей, заворачивают в полотенце, после чего приступают к отцеживанию икры в чистый сухой эмалированный таз. Для сбора молок применяют широкие пробирки или бюксы; на каждого самца требуется индивидуальная ёмкость.

Для эффективного оплодотворения икры в процессе осеменения используют 2-3 самца из расчета 5 мл спермы на 1 кг икры. После прилития спермы к икре её тщательно, но осторожно перемешивают птичьими перьями на протяжении 2-3 минут, медленно и осторожно заливают водой, уровень которой должен быть на 2-3 см выше икры, повторно перемешивают и оставляют в состоянии покоя на 2-5 минут, далее сливают воду с остатками молок, слизи, чешуи, фекалий, приливают свежую воду, повторяя эту операцию 2-3 раза. Общая продолжительность процесса искусственного осеменения должна быть завершена через 10-15 минут. Не ожидая завершения набухания, икру следует загрузить в инкубационные аппараты.

При этом оптимальными температурами для инкубации икры растительноядных рыб являются 22-24°C. Выклев предличинок или свободных эмбрионов растягивается до 8-12 часов, в процессе которых в зависимости от биотехники воспроизводства они концентрируются в приемных ёмкостях, или остаются в универсальных системах, способных обеспечить инкубацию икры и выдерживание предличинок. Продолжительность выдерживания определяется временем заполнения газами плавательного пузыря и наступает при температуре воды 18-20°C через 90 часов, при 20-23°C через 80 часов, при 26-27°C – через 48 часов.

Кроме аппаратов ВНИПРХ для инкубации икры и выдерживания предличинок могут использоваться аппараты А.И. Балана и И.К. Малицкого, Г.И.Савина и Н.Е. Архипова, ряда других конструкций, которые используются в рыбоводстве.

Личинок, перешедших на смешанное питание, после выдерживания, отправляют на дальнейшее выращивание в лотки, мальковые, выростные пруды, реализуют другим хозяйствам. В процессе эмбриогенеза растительноядных рыб в условиях заводского воспроизводства в ряде случаев наблюдается повышенный отход, что может объясняться разными факторами – от качества производителей – до условий воспроизводства.

Технологии заводского воспроизводства растительноядных рыб в последние годы стремятся противопоставить, так называемый экологический метод разведения, именуемый иначе «китайский», при котором нерест проводят в специальных бассейнах. Предложенный метод предусматривает использование гонадотропного гипофиза или других физиологических активных препаратов, которые не отличаются от общезаводского эколого-физиологического метода стимулирования созревания половых продуктов. Разница в том, что этот метод не требует высокой квалификации рыбоведа, упрощает ряд операций, но одновременно снижает эффективность контроля за процессами в условиях искусственного разведения, что крайне значимо и необходимо при селекционно-племенных работах.

Подводя итог полученной информации по заводскому воспроизводству карпа и растительноядных рыб, необходимо отметить, что изложенная технология разведения

позволяет успешно работать в производственных масштабах, что не исключает целесообразности и дальнейшего усовершенствования этого метода и осмысленной его адаптации к специфике конкретных предприятий растительноядных рыб. Рыбоводно-биологические нормативы заводского воспроизводства представлены в таблице 12.2.

Таблица 12.2. Рыбоводно-биологические нормативы заводского воспроизводства растительноядных рыб.

Показатели	Общая норма
Содержание производителей в преднерестовых прудах	
Площадь одного пруда, га	0,05-0,5
Средняя глубина, м	1,5-2,0
Продолжительность:	
Наполнения, часов	6
Спуска, часов	6
Водообмен, суток	5
Густота посадки, шт/га:	
Самок	1000
Самцов	1000
Температура воды при выращивании производителей, °С	18-20
Резерв производителей, %	100
Содержание производителей в помещениях перед и после гипофизарных инъекций	
Соотношение производителей – самки:самцы	1:0,5
Размеры садков(бассейнов) для выдерживания производителей с незрелыми половыми продуктами, м	
Длина	4,0
Ширина	2,5
Глубина воды	1,0
Продолжительность, минут	
Наполнение	30
Спуск	15
Густота посадки производителей в зависимости от размеров производителей, шт/м ³	1
Затраты воды на 100 кг рыбы л/сек	6
Температура воды, °С	
В период инъекций	20-25
При инкубации икры	20-25
Содержание кислорода при выдерживании производителей, мг/л	Не менее 5
Затраты гипофиза на 1 кг массы, мг/кг	
Самок	Не меньше 5
Самцов	Не меньше 1
Дозирование самок гипофизарной инъекции, %	80
Рабочая плодовитость самок, тыс. шт. икры	500
Инкубация икры в аппаратах ВНДІСРГ	
Вместимость аппарата ВНДІРГ, л	100-200
Загрузка икры в 1 аппарат, тыс. шт	500-1000

Показатели	Общая норма
Содержание кислорода при инкубации икры, мг/л	Не меньше 5
Выживание икры за период инкубации, %	65
Оплодотворение икры, %	Не меньше 80
Выход трёхсуточных личинок от одной самки, тыс. шт	250
Выдерживание предличинок до перехода на внешнее питание	
В стеклопластиковых лотках:	
Затраты воды на 1 млн. личинок, л/мин	11
Выход личинок после выдерживания, %	75
В аппаратах ИП-2:	
Объём, л	200
Плотность посадки, тыс. шт/л	6,5
Затраты воды на аппарат объёмом 200 л, л/сек	0,23
Выживаемость, %	75
Продолжительность выдерживания, сутках, при температуре, °С	
20-22	3,3
24-25	3,0
26-27	2,0
Количество личинок на одну самку, тыс. шт. (выход)	250

12.5. Инкубация икры в заводских условиях

На всех современных рыбопроизводных предприятиях, которые занимаются искусственным разведением рыб, инкубируют в инкубационных аппаратах, которые устанавливаются в специальных цехах, которые в свою очередь имеют систему водоподдачи и водоспуска. Непосредственно в инкубационном цехе где установлены инкубационные аппараты, необходимо обеспечить неяркое электрическое освещение, окна завешены шторами, чтобы исключить попадания в цех прямых солнечных лучей. Вода, которая подаётся к инкубационным аппаратам должна быть чистой, по своим физико-химическим показателям должна подходить для прохождения нормального эмбриогенеза и раннего постэмбриогенеза конкретного вида рыб. Для исключения попадания болезнетворных организмов в инкубационные аппараты желательно заблаговременно обеспечить прохождение воды через бактерицидные установки, либо использовать воду из артезианских скважин, чтобы уменьшить затраты инкубации и устранить проблемы связанные с карантинном на рыбозаводе.

Все различные инкубационные аппараты можно разделить на 4-е группы, исходя из их целевого назначения:

1. Аппараты для инкубации крупной икры лососевых, которая находится в неподвижном состоянии (семга, кумжа, горбуша).
2. Аппараты для мелкой икры лососевых, которая при инкубации находится в беспрерывном движении (белорыбица, пелядь, омуль).
3. Аппараты для обесклеенной икры осетровых и карповых (рыбец, осетр, белуга), которая периодически через определенное время находится то в состоянии покоя, то в движении
4. Аппараты для необесклеенной икры осетровых и карповых, которая при инкубации находится в неподвижном состоянии (белуга, осетр, сазан).

Все технические данные инкубационных аппаратов Вы проходили в курсе «Биологические основы рыбоводства». Остановимся лишь на них очень кратко.

Аппарат Коста – ящик из листового железа размером 50x20x10 см, внутри которого на расстоянии 5 см от дна на специальные выступы кладутся деревянные рамки, обтянутые металлической тканной сеткой типа «Трепсе». Размер ячеей сетки 18x3,5 мм. Аппарат покрыт асфальтовым лаком. На рамку в один слой кладут 2-2,5 тыс. икринок лосося

Вода подаётся у одного края аппарата, затем она протекает над рамкой с икринками и сбрасывается через носик, расположенный с противоположного края. Расход воды – 0,6 л/мин. Вылупившиеся предличинки проваливаются через сетчатую рамку и падают на дно аппарата. В целях экономии воды, площади аппарата Коста устанавливают на подставках в лестничном порядке в несколько групп. В каждую группу входят 4-6 аппаратов, снабжающихся водой из крана. При таком размещении вода из крана поступает в верхний аппарат, а из него последовательно проходит через нижестоящие аппараты. Для обеспечения правильной циркуляции воды в аппаратах их размещают так, чтобы сливные носики каждого вышестоящего и нижестоящего аппаратов находились с противоположных краев.

Установка в одну группу более 6 аппаратов Коста не рекомендуется, так как нижние аппараты будут получать воду, обедненную кислородом и содержащую большое количество вредных продуктов обмена из верхних аппаратов, что приведёт к увеличенному отходу икры.

Аппарат Шустера состоит из 2-х ящиков, сделанных из листового железа – наружного (размером 50x30x18 см) с глухими стенками и дном, и внутреннего (размером 40x29x12 см) с дном из металлической тканной сетки типа «Трепсе» с ячейей размером 18x3,5 мм (такой же как аппарат Коста).

С внутренних сторон наружного ящика на высоте 6 см от дна имеются выступы, на которых держится внутренний ящик. При этом ящик вставляют в наружный ящик, чтобы его сточный носик вдвигался в такой же носик наружного ящика. Перед сточным носиком вставляют решетку, предохраняющую от вымывания из аппарата икринок, которые размещены в один слой на сетчатом дне внутреннего ящика. Вода из крана поступает в наружный ящик (в промежуток 10 см между боковой стенкой внутреннего и наружного ящика), а затем во внутренний ящик, омывая на своём пути икринки, лежащие на его внутреннем дне, далее вода сбрасывается через сливной носик. Аппарат покрыт асфальтовым лаком

В аппарат Шустера загружают 5-6 тыс. икринок лосося. Расход воды в нем – 1 л/мин. На некоторых лососевых рыбозаводах эти аппараты делают в 2 раза больше обычных. Такой аппарат в четыре раза больше по площади и в него закладывают на инкубацию 20-24 тыс. икринок лосося. Обычно аппараты Шустера, как и аппараты Коста, устанавливают в лестничном порядке группами, в каждую из которых входят не более 5 аппаратов. При расходе воды 2-3 л/мин. Икра во всех 5 аппаратах обеспечивается необходимым количеством кислорода.

Вылупившиеся предличинки в аппарате Шустера проходят через сетчатое дно внутреннего ящика и опускаются на дно наружного ящика.

Аппарат Вильямсона – применяется для инкубации икры лососей. Представляет собой деревянный или бетонный желоб с 3-6 отделениями. Длина желоба 2-4 м, ширина – 0,5 м, высота – 0,3 м. Отделения образованы двойными поперечными неполными перегородками. При этом каждые две перегородки, образующие отделение, установлены так, что одна из них находящаяся ближе к притоку воды, не доходит до дна желоба на 5 см, а другая, находящаяся ближе к вытоку воды, наглухо закрывает дно желоба, но не доходит на 5 см до его краев.

В каждое отделение помещают стопкой деревянные рамки размером 45x50 см обтянутые металлической сеткой и покрытые асфальтовым лаком. Размер ячеей сетки на рамке такой же, как в аппарате Коста и Шустера. Рамки лежат на планках прибитых на поперечных перегородках. Самую нижнюю рамку устанавливают на расстоянии 6-7 см

от дна желоба. На рамку размещают один слой 5 тыс. икринок лосося, а каждое отделение аппарата вмещает 7 рамок. Следовательно, в одном аппарате с тремя-шестью отделениями можно инкубировать соответственно 105 и 210 тыс. икринок лосося.

5 тыс. икр.х 7=35 тыс. икр. в одном отделении;

35 тыс. икр.х3 отд.=105 тыс. 35 тыс.х6=210 тыс. икринок лосося.

Поступающая из крана в аппарат вода циркулирует в каждом отделении по вертикали (сверху вниз или снизу вверх) через рамки, равномерно оmyвая икринки и сбрасывается далее через сливной носик. Расход воды в аппарате с тремя отделениями равен 5-15 л/мин, с шестью отделениями – 10-30 л/мин.

Поточный (лотковый аппарат) – применяется для инкубации икры лососей и представляет собой прямоугольный деревянный желоб размером 3х0,5х0,25. Вдоль внутренних продольных сторон желоба тянутся два выступа, на которых в один ряд лежат 4-е рамки размером 60х49,5 см; рамки обтянуты металлической сеткой типа «Трепес» с ячейей размером 18х3,5 см. Рамки покрыты асфальтовым лаком. На одних рамку помещают 8 тыс. икринок лосося.

Вода подаётся в аппарат сверху в торцовой части, а сбрасывается через трубу (которая регулирует горизонт воды) близ противоположной торцовой стенки. В 15 см от каждой торцовой стенки, где подаётся и сбрасывается вода, вертикально поставлена защитная сетчатая рамка (перегородка) с диаметром ячейи 2 мм. Аппараты часто делают спаренными и устанавливают в лестничном порядке, стыкуя их по два в ряд. Расход воды в 2-х аппаратах – 3,5-9,5 л/мин.

Бетонный желоб применяют для инкубации икры лососей. Его размер 3х0,5х0,3 м. С одной торцовой стороны желоб, где осуществляется подача воды, имеется внешняя бетонная стенка. На расстоянии 25 см от этой стенки сделана внутренняя стенка, переходящая на высоте 20 см от дна желоба в сетчатое окно размером 50х10 см. Таким образом, между 2-мя этими стенками образован так называемый карман. С другой торцовой стороны желоба имеются пазы, в которые вставлены шандоры. Перед шандорами установлена вертикально защитная сетчатая рамка размером 50х30 см. Сетка этой рамки, как и сетка окна с противоположной торцовой стороны желоба с ячейей размером 2 мм. Вода подаётся в карман желоба, а из него через сетчатое окно поступает непосредственно в желоб. Сброс воды происходит непосредственно через шандоры, при помощи которых регулируется уровень воды в желобе.

Икра инкубируется в желобе на размещенные в один ряд четырёх рамках размером 60х49,5 см, обтянутых металлической тканной сеткой типа «Трепес» с ячейей 18х3,5 мм и покрытых асфальтовым лаком. Рамки лежат на деревянном каркасе, который после завершения инкубации икры вынимается из желоба. Рабочая ёмкость желоба, а также расход воды в нём такие же как и в лотковом аппарате. Их можно эксплуатировать в спаренном виде и в цепном порядке в зависимости от водоснабжения.

Аппарат Аткинса – применяется для инкубации икры лососей. Аппарат представляет собой прямоугольный деревянный или пластмассовый желоб длиной 1-2,4 м, шириной 0,35 и высотой 0,4 м (рис.). Конструкция его такая же как в лотковом аппарате: у одной из его торцовых стенок подаётся вода, а у другой она сбрасывается. В передней части аппарата иногда устанавливают поперечную перегородку, отделяющую водонепроницаемую камеру. Она ниже бортов желоба на 5 см.

Икра инкубируется в аппарате на рамках, уложенных в стойках (каркасах) по 2-6 стопок. Каждая стопка состоит из 10 рамок. На одной рамке размещается в один слой 2,5 тыс. икринок. То есть общее количество икринок в аппарате :

2,5 тыс. икр.х10=25 тыс.

25 тыс.х2=50 тыс. 25 тыс.х6 стопок=150

от 25 тыс. до 150 тыс. икринок.

Рамки имеют бортики и обтянуты металлической тканной сеткой типа «Трепес» с ячейей размером 18х3,5 мм и покрыты асфальтовым лаком. Размер рамки 32х32 см, высота

бортика 1 см. Две противоположные стороны бортиков каждой рамки – сплошные, а две остальные имеют вырезы. Рамки укладывают в стопки так, чтобы их бортики с вырезами располагались перпендикулярно к течению воды в аппарате, которое должно быть не ниже 0,6 см/сек. В инкубационном цехе аппараты стыкуют по два в ряд, устанавливая их в лестничном порядке. Расход воды в аппарате составляет 1-1,5 л/сек. На 1 млн. икринок.

Перед вылуплением предличинок в аппарате оставляют 4-6 рамок с икрой, а остальные рамки с икрой распределяют по запасным (резервным) аппаратам, исходя из плотности 20-30 тыс. икринок на 1 м². Если вода содержит много ила, под рамки с икрой ставят сетчатые подрамники. В этом случае вылупившиеся предличинки падают в подрамники, в которых они содержатся в чистоте и равномерно распределяются по всей площади аппарата.

Аппараты дальневосточного типа применяются для инкубации икры лососей. Аппараты бетонные, прямоугольной формы. Конструкция их торцовых сторон такая же, как в вышеописанном бетонном желобе. Размер аппарата 15-25x1,4x0,4 м. Икра инкубируется на таких же по размерам сетчатых рамках, как и в аппарате Аткинса. Рамки установлены в стойках аппарата стопками. Каждый аппарат вмещает 40-60 стопок. В каждой стопке 10 рамок с икрой и одна верхняя защитная рамка без икры. На одной рамке инкубируют 2,5 тыс. икринок горбуши или кеты (в 1,3-1,5 слоя). С нижней стороны каждой рамки набиты уголки, создающие в стопке между рамками зазоры для лучшей омываемости икры водой. Расход воды в аппарате 2 л/сек. На 2 млн. икринок.

На дальневосточных лососевых рыбозаводах перед вылуплением предличинок рамки с икрой переносят из инкубационных аппаратов в питомники, где их размещают по 5 штук.

Питомники это бетонные желоба шириной 105-106 см, разгороженные шандорами на секции длиной по 5-10 м. В нижней части секции питомника помещают стопки рамок с икрой более раннего оплодотворения, а в средние и верхние его секции более позднего. Такое распределение рамок с икрой делают для того, чтобы в дальнейшем создать нормальные условия жизни предличинкам и личинкам. От икры более раннего оплодотворения получают раньше личинок, а от икры более позднего оплодотворения только предличинок, которые ещё не поднимаются в толщу воды и лежат отдельными группами на дне питомника. В связи с этим, при кормлении личинок, остатки не попадают на предличинок и не загрязняют места их концентраций.

Аппарат ИМ (автор конструкции А.Н. Канидьев) предназначен для инкубации многослойной икры лососей. Он состоит из 10 секций, установленных на площадках каркаса. Секции размещены двумя вертикальными рядами. В одном ряду 5 секций. Размер аппарата 0,8 x 0,4x1,2 м.

Площадки каркаса, предназначенные для установки секций, имеют боковую ось поворота и могут выдвигаться из своего гнезда. Каждая секция состоит из 2-х цилиндрических сосудов, вложенных один в другой. Внутренний сосуд имеет сетчатое дно, которое не доходит до дна внешнего сосуда. В центре внутреннего сосуда расположена водосливная трубка с сетчатым колпаком, которая вмонтирована во внешний сосуд.

Оплодотворённую икру укладывают на сетчатое дно внутреннего сосуда слоем в 8-10 см, то есть в 10-15 рядов в количестве около 30 тыс. икринок, а затем закрывают его конусной крышкой. Общая вместимость аппарата составляет около 300 тыс. икринок.

Вода подаётся в верхнюю секцию на конусную крышку, стекает между стенками двух сосудов поднимается через сетчатое дно внутреннего сосуда, омывая на своём пути икру, и сбрасывается через трубу с сетчатым колпаком на конусную крышку нижележащей секции. Достигнув самой нижней секции, вода сбрасывается из аппарата. Расход воды в аппарате составляет 15 л/мин. На 300 тыс. икринок.

Аппарат Вейса – используется для инкубации мелкой икры лососевых (белорыбицы, сиговых), а также карповых и растительноядных рыб. Он представляет

собой цилиндрический стеклянный, или из органического стекла сосуд, суживающийся книзу (перевернутая большая бутылка без дна). Классический размер аппарата: высота 50 см, диаметр верхнего отверстия – 20 см, нижнего отверстия – 3 см. Верхний край сосуда обтянут обручем из оцинкованного железа с вмонтированным в него сливочным носиком. Нижнее отверстие аппарата (горло) закрыто пробкой с ввернутой по центру металлической трубкой диаметром 0,8-1 см. К наружному концу этой трубки подведён шланг, по которому подаётся в аппарат вода. Чтобы не было «мертвого» пространства над трубкой, у стенок сосуда, где отсутствуют токи воды, это место заполняют воском или менделеевской замазкой, или пробке придают нужную вогнутую форму.

Над пробкой укладывают металлическую сетку. Токи воды, идущие из водопроводного крана поступают пол напором в нижнюю часть сосуда и поднимают вверх помещённую в аппарат икру. В верхней части сосуда напор воды ослабевает, поэтому икринки начинают постепенно опускаться в нижнюю часть его, где подхватываются струями воды и вновь увлекаются вверх. Таким образом, на протяжении всего периода инкубации икра находится в непрерывном движении в толще воды. Сброс воды осуществляется через сливной носик, перед которым устанавливается решетка, предохраняющая от выноса из аппарата икринок и вылупившихся предличинок.

Аппарат Вейса устанавливают в специальной стойке (с двумя гнездами, удерживающих нижнюю и среднюю часть сосуда) 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.

Аппараты Вейса обычно монтируют по 10-20 штук на одной стойке, причем для каждого из них обязательно независимое водоснабжение. Сброс воды из аппаратов осуществляется в лоток водосбросной, лежащий под стойкой, а затем в зависимости от конструктивных особенностей системы цеха в общий водосбросной канал.

Расход воды в аппарате – 3-4 л/мин. Нормы загрузки икры в аппарат (тыс. шт.): белорыбицы – 200, сигов – 300, пеляди.- 500, рипуса – 750.

Водоструйный аппарат Казанского представляет собой модернизированный аппарат Вейса. Этот аппарат с успехом можно применять при инкубации мелкой икры лососевых (белорыбицы, сиговых), карпа и растительных рыб.

В водоструйном аппарате Казанского вместо трубки, по которой в аппарате Вейса поступает вода, вмонтирована водоструйная головка с отверстиями: одно центральное (диаметр 5 мм) и шесть боковых отверстий (диаметр 3 мм).

По центральному отверстию в аппарат подаётся струя воды строго вертикально, а через боковые отверстия струи воды идут углом 15° к вертикали вдоль боковых стенок нижней части сосуда. «Мёртвое пространство в нижней части сосуда нет. Регуляция подачи воды в аппарат через центральное и боковые отверстия водоструйной головки осуществляются раздельно при помощи кранов. Это позволяет управлять скоростями струй воды и добиваться того, чтобы вся икра медленно и равномерно перемешивалась в сосуде аппарата. Расход воды в аппарате 3-4 л/мин. Рабочая ёмкость такая же, как и в аппарате Вейса.

Аппараты Ющенко Для инкубации обесклеенной икры карповых и осетровых разработан ряд оригинальных по своей конструкции аппаратов Ющенко. Оснащение этими аппаратами рыбоводных предприятий позволило перевести инкубацию икры указанных рыб из рек на берег – в заводские условия.

Аппарат Ющенко образца 1959 года применяется для инкубации икры и выдерживания предличинок рыбца. Основные части аппарата: инкубатор, подвижная лопасть, сифонный ковшик, фильтр аэратор и стол.

Инкубатор состоит из металлической ванны (140x50x15 см) и вставленного в неё металлического вкладыша размером 120x45x10 см с сетчатым дном с ячейей 1-1,1 мм.

Вкладыш разделён выдвигной перегородкой на две части – меньшую инкубационную часть и большую для выклева свободных эмбрионов. В инкубационную

часть аппарата помещают 300 тыс. обесклеенных икринок рыба. Вода из крана поступает на фильтр аэратор (расход 7-8 л/мин), а из него в ванну. Фильтр состоит из 3-х 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 ячейкой размером 5 мм. В этот ящик вложен фильтр из ваты или марли. Наружный ящик не имеет одной продольной стенки со стороны инкубатора.

Из фильтра аэратора воды вытекает в ванну. Сток воды из ванны и регулирование её уровня производится с помощью уровня трубки, откуда она подходит в верхний лоток, находящийся под крышкой стола. Из лотка вода поступает в ковшик, который закреплён неподвижно на конце коромысла. Коромысло имеет ось, концы которой помещены во втулки подшипника. Другой конец коромысла снабжен рычагом и противовесом, уравнивающим ковшик. Ковшик после наполнения водой под действием силы тяжести опускается вниз преодолевая напряжение возвратной пружины и действие противовеса.

В нижнем положении ковшик наклонён в сторону сифона, который автоматически удаляет воду и сбрасывает её в нижний лоток. Из нижнего лотка вода вытекает в канализационную сеть. Освобождённый от воды ковшик под действием возвратной пружины возвращается в верхнее положение к верхнему лотку, где он снова наполняется водой для очередного хода.

Во время хода ковшика, автоматически при помощи шарнирных тяг приводится в движение подвижная лопасть под инкубатором. От движения лопасти возникают вихревые струи воды, которые проникают к икре снизу через сетку. Образование струй происходит равномерно по всему сетчатому дну. Это приводит к тому, что вся икра хорошо омывается водой и периодически поддерживается во взвешенном состоянии. В начале инкубации икры (в течение первых 5-6 часов) лопасть движется 1 раз в 5 минут. Затем скорость движения лопасти увеличивается до одного хода в минуту.

Перед началом выклева предличинок перегородку вкладыша удаляют и икра током воды, образующимся в результате движения лопасти, размещается равномерным слоем по всему сетчатому дну. Выклюнувшиеся 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 заложённой на инкубацию икры происходит вылупление около 2/3 предличинок.

После окончания вылупления предличинок вкладыши и лопасть из аппарата вынимают, а оставшихся в ванне предличинок выдерживают до их перехода от придонного образа жизни, к жизни в толще воды. В это время они переходят на внешнее питание и становятся личинками. Их выпускают из ванны через лоток вместе с водой в тару для просчета и транспортировки к прудам, где и выращивают молодь.

Аппарат Ющенко можно использовать для инкубации икры и выдерживания предличинок шемаи и кутума для чего нужно заменить размер сетки вкладыша в инкубаторе. Для кутума используют сетку с размером ячеек 1,25x1,25 мм. Норма загрузки икры кутума в аппарат – 150 – 200 тыс. штук.

Аппарат Ющенко образца 1961 года (Ю-IV) применяется для обесклеенной икры осетровых. Аппарат металлический; сложный по устройству, но простой в эксплуатации. Основная часть аппарата – ванна, размером 70x62x21 см, которая установлена на раме, сделанная из металлических труб. Рама снабжена парными стойками в виде ножек с небольшими колесами. Внутри ванны помещен блок четырех лопастей. Сверху лопастей на кронштейнах уложена сетчатая рама, размер ячеек которой меньше диаметра инкубируемых икринок. В ванну подают воду, а на сетчатую раму загружают до 2,5-3 кг икры.

Работа четырёх лопастей основана на таком же принципе, как и предшествующего аппарата. То есть на одном конце коромысла укреплен ковш, другой его конец снабжен

противовесом и соединен с тягой. При работе аппарата вода вытекает из ванны через урвенную трубу в лоток, а из него в ковш. Как только в ковш поступает 1,8 л воды, он под действием силы тяжести начнёт опускаться вниз, преодолевая тяжесть противовеса.

В нижнем положении ковш сбрасывает воду через сифон. Освобождённый от воды ковш под действием противовеса возвращается в верхнее положение, где он снова заполняется водой. При каждом ходе ковша тяга воздействует на центральный рычаг, который вращает вал. Вал в свою очередь, при помощи крайних рычагов и шатунов приводит в движение блок четырёх лопастей, благодаря чему икра периодически перемешивается.

Период времени между двумя последующими движениями лопастей зависит от скорости заполнения ковша водой. При расходе воды в аппарате 4 л/мин. лопасти начинают работать через каждые 40 сек. При увеличении подачи воды в аппарат значительно сокращается период времени между двумя последующими движениями и тем самым увеличивается время пребывания икры во взвешенном состоянии в толще воды. Максимально возможный расход воды в аппарате 27 л/мин.

Аппарат Ющенко (Ю – II) образца 1954 года. 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 (рис.). Кроме того, он монтируется на столе. Каждая инкубационная секция аппарата состоит из 2-х металлических ящиков: наружного – прямоугольной формы (размером 73x65x27 см) и внутреннего – полуовальной с сетчатым дном (65x56x20 см). Между дном наружного ящика и сетчатым дном внутреннего ящика (размер ячеек сетки – 0,8-1 мм) имеется свободное пространство.

На столе установлена на рамках подвижная рама с пятью лопастями, вложенными по одной в каждый наружный ящик всех пяти инкубационных секций. Зазор между лопастями и сетчатым дном внутреннего ящика – не более 6-7 мм.

Водоснабжение инкубационных секций независимое. Вода подаётся в каждый наружный ящик и проходит через сетчатое дно во внутренний ящик, где инкубируется икра. Вода вытекает из верхнего сливного лотка наружного ящика в общий сбросной лоток, расположенный вдоль стола, а из него попадает в откидной ковш, ёмкость которого около 13 л. Наполненный водой на $\frac{3}{4}$ объёма ковш, расположенный на конце коромысла перетягивает большой противовес, закреплённый также на коромысле опускается вниз, перевёртывается и освобождается от воды. Затем большой противовес опускается вниз, ковш поднимается вверх к водосбросному лотку и находится там до следующего наполнения его водой. При этом при опускании и поднятии ковша подвижная рама с лопастями перемещается. За один ход ковша каждая лопасть проходит два раза над сетчатым дном внутреннего ящика. Вращающиеся лопасти создают токи воды, которые проникают через сетчатое дно внутреннего ящика и приподнимают икру.

Нормы загрузки всех пяти инкубационных секций аппарата икрой того или иного вида рыбы следующие:

Белуги – 10-15 кг (300-450 тыс. икринок),

Осетра – 10-12 кг (500-600 тыс.),

Севрюги – 8-10 (600-750 тыс.) и шипа – 10-12 (600-720 тыс. икринок). При таких нормах загрузки аппарата икрой лопасти должны двигаться со скоростью 3-4 раза в минуту.

По окончании инкубации икры открывают задвижку конусного лотка и спускают выключившихся предличинок вместе с вытекающей водой в сборный лоток, из которого они поступают в подставленный эмалированный таз, или рыбоводное ведро, или какую-либо другую тару. Полный сброс воды из каждой инкубационной секции в сборный лоток осуществляют через клапанный кран наружного ящика.

Сотрудники Астраханского отделения института «Гипрорыбпроект» модернизировали аппарат Ющенко – II. Этот аппарат работает без откидного ковша,

который заменен барабанным колесом. Он отличается большей мощностью, работает с самоотбором предличинок и гидравлическим бесконтактным способом их транспортировки к накопителям.

Инкубационная установка «Осетр» - создана специалистами АЗНИИРХ и применяется для инкубации обесклеенной икры осетровых. Ёмкость этой установки по загруженной икре белуги 12—тыс. шт., осетра 1449 тыс., севрюги – 176 тыс. Расход воды на 1 инкубационный ящик, которых всего 8 в установке, -2-6 л/мин.

Лоточный аппарат Садова-Коханской – применяется для инкубации необесклеенной икры осетровых. Этот аппарат состоит из металлической рамы размером 150x38x180 см, внутри которой закреплены дюралюминиевые уголки. На уголки устанавливаются лотки, изготовленные из пластмассы. Длина лотка 140 см, ширина – 36 см, высота бортиков – 2 см. В одном аппарате размещается 21 лоток. Эти лотки загружают икрой. Загружают лотки икрой специальной сеялкой. Оплодотворённую икру помещают в сеялку и распределяют по дну лотков. На один лоток рассеивают 1 кг икры белуги, или 800 г икры осетра, или 500 г севрюги, или 800 г икры шипа. После приклеивания икринок лотки устанавливают наклонно в раму аппарата. При этом в каждом из двух последовательно устанавливаемых один за другим лотках уклон направлен в противоположные стороны. Так, например, если верхний лоток имеет уклон в левую сторону, то лежащий под ним следующий лоток наклонен в правую сторону, и наоборот. Благодаря такой установке лотков вода, поступающая из крана в самый верхний лоток, самотеком проходит по всем лоткам, омывает на своём пути икринки и затем сбрасывается из нижнего лотка в канализационную систему. Инкубация икры в этом аппарате происходит в чистой, стерильной воде. Если на завод поступает мутная вода, то лоточный аппарат должен снабжаться водой из отстойника. В случае обилия планктона в воде, отстойник необходимо снабдить фильтром из мелкоячейного газа во избежание проникновения планктона в бактерицидную установку и уменьшения эффекта стерилизации воды. Расход воды на 1 лоточный аппарат – 18 л/мин.

За несколько часов до вылупления предличинок лотки поочередно вынимают из аппарата и переносят в бассейны, где их кладут на подставки, смонтированные из дюралюминиевых уголков. Подставку с лежащим на ней лотком устанавливают так, чтобы поступающая в бассейн вода падала на один конец лотка, а выходила с другого конца в специальную ловушку, сделанную из оцинкованного железа. Вылупившиеся предличинки смываются водой из лотка в ловушку, из которой они выносятся в бассейн. Погибшие икринки и оболочки, оставшиеся после вылупления предличинок также смываются в ловушку, но из неё в бассейн не попадают. Когда инкубация икры полностью закончится, из бассейна вынимают лотки, подставки и ловушки, создавая условия для содержания в бассейнах предличинок.

Аппарат ИВЛ-2 (авторы Г.И. Савин, Н.Э. Архипов), 1974). Предназначен для инкубации икры растительноядных рыб и выдерживания предличинок растительноядных рыб, карпа, буфало и других до перехода на внешнее питание. Они представляют цилиндрическую ёмкость из оргстекла с водоподающим и водоспускным патрубками (рис.). В нижней части (около 50 мм от дна жестко закреплен рассекатель, а в верхний вставляется защитная сетка. Рассекатель воды (основная функциональная деталь) представляет собой диск, который состоит из секторов и направляющих планок. Между которыми созданы щели. В центре диска закреплена полусфера. Вода, которая подается в аппарат проходит через щели и создаёт равномерный спиралеобразный восходящий поток. Защитная сетка из капронового сита №18-20 натягивается на металлический каркас и плотно (с паралоновой прокладкой) вставляется в аппарат на период выдерживания эмбрионов. Под рассекателем воды в корпусе аппарата сделано «окно», которое закрывается крышкой и служит для промывания нижней части аппарата.

Аппарат Днепр – 1. Это усовершенствованный аппарат ИВЛ-2. Он состоит из цилиндрического корпуса из оргстекла толщиной 8 мм, донной части, диска-вентилятора

(создаёт завихрение), надстойки, фильтра и каркаса (рис.) Диск – вентилятор сделан из оргстекла, в котором радиально прорезаны четыре щели под углом 33°. Фильтровальные сетки надежно закрепляются. Аппарат можно использовать для инкубации икры карпа и загружать в него 2,5-3 кг икры.

Универсальный аппарат Амур – предназначен для инкубации икры и подращивания личинок рыб. Аппарат сконструирован на базе аппаратов ИВЛ-2 и Днепр – 1 (рис.). По сравнению с предшествующими аппаратами он более прост в обслуживании. В нем меньше затраты воды и больший выход личинок.

Рассмотренные инкубационные аппараты не исчерпывают все существующие разных модификаций, которые используются на рыбоводных предприятиях, которые специализируются на заводском разведении рыб. Дан только принцип их функционирования, особенности конструкций, режим работы и технические характеристики основных существующих аппаратов.

Вопросы для самоконтроля:

1. На какие типы можно подразделить аппараты для инкубации икры при использовании заводского метода?
2. Что представляют собой аппараты для инкубации икры, находящейся в неподвижном состоянии?
3. Какие инкубационные аппараты относятся к группе аппаратов для инкубации икры, находящейся периодически во взвешенном состоянии?
4. В каких инкубационных аппаратах инкубируется икра лососевых, осетровых рыб?
5. Дайте характеристику аппаратов вертикального типа для инкубации икры в неподвижном состоянии.
6. Какие аппараты используются для инкубации необесклеенной икры рыб?
7. Икру каких видов рыб инкубируют во взвешенном состоянии?

Литература: [1, 2, 3, 7]

ТЕМА 13. РАЗВЕДЕНИЕ НЕТРАДИЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ РЫБОВОДСТВА

13.1. Разведение буффало

В условиях высокой стоимости выращивания карпа, в первую очередь за счет высоких цен на комбикорм возникла необходимость искать новые объекты рыбоводства, которые при выращивании вместе с карпом, позволили значительно снизить затраты на рыбоводство. При этом наряду с основными объектами рыбоводства – карпа и растительноядных рыб обращают внимание на производство деликатесной продукции. Это позволяет при относительно малых объемах выращивания такой продукции значительно повысить прибыль, которая в свою очередь направляется на расширение общих объемов товарного рыбоводства.

Реализация такой концепции может обеспечить рыбохозяйственные организации не только жизнестойким рыбопосадочным материалом высокого качества при достаточно большом видовом разнообразии, но и представляет очень большой практический интерес.

В процессе таких работ большое значение имеет решение проблемы эффективного разведения нетрадиционных объектов рыбоводства, которые способны обеспечить прирост общей ихтиомассы высокого качества. При этом она не составляет конкуренции с карпом в условиях совместного прудового выращивания и на фоне проводимых интенсификационных мероприятий могут дать ценную продукцию в условиях пастбищной пресноводной аквакультуры при культивировании в лиманах, речках, озерах и водохранилищах. Большой интерес представляют такие проходные и полупроходные

рыбы, составляющие основу пастбищной марикультуры – важнейшего современного направления рыбоводства.

Кратко остановимся на особенностях заводского разведения некоторых нетрадиционных объектах разведения.

Буффало – близки к карповым и растительноядным рыбам и относятся к семейству чукучановых. Представлены тремя видами – большеротым, малоротым и черным. Как пресноводная рыба размножается при солености 3‰, но могут выдерживать соленость до 10‰. Выращивание этих рыб во внутренних водоёмах нашей страны регламентируется температурой воды, значения которой находятся между требованиями для карпа и растительноядными рыбами.

Все три вида буффало имеют длинный плавник, тело покрыто чешуёй, усиков нет. Большеротый буффало в основном планктофаг, а малоротый и черный – бентофаг.

Все три вида буффало являются объектами искусственного воспроизводства и выращивания. Можно их использовать для вселения в неспускные комплексного назначения, например, в водоёмы – охладители электростанций. Как уже отмечалось нами, использование буффало в поликультуре с карпом и пестрым толстолобиком не желательно, так как они плохо растут (из-за конкуренции в пище и часто болеют лорнеозом.

Биология размножения буффало позволяет их отнести к группе рыб фитофилов с весенне-летним нерестом. Характер их размножения сходен с карпом. Размножение начинается при температуре воды 16-17°C. По мере повышения температуры интенсивность нереста нарастет и достигает максимума при температуре воды 20°C, что близко к оптимуму. Размножение может происходить и при более высоких температурах (28°C).

Процесс нереста характеризуется созданием гнезд, в которые входят одна самка и 2-3 самца. Буффало как фитофильные рыбы не прихотливы к субстрату. Они откладывают икру на молодую и прошлогоднюю растительность, корневище, плавающие предметы, гидротехнические сооружения. Икра буффало густой консистенции, светло-желтого цвета, попадая в воду становится клейкой. В условиях рыбоводных хозяйств буффало можно разводить в обычных нерестовых прудах, но можно использовать и заводские методы размножения. При этом, бонитировка, преднерестовое содержание производителей аналогично растительноядным рыбам. При использовании гипофизов норма дозировки 1 мг сухого вещества гипофиза на 1 кг массы самки. Самцам вводится половина дозы гипофиза самок. После введения гонадотропной инъекции буффало выдерживают в садках при тех же физико-химических параметрах среды, что и для карпа и растительноядных рыб. Сроки созревания самок после введения гонадотропной инъекции зависит от температуры воды.

Процесс получения половых продуктов, осеменение икры, обесклеивания, загрузки в аппараты и инкубация икры даны в разделах о растительноядных рыбах и карпа.

Для инкубации и получения свободных эмбрионов могут быть использованы аппараты ВНИПРХ. В эти аппараты (ёмкость (100-200 л) помещают от 750 тыс. до 1,5 млн. штук икринок и устанавливают водообмен 5-6 м/мин. При низком качестве икры над живой массой создают пласт мертвой икры, которую можно легко собрать с помощью сифона, снизив водообмен до 2,5-3,0 м/мин. При высоком качестве икры отбор мертвой икры не осуществляют. После загрузки инкубационных аппаратов несколько часов наблюдают за икрой, периодически перемешивая её пучком перьев и регулируют водообмен, не допуская выноса икры или её опускания.

Через 24 часа после загрузки икры в аппараты её обрабатывают раствором малахитовой зелени для предупреждения развития сапролегнии, при этом подачу воды прекращают. Икра концентрируется в нижней части аппарата, после чего сифоном доводят объём воды до половины ёмкости аппарата и приливают раствор малахитовой

зелени из расчета 10 мл 0,05% раствора на 1 литр ёмкости аппарата (икра+вода) и тщательно перемешивают. Через 15-20 минут возобновляют подачу воды согласно нормативным расходам. Контроль за эмбриональным развитием осуществляют на этапе подвижного эмбриона незадолго до выклева. В это время оболочки икринок становятся прозрачными и под микроскопом хорошо видны зародыши. Продолжительность эмбриогенеза зависит от температуры воды. Оптимальная температура эмбриогенеза – 20-25°C .

Эмбрионы, которые выклюнулись, можно выдерживать в универсальных аппаратах или с помощью шлангов и желобов пересадить в садки или аппараты УБЛ-2. через 1-2 часа после выклева эмбрионы становятся активными, плавают в толще воды, не опускаясь на дно садков или аппаратов. Продолжительность выдерживания активных эмбрионов при температуре 20-22°C – 50 часов. До этого времени плавательный пузырь заполняется газами, а молодь переходит на смешанное питание. Выживаемость оплодотворённой икры до личинок не меньше 40%.

Специфика кормления и характер поведения обуславливают использование большеротого буффало как перспективного объекта культивирования в озерах, водохранилищах, технических и сельскохозяйственных водоёмах разного целевого назначения. Черного буффало можно использовать как компонент прудовой культуры и совместно с большеротым и малоротым буффало, белым толстолобиком и белым и пестрым амуром.

13.2. Разведение канального сома

Канальный сом (*Uctalurus punctatus Raf*) – относится к ряду карпоподобных, семейства икталуровых. Как новый объект рыбоводства характеризуется следующими особенностями: темно-серая окраска спины, переходящая в светло-серую на боках и брюхе, характерны белые полосы на боках, пигментация кожи отсутствует, а цвет варьирует от желто-оранжевого на спине до белого на животе. Помимо этого характерно наличие черных пятен на частях тела. Имеет прогонистую форму тела, чешуя отсутствует. На верхней челюсти – пара небольших кожных усика, а по углам ротового отверстия пара больших толстых уса, под нижней челюстью два небольших усика. Физико-химические параметры среды, необходимые для канального сома близки к основным объектам тепловодного рыбоводства, но интенсивный рост возможен при температуре 25-28°C, а его культивирование возможно при солености до 12‰.

По характеру питания типичный полифаг, в природных условиях питается: насекомыми, ракообразными, разной рыбой и бентическими организмами. В условиях промыслового выращивания старшие возрастные группы хорошо потребляют фарш из печени и селезенки теплокровных животных, рыбу, гранулированный рыбный корм. Отличается высоким темпом роста, а его масса в природных водоёмах достигает 40 кг. Выяснено, что масса сеголеток составляет 15 г, двухлеток – 100-150 г, трехлеток – 530-570 г, четырёхлеток – 1,4-1,8 кг и пятилеток – 1,7-2,2 кг. Характеризуется весенне-летним нерестом. Оптимум нерестовых температур 21-26°C. Продолжительность нереста до 6 часов. В качестве нерестового субстрата канальный сомик использует норы, углубления, корни деревьев. Откладываемая икра имеет вид студнеобразных шаров, клейкая, золотисто-желтого цвета. Плодовитость от 4 до 70 тыс. икринок в зависимости от размера и массы тела самок. Самцы активно охраняют икру и интенсивно аэрируют воду движениями плавников, тела, усов.

Продолжительность эмбриогенеза при температуре воды 26-27°C – 7-8 суток. Выклюнувшаяся молодь до 4 суток держится в придонном слое, образуя стаи, потом она распределяется и рыбы переходят на активное питание.

В рыбных хозяйствах канального сома разводят прудовым, садковым и аквариумными способами. Независимо от конкретного способа разведения необходимо строго соблюдать условия выращивания в преднерестовый период. Обращают внимание прежде всего на вторично-половые признаки. При подборе производителей для

комплектования нерестовых гнезд обращают внимание на выраженность вторичных половых признаков, которые свидетельствуют о развитии половых продуктов, и на размеры производителей. Если самка не готова к нересту или её линейные размеры и масса значительно меньше самца, то половозрелый самец начинает преследовать самку, сильно её кусает, в результате чего у неё появляются большие раны, которые могут окончиться летальным исходом. Также ведёт себя половозрелая самка по отношению к самцу, который не достиг половозрелости или характеризуется меньшими линейными размерами и массой тела. Поэтому при подборе производителей должно быть соответствие размеров самок и самцов.

Прудовый метод разведения наиболее прост и наиболее распространенный. Производителей высаживают в пруды в соотношении 1:1 и вставляют в них нерестовые гнезда (молочные бидоны, бочки, канистры, большие глиняные кувшины, деревянные трубы) Гнезда располагают на глубине 0,6-1 м, вход в гнездо ориентируют на центр пруда.

При садковом методе разведения гнёзда вставляют в садки, что даёт возможность организовать действенный контроль за нерестом.

Наиболее сложный аквариумный метод, который предусматривает индивидуальный подбор производителей в гнездо, их инъекцию и посадку на нерест в специальные аквариумы ёмкостью 200 л, где происходит откладывание икры, которое происходит чаще в предзакатные часы.

На четвёртые сутки после перехода на активное питание, личинок пересаживают в лотки, в нерестовые или мальковые пруды, что определяется спецификой рыбного хозяйства.

При температуре воды ниже 20°C темп роста канального сома резко снижается и высокие показатели роста не могут быть достигнуты. В связи с этим, перспективными для выращивания канального сома являются районы и хозяйства, которые базируются на теплых сточных водах. Совместное выращивание канального сома с карпом, серебряным карасем и белым амуром не допускается из-за конкуренции в питании.

13.3. Разведение щуки

Щуки – ценная теплолюбивая рыба. Нерестится ранней весной при температуре 3-6°C, икру откладывает на прошлогоднюю вымершую растительность. Половой зрелости достигает на 3-4 году жизни. Её особенности биологии мы рассматривали ранее.

Необходимо отметить, что ценность щуки как объекта прудовой культуры заключается не только в том, что она даёт хорошее мясо, но она является биологическим мелиоратором и этим самым повышает рыбопродуктивность по карпу, карасю и других рыб, так как снижает конкурентность в питании с «сорными» и больными рыбами. При этом увеличивается прирост и самой щуки. В процессе нереста производители образуют группы, состоящие из одной самки и 2-8 самцов, которые значительно меньше самок. Икра выметывается на глубине 0,5-1,0 м; в начале она клейкая, что позволяет её фиксироваться на растительном субстрате, но она быстро утрачивает клейкость и оседает на дно, где и происходит её эмбриональное развитие при низкой температуре и высоком содержании кислорода. Эмбриогенез в зависимости от температуры воды продолжается 8-14 суток.

Предличинки (их длина 6,7-7,6 мм) в течение 8-10 дней после вылупления питаются за счет желточного мешка, а затем на 12-14 день – мелким зоопланктоном, с 20-ти дневного возраста (при длине 5 см) активно поедают рыб.

Для того, чтобы обеспечить мальков щуки в нерестовых прудах кормом и тем самым увеличить их выход, рекомендуется часть пруда отгородить мелкоячейной сеткой и пустить туда 10-12 производителей окуней. Молодь окуня, которая появится от них и будет служить кормом для мальков щуки. При недостатке пищи происходит угнетение роста мальков щуки. Поэтому их как можно быстрее пересаживают из нерестовых прудов в нагульные пруды или другие водоёмы, где они могут найти естественный корм в достаточном количестве.

Мальков щуки для зарыбления нагульных карповых прудов или других водоёмов вылавливают в 13-14 суточном возрасте через 2-3 дня после их активного плавания. Если оставить их на более долгий срок они могут стать пищей для производителей и более крупных мальков. Вылавливать мальков из нерестовых прудов следует осторожно, медленно спуская воду и одновременно обеспечивая приток свежей воды. Мальков удобно ловить рыбоуловителем перед лежаком водоспуска. Для того, чтобы при спуске воды мальки не оставались в траве, её предварительно перед спуском скашивают и удаляют.

Для получения потомства заводским способом крупных производителей щуки держат в небольших земляных, деревянных или бетонных садках. В связи с порционным созреванием молоки у самцов отбирают несколько раз и хранят на холоде. Для стимулирования созревания вводят гипофиз щуки из расчета на 1 кг массы самкам – 3-4, самцам 1,5-2,0 мг. Полученную икру оплодотворяют в тазах. Обескосточивают эмульсией крахмала в воде – 1:20.

Начавшие развиваться эмбрионы закладывают в аппараты Вейса из расчета 120-220 тыс. на один 8-литровый аппарат. В период инкубации эмбрионы обрабатывают раствором малахитовой зелени – 1:10000000. На 8-10-е сутки, с началом интенсивной пигментации глаз, эмбрионы помещают в мальковый желоб, где происходит выклев эмбрионов из оболочек. Если оставить их в аппарате Вейса, предличинки приклеиваются к его стенкам и могут погибнуть.

В желоб вставляют пластинки из органического стекла или оцинкованного железа с отверстиями для лучшего водообмена. После приклеивания предличинок к этим щиткам их переносят в аппараты и дают ток воды. Предличинок содержат в желобах или деревянных и бетонных садках, личинок первые два дня подкармливают зоопланктоном. Выход личинок от предличинок составляет 50%. В нагульные пруды молодь щуки помещают из расчета 100-200, а иногда до 400 шт/га. При этом выход рыбной продукции повышается на 30-50 кг/га. На 1-м году жизни щука для прироста 1 кг съедает 5 кг рыбы, а на 2-м – 7-8 кг.

В полносистемном прудовом хозяйстве можно содержать свое стадо щуки, от которого получают посадочный материал для нагульных прудов. Для получения производителей в начале отлавливают наиболее быстрорастущих особей щук из нагульных прудов, озер, водохранилищ, от которых получают племенных годовиков. В первый год племенных годовиков выращивают в нагульных прудах при смешанной посадке с карпом. На племя выбирают не только наиболее крупных годовиков (самок?), но и средних размеров (самцов). На каждого наиболее крупного годовика (самку) подбирают 5 годовиков с массой, характерной для самцов. На другой год ремонтный молодняк щуки можно выращивать в карповых маточных прудах, кое-где двухлетки щуки могут принести вред, поедая мальков карпа и карася. Необходимое количество маточного поголовья щуки для хозяйства рассчитывают исходя из потребностей в мальках для зарыбления прудов и способа размножения щуки. При естественном размножении в прудах от каждого гнезда можно получить в среднем не более 5-10 тыс. мальков.

В рыбных хозяйствах, которые не имеют своего маточного стада щуки для разведения, желателно брать щуку из природных водоёмов (лучше с озер) в возрасте 3-4 года. Самцы щуки дают сперму очень небольшими порциями, по несколько капель, поэтому для размножения на каждую самку необходимо подобрать не меньше 5 самцов. Перед посадкой на нерест щук выдерживают в садках, отдельно самок и самцов и подбирают их для посадки на нерест по степени зрелости половых продуктов.

Для размножения щуки можно использовать земляные садки и пруды, которые имеют на дне или склонах дамб прошлогоднюю растительность, на которую щука откладывает икру. При отсутствии растительности можно закрепить по берегам с помощью грузил пучки прошлогодней осоки. После нереста производителей следует выловить из прудов.

На каждые 300 м² пруда можно сажать на нерест по одному гнезду (1 самка и 3 самца). Нормативы по воспроизводству и выращиванию щуки приведены в справочной таблице. Руководствуясь предложенными параметрами (таблица) и соблюдая биотехнику воспроизводства и выращивания можно обеспечить выращивание рыбопосадочного материала щуки в производственных масштабах.

13.4. Разведение судака

Судак – хищная теплолюбивая рыба, которая живёт в пресных и солоноватых водах бассейнов Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей. Акклиматизирован в различных водоёмах Европы и Азии. Предпочитает равнинные водоёмы с хорошим кислородным режимом, любит чистую и прозрачную воду. Достигает длины 120 см и массы 12 кг, но обычные размеры его 2-4 кг.

Биологические особенности судака мы разбирали с Вами в предшествующих лекциях.

Получение потомства судака в прудах. Судак может отложить икру в пруду площадью 200-300 м², с глубиной 3-4 м, с чистым песчаным дном. На дне судак вырывает ямку диаметром до 1 м, куда откладывает икру.

Биотехника получения рыбопосадочного материала такова:

- В водоёмах, где обитает стадо производителей судака устанавливают на дне искусственный нерестовый субстрат: связанные в пучки корневища ивы, хвой или рамки обтянутые капроновыми сетками. Нерестовый субстрат с оплодотворенной икрой перевозят в водоём для выращивания годовиков. После завершения эмбриогенеза и выклева совершается зарыбление водоёма личинками судака, который и будет исходным материалом для выращивания годовиков;

- Приобретение мальков в возрасте 40-46 суток, выращенных в специальных или прудовых рыбных хозяйствах, которые занимаются воспроизводством и выращиванием молоди судака

- Приобретение годовиков (сеголетков) в надёжных рыбоводных хозяйствах или вылов годовиков (сеголетков) в естественных водоёмах и водохранилищах.

При организации гнёзд для получения оплодотворенной икры судака или отлова молоди для зарыбления нагульных площадей необходимо получить разрешение рыбоохранных органов.

Одним из перспективных направлений, которые исключают зависимость получения посадочного материала от производителей в природных водоёмах и водохранилищах, и специальных рыбных хозяйствах это создание своего маточного стада, организация воспроизводства и выращивания молоди судака в своём хозяйстве.

Работу по формированию маточного стада начинают с подбора по экстерьерным показателям двухлеток из нагульных прудов или других водоёмов, пересадки их в маточный пруд, использование для летнего и зимнего содержания ремонтного молодняка и получения производителей судака. В связи с этим, маточные пруды должны иметь глубину 2,0-2,5 м, с хорошо спланированным ложем, в который подаётся вода высокого качества. Вода с такого пруда спускается лишь один раз в год – ранней весной для отбора производителей. Ремонтный молодняк для исключения травмирования в период работы с производителями вылавливают и пересаживают в садки, установленные в других прудах. После отбора производителей ремонтный молодняк пересаживают снова в маточный пруд. В процессе отбора производителей комплектуют гнезда и высаживают на нерест. Гнездо включает одну самку массой 2-2,5 кг и двух самцов массой 1-1,5 кг. Работы проводят ранней весной до наступления нерестовых температур и производителей не сразу сажают на нерест, стадо необходимо разделить на нерестовые группы, обеспечивающие раздельное содержание самок и самцов разных возрастных групп. Желательно использовать самцов старших возрастов. При этом количество оплодотворённой икры значительно возрастает, что положительно влияет на общую

результативность работ по воспроизводству и выращиванию жизнестойкой молоди судака.

Для получения фронтального нереста производителей в оптимальные сроки и нивелирования разнокачественного рыбопосадочного материала производителей судака инъецируют гонадотропным гормоном гипофиза и высаживают на нерест при стабилизации температуры воды между 7,5-8,0 °С. При использовании искусственных нерестовых субстратов и садков на нерест высаживают одну самку и двух самцов на каждое нерестовое гнездо. Если по прошествии 3-х дней нерест не произошел, производителей необходимо выловить и заменить искусственный субстрат (гнездо) и снова посадить на нерест.

При эффективном нересте через сутки производителей вылавливают из садков и пересаживают в маточные пруды для нагула.

Для обеспечения хороших условий нагула производителей и ремонтного молодняка в маточные пруды в качестве корма систематически подсаживают мелких рыб и половозрелых особей карася, потомство которых служит кормом для судака.

Для нереста используют пруды – садки площадью 200-400 м², с глубиной до 2 м. Дно их посыпают песком или галькой. Перед проведением нерестовых работ садок дезинфицируют негашеной известью (200 г/м²), промывают, наполняют водой и устанавливают 2-3 искусственных нерестилища. Конструкция нерестилищ представляет собой каркас столик квадратной формы на ножках высотой 0,5 м. Этот каркас переплетают вербовыми ветками, укладывают камни на его поверхности, садок заливают водой и выпускают в него производителей. В качестве нерестового субстрата успешно используют плавучие искусственные гнезда из металлических колец, старых сетевых материалов или мягких корней вербы, которые оборудуют якорем с поплавком, что даёт возможность перемещать и промывать их, освободить от ила и икры, которая развивается. В период эмбриогенеза перед выклевом личинок необходимо устранить слабую проточность воды в садках иначе возможен вынос личинок через мелкую ячею садка. По достижении личинок размеров 2-3 см (14-21 день) их в садках облавливают, используя рыбоуловители. При этом необходимо обращать внимание на плотность соединения рыбоуловителя с монахом, иначе молодь может выйти через щели. Спускать воду следует постепенно через щели шириной 2-3 см.

Вопросы для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте технологию заводского разведения буффало.
2. Охарактеризуйте технологию заводского разведения канального сома.
3. Охарактеризуйте технологию заводского разведения щуки.
4. Охарактеризуйте технологию заводского разведения судака.
5. Охарактеризуйте технологию заводского разведения европейского угря.

Литература: [1, 2, 3, 7]

ТЕМА 14. МЕТОДЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ ИКРЫ, ЛИЧИНОК, МОЛОДИ, ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЫБ И КОРМОВЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

14.1. Перевозка икры в емкостях открытого типа

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

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

Канны изготавливают 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 составляет 45 л, объем воды – 40 л. Канна имеет объемную крышку 30 × 20 см. Аэрация воды в каннах во время транспортировки осуществляется при помощи авиационных кислородных баллонов емкостью 36,3; 7,6; 1,7 л и прибора типа КП-21, понижающего давление с 30 до 0,5 атм. Насыщение воды кислородом происходит постоянно и, кроме того, вместе с пузырьками удаляется часть продуктов обмена, поэтому условия транспортировки водных организмов в каннах лучше, чем в герметически закрытых емкостях.

Живорыбные автомашины снабжены автоцистерной длиной 2,3, шириной 1,5 и высотой 1,1 м, емкостью 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. В цистерне имеются две изотермические крышки с герметически закрывающимися затяжными запорами.

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, 4 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 влагоотделитель, 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 дробленым льдом. Погрузку рыбы начинают, когда лед в воде растает, во избежание травмирования рыбы. Теплолюбивых рыб летом рекомендуется перевозить при температуре 10–12°C. В осенне-зимний период времени большинство видов рыб перевозят при температуре 1–3°C. Для насыщения воды в цистерне кислородом и удаления из нее углекислоты или хлора перед отгрузкой 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, который позволяет увеличить коэффициент использования автомашин в 1,5–2 раза. Например, применение съемных контейнеров ИКФ-4 и КФ-5 позволяет использовать автомашины различных марок, проводить независимую погрузку и выгрузку рыбы разных видов и размеров. Контейнеры имеют прямоугольную форму, длина их составляет 196, а ширина – 100, высота – 95 см, объем – 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°C. Установка имеет съемный резервуар объемом 10 м³ (5,8×1,8×1,46), 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 4 контейнера из алюминиевого сплава. Контейнеры имеют прямоугольную форму. Размер контейнера 84×65×12 см, объем – 0,64 м, 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. Габариты живорыбного вагона: длина – 14,1, ширина – 2,9, высота – 3,1 м. В вагоне установлено 2 резервуара общей емкостью 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 вагона 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 мелкоячейной 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 мелкоячейной дели с ячейкой 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 сут.

Чаны размерами 2 × 2 × 1 м изготавливают из брезента. Их устанавливают на грузовых машинах с помощью деревянного каркаса. Вода, залитая в чан (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 применяют при перевозке оплодотворенной икры, молоди рыб и кормовых организмов. Контейнеры изготавливают из пенопластовых плит толщиной 3,5 см. Габариты контейнера: длина – 58, ширина – 51, высота – 46 см, масса – 10 кг. Масса загруженного контейнера составляет 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.

14.2. 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.

Для перевозки икры дальневосточных лососевых рыб в контейнеры устанавливают 2 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 рогожа), подвешенном к рамкам, обтянутым влажными марлевыми салфетками. В каждый контейнер на 8 рамок загружают 600–800 тыс. икринок.

В контейнере следует 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 низких температурах наружного воздуха на контейнер надевают войлочный чехол. При длительной транспортировке икру промывают через каждые сутки. Необходимо 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°C не требует охлаждения и может при перевозке сохраняться 70 ч.

14.3. 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 сут при температуре 18–20°C. Сперма осетровых при температуре 1–4°C сохраняет на 75–80% способность оплодотворения икры в течение 10–12 сут.

При температуре 23–25°C возможность длительного хранения спермы осетровых сокращается до 10 ч. Сперма лососевых при температуре 2°C сохраняется доброкачественной 2–3 сут. Сперма сазана при температуре 0–2°C сохраняет на 50% способность оплодотворения икры в течение 5–6 сут. При более высокой температуре (2–6°C) хорошие результаты получаются при хранении этой спермы в течение 2 сут. Сперма форели при температуре 5–6°C сохраняет оплодотворяющую способность икры в течение 3 сут. При температуре, близкой к 0°C, сперма сохраняется в течение 6 сут. При охлаждении спермы до –3°C сперматозоиды погибают.

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

Техника взятия и хранения спермы заключается в следующем:

1. Перед взятием спермы брюшко и анальный плавник самца досуха вытирают чистым полотенцем.

2. Первые несколько капель спермы отбрасывают. Затем подставляют к генитальному отверстию сухую стерильную пробирку и отцеживают сперму. В одну пробирку не следует отцеживать сперму разных самцов. При хранении спермы от разных самцов в одной пробирке сперматозоиды погибают значительно быстрее.

3. При появлении перебоя в струе отцеживание спермы немедленно прекращают, так как с последней ее порцией могут попасть слизь и кровь.

4. Пробирку со спермой плотно закрывают корковой или резиновой пробкой и обертывают марлей. Особенно важно, чтобы в пробирку не попала вода.

5. Термос наполняют мелко наколотым льдом до половины объема. На лед можно положить небольшую прокладку из марли. Пробирку со спермой, обернутую марлей, ставят в термос. К горлышку каждой пробирки привязывают толстую нитку, чтобы их было удобнее опускать в термос и вынимать оттуда. К концу нитки привязывают этикетку с номером самца (если в термосе перевозят сперму от нескольких самцов).

14.4. Лечебно – профилактические способы и подготовка рыб для транспортировки

Подготовка рыб к транспортировке. В практике разведения в зависимости от продолжительности транспортировки выделяют внутрхозяйственные перевозки живой рыбы и межхозяйственные перевозки живой рыбы.

При перевозке живой рыбы для разведения и акклиматизации необходимо соблюдать требования Инструкции, которая предусматривает ответственный ветеринарный надзор. В связи с этим основные Положения этого документа обязаны знать специалисты, связанные с разведением рыб.

Инструкция (извлечение) с ветеринарного надзора за перевозкой живой рыбы. Предназначенной для разведения и акклиматизации:

1. Ветеринарный надзор осуществляется за всеми видами перевозки живой рыбы независимо от ведомственной принадлежности водоёма и хозяйств, из которых она перевозится.

2. Перевозка живой рыбы и икры железнодорожным транспортом осуществляется при условии работы на данном виде транспорта технических средств по их перевозке.

3. Для перевозки допускается живая рыба, подвижная без механических повреждений и наличия плесени на теле, с целым чешуйчатым покровом, целыми и чистыми плавниками, с неповрежденными глазами, без опухолей на теле. Оплодотворенная икра должна быть размещена в специально приспособленной для этого таре. В период подготовки рыбы к отправке врач ветеринарной медицины должен тщательно осмотреть рыбу и провести необходимые диагностические исследования. Предназначенную для перевозки живую рыбу, независимо от отсутствия у неё заразных болезней, её обрабатывают 5% раствором поваренной соли в ваннах по методике, которая даётся в этой инструкции.

4. Живая рыба и оплодотворенная икра принимаются к перевозке лишь при предъявлении отправителем на груз ветеринарного свидетельства. Перевозка живой рыбы и икры без ветеринарного свидетельства не допускается.

5. Запрещается вывоз рыбы из неблагополучных рыбохозяйственных водоёмов в отношении заболеваний рыб краснухой, бронхиомикозом, фурункулезом, вертячкою лососевых, а также инфекционной анемией и дискокотильозом форели независимо от того, куда рыбу завозят – в благополучные или неблагополучные в отношении заболеваний водоёмы

6. Не допускается для перевозки без соответствующей обработки рыба, зараженная опасными болезнями типа гиродоктилезом, дактилогирозом и др. Зараженная такими болезнями рыба до погрузки должна быть обработана в солевых или аммиачных антипаразитарных ваннах в соответствии с методикой, которая даётся в данной инструкции.

7. При выявлении зараженности рыбы кистиозом, ихтиофтириозом, сигулезом, лорнеозом и др. подобными заболеваниями возможность перевозки в каждом конкретном случае решается: - при перевозке между областями - Управлением ветеринарной медицины области; - между Украиной – Главным управлением ветеринарной медицины МИН АПК Украины. При перевозке рыбы зараженной перечисленными выше заболеваниями следует соблюдать меры, исключающие проникновение заразного начала в незараженные этими болезнями рыбохозяйственные водоёмы.

8. Не допускается к перевозке рыба, у которой при внешнем осмотре выявляются такие признаки как вздутие живота, лущение чешуи, слепота, пучеглазие, язвы на коже, белая или серая окраска жабр, наличие на поверхности тела, на плавниках и жабрах многочисленных белых пятен, почернений задней части тела, черной пигментации на теле, искривление позвоночника и ненормальное развитие черепа и др. При выявлении таких признаков у отдельных рыб вся партия рыб не допускается к погрузке до установления точного диагноза. Выявленная при внешнем осмотре слабая и побитая рыба удаляется из партии, намеченной для перевозки.

9. Вывоз осетровых рыб из водоёмов, в которых выявлены паразиты икры, допускается лишь в неполовозрелом состоянии. Вывоз половозрелых осетровых из водоёмов зараженных паразитами икры не разрешается. Оплодотворенная икра осетровых допускается для перевозки после тщательного обследования и удаления большинства серовато-белых икринок зараженных паразитами.

10. Не допускается перевозить живую рыбу в судах – прорезях по водоёмам, зараженных инфекционными и инвазионными болезнями, которыми может заразиться перевозимая рыба

11. При наличии в рыбохозяйственных водоёмах массовых заболеваний раков и других беспозвоночных организмов опасными и инфекционными и инвазионными заболеваниями, а также массовой их гибели по не установленным причинам, вывоз их в другие водоёмы запрещается

12. Не разрешается также вывоз рыб, раков и других водных беспозвоночных организмов в другие водоёмы из водоёмов неблагополучных в отношении таких болезней

как краснуха карпа, бронхиомикоз, фурункулёз и вертячка лососевых, а также инфекционная анемия и дискотилез форели.

13. Ввоз из-за границы оплодотворенной икры, рыбы, раков и других водных организмов с целью разведения допускается согласно Инструкции «О ветеринарно-санитарных требованиях при импорте в Украину животных, птиц, животноводческого сырья, сырья животноводческих продуктов и фуража» при наличии ветеринарного сертификата о благополучии в отношении инфекционных и инвазионных заболеваний, а также справки от организации, которая завозит рыбу, о том, что завезённая рыба будет содержаться в специальных карантинных хозяйствах не меньше одного года

Вопросы для самоконтроля:

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. Правила отбора спермы для транспортировки.
6. От чего зависит плотность посадки рыбы в транспортную емкость?

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Власов, В.А. Рыбоводство [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/3897>
2. Гарлов, П.Е. Искусственное воспроизводство рыб. Управление размножением [Электронный ресурс] : учеб. пособие / П.Е. Гарлов, Ю.К. Кузнецов, К.Е. Федоров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60227>.
3. Пономарев, С.В. Индустриальное рыбоводство [Электронный ресурс] : учеб. / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5090>.
4. Пономарев С. В. Лососеводство : учеб. для вузов / С. В. Пономарев ; Федер. гос. образоват. учреждение «Центр. учеб.-метод. каб. по рыбохоз. образованию» Федер. агентства по рыболовству. — М. : Моркнига, 2012. – 546, [14] с
5. Рыбоводство. Основы разведения, вылова и переработки рыб в искусственных водоемах [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л.В. Антипова [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2011. — 472 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4883>
6. Серпунин Г.Г. Биологические основы рыбоводства / Г.Г.Серпунин Калининград, Изд-во КГТУ, 2003. –163 с.

Дополнительная литература

7. Рыжков, Л.П. Основы рыбоводства [Электронный ресурс]: учеб. / Л.П. Рыжков, Т.Ю. Кучко, И.М. Дзюбук. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/658>. Козлов, В.И.

Галина Викторовна Козлова

Искусственное воспроизводство рыб

Курс лекций
для студентов направления подготовки
35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура
очной и заочной формы обучения

Тираж _____ экз. Подписано к печати _____.
Заказ № _____. Объем 8,85 п.л.

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»
298309 г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82.