

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА

Рекомендовано Ученым советом
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования «Оренбургский государственный
университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся
по программам высшего образования по направлению
подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

Оренбург
2015

УДК 639.30

ББК 47.2

А 81

Рецензент – профессор кафедры биохимии и молекулярной биологии,
доктор медицинских наук С.В. Нотова

Аринжанов, А.Е.

А 81 Биологические основы рыбоводства: лабораторный практикум /
А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Киякова; Оренбургский
гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 172 с.

ISBN

В лабораторном практикуме рассматриваются особенности эмбрионального, предличиночного, личиночного, малькового периодов развития осетровых, лососевых и растительноядных рыб, подробно описаны методы управления созреванием половых клеток у рыб и способы получения половых продуктов, осеменения икры, подготовки икры к инкубации, методы учета икры, личинок, молоди и взрослых рыб, методы транспортировки икры, личинок, молоди, производителей рыб, особенности культивирования живых кормов.

Лабораторный практикум предназначен для студентов по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура.

УДК 639.30

ББК 47.2

ISBN

© Аринжанов А.Е.
Мирошникова Е.П.,
Киякова Ю.В., 2015
© ОГУ, 2015

Содержание

1 Лабораторная работа № 1 Изучение морфологических особенностей икры рыб различных экологических групп.....	4
2 Лабораторная работа № 2 Особенности эмбрионального, предличиночного, личиночного, малькового периодов развития осетровых рыб.....	11
3 Лабораторная работа № 3 Особенности эмбрионального, личиночного и малькового периодов развития лососевых рыб...	46
4 Лабораторная работа № 4 Особенности эмбрионального, личиночного и малькового периодов развития растительноядных рыб.....	55
5 Лабораторная работа № 5 Методы управления созреванием половых клеток у рыб.....	66
6 Лабораторная работа № 6 Способы получения половых продуктов, осеменения икры, подготовки икры к инкубации.....	76
7 Лабораторная работа № 7 Методы учета икры, личинок, молоди и взрослых рыб.....	88
8 Лабораторная работа № 8 Аномалии эмбрионального и постэмбрионального развития рыб.....	94
9 Лабораторная работа № 9 Устройство, емкость аппаратов для инкубации икры ценных видов рыб.....	105
10 Лабораторная работа № 10 Культивирование живых кормов, неживые корма, кормовые смеси, комбикорма. Анализ качества кормов.....	121
11 Лабораторная работа № 11 Методы транспортировки икры, личинок, молоди, производителей рыб. Транспортные средства, конструкция, емкость, условия применения, расчет.....	150
12 Лабораторная работа № 12 Биологические основы рыбохозяйственной мелиорации.....	162
Список использованных источников.....	171

1 Лабораторная работа № 1

Изучение морфологических особенностей икры рыб различных экологических групп

Цель работы: изучить особенности морфологического строения икры (размер, форма, строение оболочки, клейкость, характер кладки).

Оборудование и материалы: фиксированные препараты икры осетровых, лососевых, сиговых, карповых и окуневых, кладки икры рыб различных экологических групп, микроскопы, штативные лупы, фильтровальная бумага.

Задание:

1. Рассмотреть и зарисовать кладки икры рыб различных экологических групп.
2. Изучить морфологические признаки икры, используя фиксированные препараты.
3. При помощи микрометра определить диаметр крупной, средней и мелкой икры.
4. Данные по морфологическим признакам и размеру икры свести в таблицу.
5. Рассмотреть под микроскопом и зарисовать строение оболочек икры осетровых, лососевых и карповых рыб.
6. Описать особенность строения и кладки икры рыб различных экологических групп.

Теоретический материал

Различные виды рыб приспособились откладывать икру в местах, режим которых наиболее благоприятный для прохождения эмбрионального и постэмбрионального развития.

С.Г. Крыжановский на основании изучения взаимосвязей между морфологическими особенностями эмбриональной и постэмбриональной стадиями развития рыб, с одной стороны, и характером нереста, с другой, устанавливает следующие экологические группы рыб [6, 13]:

1) литофилы – откладывают икру на каменистых и гравийных грунтах, к ним относятся как рыбы с осенним нерестом (сига), так и рыбы с весенне-летним нерестом (осетровые, хариусы, некоторые лососи).

У тех литофильных рыб, которые закладывают икру в грунт, в гнезда (лососи), икра почти совершенно лишена клейкости, так как это свойство ей в данном случае бесполезно. Но икра, заложенная в грунт, оказывается в менее благоприятных условиях водообмена, чем икра, отложенная на поверхности гальки и гравия. Таким образом, закладка икры в гнезда, являясь приспособлением для охраны икры от поедания другими водными животными, в то же время приводит к ухудшению условий газообмена у развивающегося эмбриона.

Представляет интерес наблюдающиеся различия в местах закладки гнезд у двух близких видов тихоокеанских лососей, летней кеты и горбуши.

Оба вида заходят для нереста в одни и те же речки, но горбуша устраивает гнезда, где течение достаточно сильное, а летняя кета - ближе к берегу, в местах с менее быстрым течением.

Установлено, что в связи с этим содержание кислорода в воде нерестовых бугров горбуши выше, чем у летней кеты.

Указанные различия в кислородном режиме отразились и на приспособленности эмбрионов горбуши и кеты к условиям дыхания. Желтый пигмент в икре летней кеты развит гораздо больше, чем в икре горбуши. Дыхательная сосудистая сеть у свободных эмбрионов кеты развита сильнее, чем у эмбрионов горбуши [14].

Благодаря этому зародыши и личинки летней кеты могут нормально развиваться в менее благоприятных условиях газового режима.

Некоторые литофильные рыбы, не откладывающие икру в гнезда, используют в качестве нерестилищ речные перекаты с быстрым течением, озерно-речные и речные сиг, белорыбца, осетровые и др. икра их обладает значительной клейкостью, которая предохраняет ее от сноса течением. Другие откладывают икру на песчано-галечных участках озерного ложа озерные сига, ряпушки;

2) фитофилы - откладывают икру на растительном субстрате.

Отмирая прошлогодняя растительность, свежезатопленная растительность луговая, листья и стебли подводных растений, к ним относятся рыбы с весенним и летним нерестом (лещ, вобла, тарань, сазан, укля, судак,

щука и др.).

На участках богатая растительность, донные отложения содержат много органических веществ, на процесс разложения которых расходуется значительное количество кислорода, на таких участках создаются неблагоприятные условия для развития эмбриона в икринке. Поэтому икра фитофильных рыб обладает способностью хорошо приклеиваться к растительному субстрату и в состоянии проходит весь процесс эмбрионального развития;

3) пелагофилы - выметывают икру в толщу воды, и весь период эмбрионального развития икра находится в плавучем состоянии

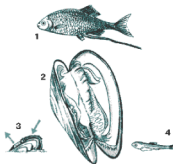
К ним относятся как проходная, так и туводные рыбы (некоторые виды сельдей, тресковые, камбаловые, кефали, чехонь, подуст, пескари, белый амур, толстолобы и др.).

Большое количество пелагофильных рыб встречаются в Амуре, что объясняется особенностями гидрологического режима этой реки: слабыми паводками и резкими колебаниями уровня воды в летне-осенний период. Вследствие этого подводная растительность развита в Амуре крайне слабо, а прибрежная луговая растительность в период паводка затопляется незначительно. Все это создает неблагоприятную обстановку для фитофильных рыб, и ихтиофауна Амура поэтому такими видами несравненно беднее, чем ихтиофауна других рек.

Икра пелагофильных рыб лишена желтого пигмента, она бесцветна и прозрачна. Это объясняется тем, что икринки находятся в хороших условиях газообмена и нет необходимости в дополнительных приспособлениях; с другой стороны, бесцветность и прозрачность делают икринки менее заметными в воде;

4) псаммофилы - нерестятся на участках с песчаным дном, откладывает икру на подмытые корни растений по краям зарослей. К ним относятся некоторые пескари, шиповки, гольцы, выюны. Икра у этих рыб клейкая и прикрепляется к растительному субстрату. Эмбрионы после выхода из икры падают на дно, и там проходит их дальнейшее развитие;

5) остракофилы - откладывают икру в мантийную полость двусторчатых моллюсков, к ним относятся различные виды горчаков (рисунок 1).



1 – самка горчака, 2 – двустворчатый моллюск, 3 – развитие икры в мантийной полости моллюска, 4 – личинка горчака.

Рисунок 1 - Остракофильные рыбы

Необходимо отметить, что виды рыб приспособились к нересту в различных условиях, вследствие чего отнесение их к какой - либо одной экологической группировке затруднительно.

Так, язь в реках откладывает икру на каменистых перекатах, в озерах в одних случаях уходит для нереста в реки, в других - мечет икру на растительном субстрате; золотой язь (орфа) в прудах откладывает икру на растениях (рисунок 2).



Рисунок 2 - Золотой язь, или орфа (*Leuciscus idus* var. *aukatus*)

Это объясняется тем, что эмбрионы язя после выхода из икринок обладают способностью приклеиваться и развиваться в висячем состоянии и вследствие этого не зависят от качества грунта на нерестилищах.

Обладая клейкой икрой, язь может откладывать ее, в зависимости от условий, на разном субстрате. С.Г. Крыжановский относит язя к промежуточным формам (лигтофильная-фитофильная группа).

Кубанский рыбец (рисунок 3) откладывает икру на перекатах с галечным грунтом, его эмбрионы после выхода из икры прячутся между галькой на дне. Способностью приклеиваться они не обладают.



Рисунок 3 - Рыбец, или сырть (*Vimba vimba*)

Терский рыбец, постэмбриональное развитие которого такое же, как и у кубанского, резко отличается от последнего по типу нерестилищ и характеру кладки икры.

Он не рассенвает икру, рыба откладывает ее компактной массой на растительном субстрате. Эмбрионы терского рыбца после вступления прячутся между промытыми корнями жесткой растительности. Нерестилища терского расположены в придельтовых озерах на участках, где имеется хороший ток воды.

Судак откладывает икру как на растительном субстрате, так и на песке, также как и корюшка.

Таким образом, между особенностями эмбрионального и постэмбрионального развития каждого вида рыб и режимом нерестилищ, в частности, субстрата, на который откладывается икра, существует тесная связь. Так как для отложенной икры и для эмбрионов важны в первую очередь условия дыхания и защищенность от врагов, рыба выбирает для нереста участки, режим которых удовлетворяет этим требованиям.

Основные морфологические признаки икры рыб.

К основным морфологическим признакам икры рыб относятся ее размер, форма, цвет, плотность и строение оболочек.

По размеру икру делят [13, 14]:

- на крупную - 5-6,5 мм (лосось, форель);
- среднюю – 2,5-5,0 мм (сиговые, осетровые);
- мелкую – 2,5 мм и менее (лещ, судак, тарань).

Большой размер икры обеспечивает высокую выживаемость эмбриону к более длительному существованию за счет эндогенного питания.

Цвет икры непосредственно связан с абиотическими условиями среды (интенсивность водообмена, температура воды, содержание кислорода, концентрация свободной углекислоты и pH среды, наличие хищников и др.) где происходит эмбриональный и постэмбриональный период развития.

Поэтому например, лососи при устройстве гнезд для закладки икры выбирают места на перекатах с быстрым течением воды (речные нерестилища), или с выходом грунтовых вод (озерные нерестилища), где происходит хороший водообмен и вода более обогащена кислородом. Содержащийся в икре желто-красный пигмент (каратиноид) обладает способностью поглощать кислород из воды и тем самым улучшать условия дыхания эмбриона даже при пониженном содержании кислорода в воде.

Строение яйцевых оболочек рыб тесно связано с экологией их нереста и наиболее просто устроена оболочка у рыб, выметывающих икру в толщу воды (например, чехонь, белый амур). Она представлена только одной первичной (или собственной) оболочкой, называемой лучистой зоной (*Zona radiata*). Сложнее построена оболочка у рыб с приклеивающейся икрой. У многих рыб поверх лучистой зоны имеется студенистая оболочка вторичного происхождения, сравнительно тонкая как, например, у судака (*Sander lucioperca*) или очень толстая как у окуня (*Perca fluviatilis*). В воде эта оболочка набухает и приклеивается к субстрату. У других рыб такую же функцию выполняет ворсинчатая оболочка тоже вторичного происхождения например, у плотвы (*Rutitus rutillus*)[7, 8].

Очень сложно построены оболочки у осетровых. У них имеются две лучистые зоны - внутренняя и внешняя (*Zona radiata interna* и *z.r. externa*), а кроме того, вторичная студенистоворсинчатая оболочка, приклеивающиеся к

субстрату.

Существование двух лучистых зон связывают с амортизационными свойствами икры, на которое может оказывать механические воздействия перекатывающаяся по дну галька.

Рассматривая кладки икры рыб различных экологических групп необходимо обратить внимание на особенности размещения икры характер кладки.

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

Средний диаметр икры необходимо определить при помощи микрометра на основании трех промеров.

Данные морфологических признаков икры вводятся в таблицу 1.

Таблица 1 - Морфологические признаки икры

Семейство, вид рыбы	Диаметр, мкм	Размер	Форма	Цвет	Строение оболочек

При рассмотрении икры под микроскопом необходимо обратить внимание на строение оболочек.

Дополнить отчет сведениями о морфологических особенностях определяемых семейств.

Вопросы для самопроверки:

1. Что такое экологическая группа рыб?
2. На какие основные экологические группы подразделяют рыб?
3. Дайте характеристику каждой экологической группе рыб (литофилы, фитофилы, пелагофилы, псаммофилы, остракофилы).
4. Существуют ли переходные экологические группы, и какие виды рыб к ним относятся?
5. В чем отличие оболочек икры рыб? От чего зависит ее строение?

2 Лабораторная работа № 2

Особенности эмбрионального, предличиночного, личиночного, малькового периодов развития осетровых рыб

Цель работы: Изучить особенности эмбрионального, личиночного и малькового периодов развития осетровых рыб.

Оборудование и материалы: фиксированная икра, эмбрионы, личинки и мальки осетровых на различных стадиях развития, рисунки, предметные стекла, чашки Петри, препаровальные иглы, лупы, микроскоп.

Задание:

1. Рассмотреть, описать и зарисовать отдельные стадии развития осетровых рыб.
2. Определить, на каких стадиях развития находятся эмбрионы.
3. Законспектировать, зарисовать характеристики стадий, этапов, периодов развития осетровых.
4. Изучить критические стадии в развитии рыб.

Теоретический материал

При заводском воспроизводстве осетровых рыб их развитие от получения оплодотворенных яиц до выпуска в пруды личинок находится под контролем рыбовода. От условий развития зародышей (в инкубационных аппаратах) и предличинок в выростных сооружениях зависит успех рыбоводного процесса. Поэтому очень важно уметь правильно оценить влияние этих условий на зародышей и предличинок.

В период зародышевого развития от оплодотворения яиц до вылупления зародышей из оболочек, при благоприятных условиях инкубации (нормальной загрузке инкубационного аппарата икрой, достаточной проточности и нормальной для данного вида рыб температуре) в хорошей икре за период инкубации отмирают не оплодотворившиеся (не активированные и партеногенетически дробящиеся) яйца, а также единичные уродливые зародыши, развившиеся из полиспермных яиц (т.е. яиц, в которые проникли 2 или несколько спермиев). Определение типичности строения зародышей и

размера отхода икры в период инкубации позволяют оценить рыбоводное качество данной партии икры, правильность примененного способа осеменения и условия инкубации. Когда в икре большой процент полиспермных яиц и полиспермных зародышей, следует обратить внимание на условия выдерживания самок до и после инъекции им суспензии гипофизов, на отбор самок для инъекции, а также на условия инкубации [8, 10].

У предличинки в период от их вылупления из оболочек до перехода на активное питание быстро развиваются основные системы органов; предличинки подвижны, растут медленно. В это время они очень чувствительны к качеству воды и дефициту кислорода в воде. При неблагоприятных условиях у них возникают различные нарушения строения, а при резких изменениях условий могут погибнуть предличинки, имеющие нормальное строение.

Гибель предличинки в период, предшествующий переходу их к жаберному дыханию, обычно связана с дефицитом кислорода, а в период после перехода на активное питание - с аномалиями строения пищеварительной и других систем органов, вызванными влиянием неблагоприятной температурой и загрязнением воды, в которой происходит их развитие. Типичное строение предличинки и небольшой процент их гибели свидетельствуют о том, что они развиваются в благоприятных условиях.

Таким образом, для того чтобы контролировать качество рыбоводных мероприятий и совершенствовать биотехнику рыбоводства, нужно уметь отличать нормально развивающиеся зародыши от неоплодотворенных яиц (не активированных и партеногенетически дробящихся), полиспермных и других уродливо развивающихся зародышей, а также нормальных предличинки от уродливых.

Эмбриональный период развития осетровых рыб

Период от конца гаструляции до начала пульсации сердца. Этот период включает:

- развитие организма в оболочке икринки.
- развитие свободного эмбриона (предличинки) от момента вылупления из икринки до начала перехода на активное питание.

В процессе эмбрионального развития в зародыше постепенно

закладываются: нервная, выделительная, кровеносная, мышечная системы органов; начинает пульсировать сердце; обособляется и быстро растет хвостовой отдел; зародыш начинает совершать колебательные движения, разрывает оболочку икринки, выходит из оболочки и становится предличинкой.

Эмбриональный период развития осетровых рыб состоит из 5 этапов и 35 стадий [6, 8, 9]:

1 Этап - оводнение икринки и появление бластодиска (от 1 до 3 стадии).

2 Этап - дробление бластодиска до бластулы (от 4 до 12 стадии).

3 Этап - образование зародышевых пластов - гастрουλация (от 13 до 18 стадии).

4 Этап - дифференциация зародышевых пластов на зачатки основных органов (от 19 до 28 стадии).

5 Этап - развитие зародышей от начала пульсации сердца до вылупления (от 29 до 35 стадии).

1 этап. Оводнение икринки и появление бластодиска

Выметанные в воду и тут же осемененные яйца опускаются на дно, заносятся под камни и вскоре приклеиваются студенистой оболочкой к грунту. Оплодотворение вызывает кортикальную реакцию, и между цитоплазматической мембраной яйца и оболочкой возникает узкая (в несколько мкм) прослойка выделенного материала кортикальных гранул.

Яйцо внутри высвобождается от оболочек и поворачивается соответственно положению центра тяжести, вегетативным более тяжелым полюсом вниз, а анимальным вверх. В этот период в щелевидном пространстве под оболочкой выделяется гидрофильный коллоид на анимальном полюсе. Коллоид набухает, привлекая воду из окружающей среды, и образуется перивителлиновое пространство. В яйце происходит перемещение пигмента. Он стягивается к центру анимального полюса и светлое пятно исчезает. Затем по краю анимальной области появляется светлая полоса - светлый серп [6, 10].

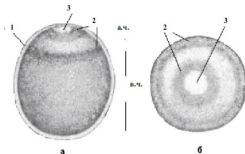
В этот период возрастает прочность яйцевых оболочек. Увеличение прочности оболочек связано с условиями развития зародышей под камнями на течении, где икра подвергается ударом камешков, песка и других предметов.

Как только кортикальная реакция осуществится и между поверхностью

цитоплазмы и оболочкам возникнет тонкая прослойка выделенного материала, яйцо освобождается внутри оболочек и начинает поворачиваться, в соответствии с положением своего центра тяжести, богатым желтком вегетативным полушарием вниз и анимальной областью вверх.

Стадия 1 - стадия оплодотворенного яйца в первые минуты после оплодотворения, когда оно по своему виду еще не отличается от неоплодотворенного яйца (рисунок 4).

Пигментный рисунок анимальной области не изменен, в центре нее светлое полярное пятно, оболочки плотно прилегают к яйцу и еще не начали набухать. Через несколько минут после осеменения (от 2 до 13 мин.) наружная оболочка яиц становится прочной и клейкой.



а.ч. - анимальная часть, в.ч. - вегетативная часть яйца;

1 - оболочки, отдельные слои неразличимы; 2 - пигментные кольца;

3 - светлое полярное пятно;

а - вид сбоку, в оболочках; б - вид сверху, со стороны анимальной области.

Рисунок 4 - Стадия 1 (по Т.А. Детлаф)

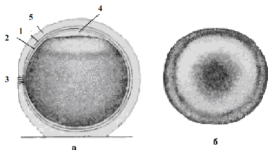
Стадия 2 – стадия оплодотворенного яйца после поворота и образования перевителлинового пространства (рисунок 5).

Когда происходит между яйцом и оболочкой завершение поворота в верхней части икринки, появляется различима узкая щель (если смотреть на яйцо сбоку), которая затем постепенно расширяется. Поверхность анимальной области яйца уплощается и между нею и оболочками образуется довольно

значительное пространство, называемое перивителлиновым.

С появлением клейкости, оболочки яйца начинают набухать. Процесс этот продолжается примерно до стадии первого деления.

Пигментный рисунок анимальной области изменен, стянут к центру, светлое полярное пятно исчезло. При небольшом увеличении различимы отдельные слои оболочек: видим плотно прилегающую к яйцу внутреннюю желточную оболочку, охватывающую ее наружную желточную оболочку, и поверхностная более толстая студенистая оболочка.

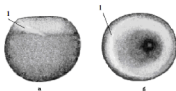


- 1 - наружная желточная оболочка; 2 - внутренняя желточная оболочка;
3 - микропиларные каналы; 4 - перивителлиновое пространство;
5 - студенистая оболочка;

а - вид сбоку; в оболочках; б - вид сверху.

Рисунок 5 - Стадия 2 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 3 – стадия светлого серпа. У края анимальной области едва заметна светлая, в некоторых случаях совершенно белая полоса полукруглой формы (светлый серп). Яркость светлого серпа и четкость его границ в разных партиях икры сильно варьируют. Средняя часть серпа соответствует будущей спинной стороне зародыша (рисунок 6).



1 - светлый серп;
а - вид сбоку; б - вид сверху.

Рисунок 6 - Стадия 3 (по Т.А. Детлаф)

2 Этап. Дробление

Дробление представляет собой митотическое деление клеток. Оплодотворенное яйцо многократно делится и превращается в многоклеточный зародыш - бластулу. Клетки, возникающие при дроблении яйца, называются бластомерами. Дочерние бластомеры в 2 раза меньше материнских, т.е. на ранних стадиях развития увеличение числа клеток происходит за счет уменьшения их размеров.

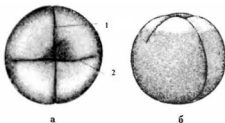
Стадия 4 – стадия первого деления (рисунок 7). Первая борозда делит анимальную область на два бластомера, затем борозда продвигается очень медленно на вегетативную часть яйца, т.к. огромное скопление желточных зерен и жира затрудняет ее распространение.



1 – борозда первого деления (вид сверху).

Рисунок 7 - Стадия 4 (по Т.А. Детлаф)

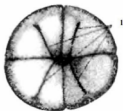
Стадия 5 – стадия второго деления. Анимальная область яйца разделяется на четыре blastomeres равной величины (рисунок 8).



1 - борозда первого деления; 2 - борозда второго деления;
а - вид сверху; б - вид сбоку.

Рисунок 8 - Стадия 5 (по Т.А. Детлаф)

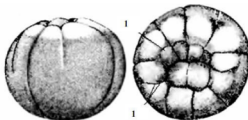
Стадия 6 – стадия третьего деления. Борозды третьего деления разделяют анимальную область на восемь blastomeres. Первая борозда замкнулась в вегетативной области (рисунок 9).



1 - борозды третьего деления (вид сверху).

Рисунок 9 - Стадия 6 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 7 – стадия четвертого деления. Борозды второго деления близки к смыканию, а борозды третьего деления приближаются к экватору (рисунок 10).



1 - борозды четвертого деления (вид сверху).

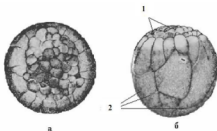
Рисунок 10 - Стадия 7 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 8 – стадия пятого деления (рисунок 11).



Рисунок 11 - Стадия 8 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 9 – стадия седьмого деления. Борозды полностью разделяют богатую желтком вегетативную область. На данной стадии четко выступает неравномерность дробления, которая свойственна осетровым: бластомеры, обособляющие в верхней анимальной части зародыша, на всех стадиях дробления имеют значительно меньшие размеры, чем вегетативные бластомеры (рисунок 12).



1 - мелкие бластомеры анимальной области;
2 - крупные бластомеры вегетативной области;
а - вид сверху; б - вид сбоку.

Рисунок 12 - Стадия 9 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 10 – стадия позднего дробления. Последовательные деления приводят к уменьшению размеров бластомеров (рисунок 13).

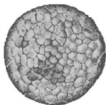
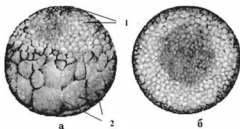


Рисунок 13 - Стадия 10 (по Т.А. Детлаф)

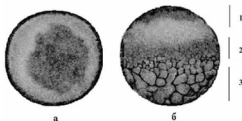
Стадия 11 – стадия ранней бластулы. В анимальной области отдельные бластомеры хорошо различимы при небольшом увеличении. Внутри зародыша между бластомерами образовалась полость дробления – бластоцель. Зародыш на данной стадии приобретает строение полого шарика – бластулы (рисунок 14).



1 - мелкие бластомеры анимальной области;
2 - крупные бластомеры вегетативной области;
а - вид сбоку; б - вид сверху.

Рисунок 14 - Стадия 11 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 12 – стадия поздней бластулы. В анимальной области отдельные клетки при небольшом увеличении не различимы. Между мелкими анимальными и относительно крупными вегетативными бластомерами имеется зона бластомеров промежуточного размера - краевая зона.



1 - мелкоклеточная анимальная область;
2 - вегетативная область; 3 - краевая зона;
а - вид с анимального полюса; б - вид сбоку.

Рисунок 15 - Стадия 12 (по Т.А. Детлаф)

3 Этап – Гастрюляция

После того как оплодотворенное яйцо, благодаря непрерывному ряду делений, превратилось в многоклеточный пузырек - бластулу, в нем начинаются сложные перемещения: материал краевой зоны вворачивается внутрь, а светлая анимальная область разрастается и покрывает снаружи темные вегетативные клетки. Эти процессы называются гастрюляцией, а зародыш в описываемый период - гастрюлой.

К концу гастрюляции остается только светлый материал анимальной области бластулы, который покрывает весь зародыш и образует наружный слой стенки гастрюлы, а краевая зона и богатые желтком темные клетки вегетативной области все оказываются внутри, где они образуют внутренний слой зародыша.

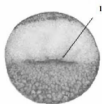
Стадия 13 – стадия начала гастрюляции. Выше экватора на спинной стороне зародыша образуется узкая, сильно пигментированная полоска (рисунок 16).



Рисунок 16 - Стадия 13 (по Т.А. Детлаф)

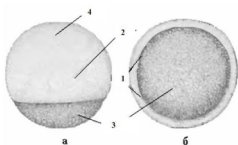
Стадия 14 – стадия ранней гастрюляции. На месте пигментной полоски образуется углубление бластопор (рисунок 17).

Стадия 15 – стадия средней гастрюлы. На данной стадии светлый анимальный материал покрывает 2/3 поверхности зародыша. Бластопор замыкается в кольцо (рисунок 18).



1 – бластопор.

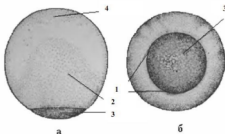
Рисунок 17 - Стадия 14 (по Т.А. Детлаф)



1 - бластопор; 2 -ввернувшийся клеточный пласт, просвечивающий на спинной стороне; 3 - желточная пробка; 4 - полость дробления, просвечивающая через наружный слой;
а - вид сбоку, со спинной стороны; б - вид снизу.

Рисунок 18 - Стадия 15 (по Т.А. Детлаф)

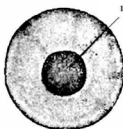
Стадия 16 – стадия большой желточной пробки. Щель бластопора замыкается в кольцо, окружая темные клетки нижней части зародыша, эта область приобретает вид темной пробки, воткнутой в светлый круглый пузырек, которую называют желточной пробкой (рисунок 19).



1 - бластопор; 2 - ввернувшийся клеточный пласт, просвечивающий на спинной стороне; 3 - желточная пробка; 4 - полость дробления, просвечивающая через наружный слой;
а - вид сбоку, со спинной стороны; б - вид снизу.

Рисунок 19 - Стадия 16 (по Т.А. Детлаф)

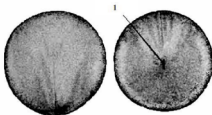
Стадия 17 – стадия маленькой желточной пробки. Вся поверхность зародыша, за исключением желточной пробки, небольшого размера, покрыта светлым анимальным материалом (рисунок 20).



1 - желточная пробка.

Рисунок 20 - Стадия 17 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 18 – стадия щелевидного бластопора. Темный вегетативный материал полностью покрывается светлым анимальным (процесс гастрюляции завершен). Края бластопора сомкнулись, между ними образовалась узкая щель (рисунок 21).



1 – бластопор.

Рисунок 21 - Стадия 18. Зародыш уже повернулся в оболочках
(по Т.А. Детлаф)

4 Этап. Дифференциация зародышевых пластов на зачатки основных органов

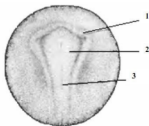
По окончании гастрюляции у зародыша постепенно формируются зачатки основных систем органов: нервной, пищеварительной, выделительной, кровеносной, а также мускулатуры и хорды. Зародыш на этом этапе развития по прежнему неподвижен, питается за счет желтка и дышит всей поверхностью тела.

Стадия 19 – стадия ранней нейрулы. На спинной стороне зародыша образуется нервная пластинка. Начинают обозначаться нервные валики вокруг головного отдела нервной пластинки, они еще мало приподняты (рисунок 22).

Стадия 20 – стадия широкой нервной пластинки. Нервные валики вокруг головного отдела нервной пластинки четко обозначены (рисунок 23).



Рисунок 22 - Стадия 19 (по Т.А. Деглаф)



1 - нервная пластинка; 2 - нервный валик; 3 – желобок.

Рисунок 23 - Стадия 20 (по Т.А. Деглаф)

Стадия 21 — стадия начала сближения нервных валиков. Впервые обозначаются зачатки выделительной системы в виде коротких светлых тяжей, просвечивающих через покровы. Они располагаются по бокам от туловищного отдела нервной пластинки (рисунок 24).

Стадия 22 – стадия поздней нейрулы. Нервные валики в туловищном отделе сближаются. Зачатки выделительной системы удлиняются и более четко видны (рисунок 25).



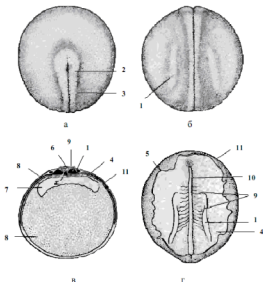
1 - зачаток выделительной системы.

Рисунок 24 - Стадия 21 (по Т.А. Детлаф)



Рисунок 25 - Стадия 22 (по Т.А. Детлаф)

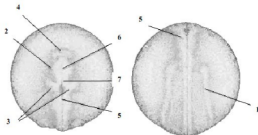
Стадия 23 – стадия замкнувшейся нервной трубки. Нервная пластинка сварачивается в трубку, а нервные валики, ограничившие нервную пластинку справа и слева, смыкаются. Шов в области их слияния имеет вид неглубокой бороздки и хорошо различим. В головном отделе нервной трубки, который начал удлиняться, намечается подразделение на мозговые пузыри. Зачатки органов выделения представляют собой значительно удлинившиеся, слегка изогнутые тяжи еще без утолщения в передней части (рисунок 26).



- 1 – зачаток выделительной системы; 2 – зачаток головного мозга;
 3 – шов в месте смыкания нервных валиков; 4 - боковая пластинка;
 5 - граница обнаженной области (после удаления эпителия и нервной трубки);
 6 - нервная трубка; 7 - полость кишки; 8 - стенка кишки; 9 - сомиты;
 10 - хорда; 11 - покровный эпителий;
 а - вид с головного конца; б - вид со спинной стороны; в - поперечный
 разрез (схема); г - вид со спинной стороны после удаления покровного
 эпителия и нервной трубки.

Рисунок 26 - Стадия 23. Строение зародыша на стадии замкнувшейся нервной трубки (по Т.А. Детлаф)

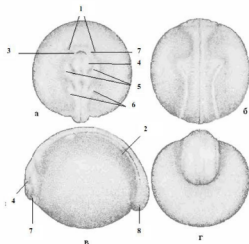
Стадия 24 – стадия появления глазных выростов и утолщения переднего конца зачатков выделительной системы. Шов в области слияния нервных валиков менее заметен. В задней части переднего мозгового пузыря образуются глазные выросты. По бокам от заднего мозгового пузыря возникают зачатки внутреннего уха. Впереди головного мозга, примыкая к нему, обозначается светлая пластинка - зачаток железы вылупления. В передней части закладок выделительной системы образуются утолщения (рисунок 27).



1 - зачаток выделительной системы; 2 - зачаток глаза; 3 - зачатки первой пары висцеральных дуг; 4 - зачаток железы вылупления; 5 - задний мозговой пузырь; 6 - передний мозговой пузырь; 7 - средний мозговой пузырь.

Рисунок 27 - Стадия 24 (по Т.А. Детлаф)

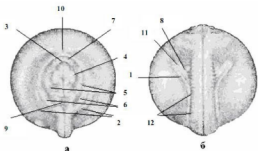
Стадия 25 – стадия сближения боковых пластинок и образования утолщения в области зачатка хвоста. По бокам от переднего конца головного мозга образовались зачатки обонятельных мешков. Впереди мозга хорошо виден зачаток железы вылупления. Боковые пластинки, из которых позднее образуется сердце, а также выстилка околосердечной полости и полости тела, достигли переднего конца головы, передние суженные выросты их сближаются. В зачатке почки дифференцируются почечные каналы, передний отдел выводного почечного канала, образуется изгиб. В заднем конце зародыша возникло возвышение - еще необособленный зачаток хвоста (рисунок 28).



- 1 - боковые пластинки, смыкаются впереди головы;
 2 - зачаток выделительной системы; 3 - углубление в месте образования зачатка гипофиза; 4 - зачаток глаза; 5 - первая пара висцеральных дуг;
 6 - зачатки второй пары висцеральных дуг; 7 - зачаток железы вылупления; 8 - зачаток хвостового отдела;
 а - вид с головы; б - вид со спины; в - вид сбоку; г- вид с хвостовой части.

Рисунок 28 - Стадия 25 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 26 – стадия слияния боковых пластинок и начала обособления хвостового отдела зародыша. Сблизившиеся ранее передние выросты боковых пластинок сливаются, и в месте их соединения начинается образование зачатка сердца. Петля, образуемая выводным почечным каналом, значительно удлиняется. Начинается обособление зачатка хвоста, имеющего в это время форму короткой и широкой лопасти (рисунок 29).

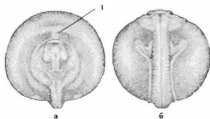


1 - выводной почечный проток; 2 - зачатки жаберных дуг; 3 - углубление в месте образования зачатка гипофиза; 4 - зачаток глаза; 5 - первая пара висцеральных дуг; 6 - зачатки второй пары висцеральных дуг; 7 - зачаток железы вылупления; 8 - почечные каналы; 9 - полость продолговатого мозга; 10 - область слияния боковых пластинок, где образуется зачаток сердца; 11 -собирающий почечный канал; 12 – сомиты;
а - вид с головы; б - вид со спины.

Рисунок 29 - Стадия 26 (по Т.А. Деглаф)

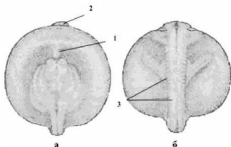
Стадия 27 – стадия короткой сердечной трубки. Начинается процесс обособления головы - распластавные на брюшном отделе тела зачатки головных органов начинают стягиваться к средне - спинной линии. Образовался зачаток сердца, в виде короткой трубочки. Зачаток хвоста удлинился и сузился (рисунок 30).

Стадия 28 – стадия прямой удлиненной сердечной трубки. Зародыш неподвижен, туловищные мышцы еще не реагируют на раздражение сокращением. Голова уже заметно приподнята. Зачаток железы вылупления приобрел палочковидную форму (рисунок 31).



1 - область слияния боковых пластинок, где образуется зачаток сердца;
а - вид с головы; б - вид со спины.

Рисунок 30 - Стадия 27 (по Т.А. Детлаф)



1 - сердце; 2 - зачаток хвоста; 3 - сомиты;
а - вид с головы; б - вид со спины.

Рисунок 31 - Стадия 28 (по Т.А. Детлаф)

5 Этап. Развитие зародышей от начала пульсации сердца до выплывания

У большинства осетровых рыб прямая сердечная трубка ко времени начала пульсации начинает изгибаться. Пульсация сердца сначала слабая,

затем постепенно усиливается. Параллельно развиваются сосуды и начинается кровообращение.

На данном этапе значительно изменяется внешняя форма зародыша (от начала кровообращения и до вылупления): голова обособляется и немного увеличивается, хвост сильно вырастает в длину, распрямляется и превращается в мощный орган движения личинки.

Брюшной отдел (желточный мешок) изменяется мало, благодаря большому количеству желтка в клетках стенки кишки он сохраняет крупные размеры.

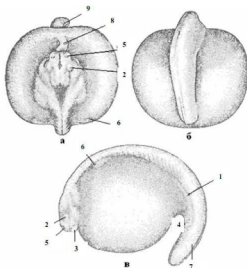
Голова, ранее распластанная на желточном мешке приподнимается, зачаток железы вылупления смещается на ее нижнюю поверхность, а сердце теперь оказывается под нею.

Продолжается развитие головного мозга и органов чувств. Образуется зачаток хрусталика, обонятельные ямки углубляются. Слуховые пузырьки увеличиваются.

Очень заметны изменения в хвостовом отделе, на спинной и брюшной сторонах его образуется широкая плавниковая оторочка. По мере удлинения, конец хвоста постепенно заходит на голову.

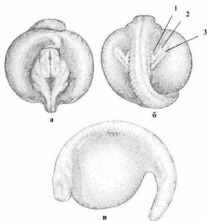
Стадия 29 – стадия образования изгиба сердечной трубки. Зародыш неподвижен, на раздражения начинает отвечать слабыми мышечными подергиваниями. Сердечная трубка значительно удлинилась и изгибается. Сердце начинает пульсировать (рисунок 32).

Стадия 30 - конец хвоста приближается к сердцу. Хвостовой отдел склонен набок, хвост начинает распрямляться, уплощаться и вокруг него появляется узкая, еще плохо различимая плавниковая оторочка (рисунок 33).



- 1 - выводной почечный проток; 2 - глаз;
 3 - зачаток железы вылупления;
 4 - зачаток клоаки; 5 - обонятельная ямка;
 6 - петля, образуемая собирающим и выводным почечными каналами;
 7 - зачаток плавниковой оторочки; 8 - сердце; 9 - хвост;
 а - вид с головы; б - вид с хвоста; в - вид сбоку.

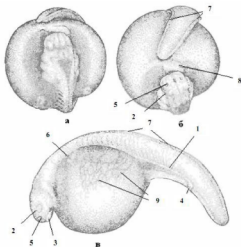
Рисунок 32 - Стадия 29 (по Т.А. Детлаф)



1 - почечные каналцы; 2 - собирающий почечный канал;
3 - выводной почечный проток;
а - вид с головы; б - вид со спины; в - вид сбоку.

Рисунок 33 - Стадия 30 (по Т.А. Детлаф)

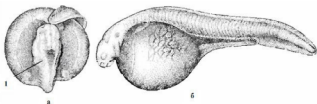
Стадия 31 - конец хвоста достигает сердца. Хвостовой и спинной отделы наклонены набок. Зародыш делает маятникообразные плавательные движения, если снять оболочку - «плавание на месте». Хвост значительно распрямляется. Плавниковая оторочка хорошо различима (рисунок 34).



- 1 - выводной почечный проток; 2 - глаз;
 3 - зачаток железы вылупления;
 4 - зачаток клоаки; 5 - обонятельная ямка;
 6 - петля, образуемая собирающим и выводным почечными каналами;
 7 - зачаток плавниковой оторочки; 8 - сердце;
 9 - сеть кровеносных сосудов желточного мешка;
 а - вид с головы; б - вид с брюшной стороны; в - вид сбоку

Рисунок 34 - Стадия 31 (по Т.А. Детлаф)

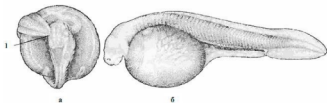
Стадия 32 - конец хвоста касается головы. Плавниковая оторочка становится шире (рисунок 35).



1 – слуховой пузырек;
а – вид с головы; б – вид сбоку.

Рисунок 35 - Стадия 32 (по Т.А. Деглаф)

Стадия 33 - конец хвоста немного заходит за голову, достигая уровня глаз. Голова наклонена набок. Плавниковая оторочка хвоста заметно расширилась. Хвост полностью распрямляется, если снять оболочки (рисунок 36).



1 – глаз;
а - вид с головы; б - вид сбоку.

Рисунок 36 - Стадия 33 (по Т.А. Деглаф)

Стадия 34 - конец хвоста достигает начала продолговатого мозга. Зародыш активно движется в оболочках. Зародыш способен к слабому поступательному движению, если снять оболочки (рисунок 37).

Точное определение положения хвоста на поздних стадиях зародышевого

развития представляет определенный практический интерес, так как по этому признаку можно судить о том, насколько зародыши близки к вылуплению.



1 - продолговатый мозг;
а – вид с головы; б – сбоку.

Рисунок 37 - Стадия 34 (по Т.А. Детлаф)

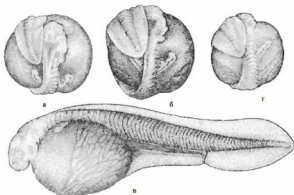
Выклев у севрюги начинается, когда конец хвоста достигает задней границы слуховых пузырьков или заходит немного дальше.

Выклев у осетра и белуги начинается, когда конец хвоста достигает петли, образованной собирающим и выносящим почечными каналами. У стерляди он заходит еще дальше.

Следует иметь в виду, что непосредственно перед вылуплением зародыш в оболочках сильно распрямляется, после чего положение конца хвоста уже не может служить для определения стадии развития.

Стадия 35 – стадия начала выклева. Конец хвоста достигает почки. Зародыш активно двигается в оболочках, если их снять, плавает (рисунок 38).

Желточный мешок имеет яйцевидную форму. В глазу может появиться пигментное пятно. Намечается ротовое углубление. Обозначаются зачатки грудных плавников. Кровь на данной стадии бесцветная или желтовато – розовая.

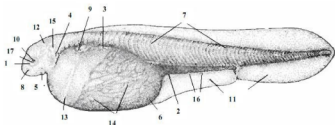


а – севрюга (конец хвоста заходит за слуховые пузырьки, но не достигает почки); б, в – осетр (конец хвоста достигает почки, б - вид со спины; в - вид сбоку); г - стерлядь (конец хвоста заходит на область почки).

Рисунок 38 - Стадия 35. Начало выклева (по Т.А. Детлаф)

Постэмбриональный период развития осетровых рыб

Стадия 36 – стадия массового вылупления. Форма желточного мешка яйцевидная. В глазу имеется четкое пигментное пятно. В жаберной области обозначились складочки двух первых жаберных карманов. На нижней поверхности головы заметно ротовое углубление. Жаберных щелей и ротового отверстия еще нет. Позади почек едва заметны зачатки грудных плавников. Кровь имеет желтовато – розовый цвет (рисунок 39).



1 – глаз; 2 – выводной почечный проток; 3 – зачаток грудного плавника; 4 – жаберные карманы; 5 – железа вылупления; 6 – киль плавниковой оторочки; 7 – мышечные сегменты; 8 – обонятельная ямка; 9 – петля, образуемая собирающим и выводным почечными каналами; 10 – пигментное пятно в глазу; 11 – плавниковая оторочка; 12 – полость продолговатого мозга; 13 – сердце; 14 – сеть кровеносных сосудов желточного мешка; 15 – слуховой пузырек; 16 – витки спирального клапана; 17 – хрусталик.

Рисунок 39 - Личинка осетра после выхода из оболочек в период массового выклева (по Т.А. Детлаф)

Стадия 37 — стадия, когда появляются зачатки усиков, прорывается ротовое отверстие и начинается разделение желточного мешка на желудочный и кишечный отделы. В виде небольших складочек кожи четко выражены зачатки грудных плавников. Зачатки жаберных лепестков отсутствуют. Появляется зачаток боковой линии сейсмосенсорной системы (рисунок 40).



а – осетр; б – севрюга.

Рисунок 40 - Стадия 37 (по Т.А. Детлаф)

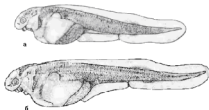
Стадия 38. На данной стадии различимы первые меланоциты. Энтодермальная складка, отделяющая желудок от кишечника, неполная. Формируются первые мускульные почки в области спинного и анального плавников. Появляются зачатки жаберных лепестков на жаберной крышке и первой жаберной дуге. Боковая линия сейсмосенсорной системы достигает уровня кьюьерова протока (рисунок 41).



а – осетр; б – севрюга.

Рисунок 41 - Стадия 38 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 39. Желудок отделен от кишечника, обособились спинной и анальный плавники. Боковая линия сейсмосенсорной системы достигает уровня заднего грудного плавника, появляется добавочный ряд сейсмосенсорной системы (рисунок 42).

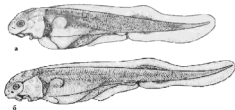


а – осетр; б – севрюга.

Рисунок 42 - Стадия 39 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 40. Различим зачаток брюшного плавника в виде узенькой складочки кожи. Брюшные отростки мышечных сегментов в области грудного плавника спускаются ниже его основания. Можно наблюдать первые нерегулярные движения нижней челюсти. Боковая линия сейсмосенсорной системы не достигает уровня конца желудка, добавочный ряд заканчивается над грудным плавником.

Стадия 41. Края обонятельных лопастей смыкаются, но еще не сращены. Боковая линия сейсмосенсорной системы заканчивается над спиральной кишкой, ее добавочный ряд заходит за заднюю границу грудного плавника, образуется короткий зачаток спинного ряда (рисунок 43).



а – осетр; б – севрюга.

Рисунок 43 - Стадия 41 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 42. На данной стадии появляется зачаток пилорического придатка. Лопасты обонятельного органа сращены. Боковая линия сейсмосенсорной системы достигает уровня переднего края брюшного плавника, спинной ряд начинает изгибаться.

Стадия 43. Роstrum (предглазничный отдел черепа) принимает горизонтальное положение. Брюшной плавник достигает края прианальной складки. Появляются зачатки вторичных лепестков в первой жабре. Боковая линия сейсмосенсорной системы достигает уровня заднего края брюшного плавника, добавочный ряд заканчивается над спиральной кишкой, спинной ряд изогнут и начинает расти параллельно боковой линии (рисунок 44).



а – осетр; б – севрюга.

Рисунок 44 - Стадия 43 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 44. Основания усиков выносятся вперед, и концы их не достигают передней границы рта. Массовый выброс пигментных пробок. Лопasti брюшных плавников опускаются ниже края прианальной складки. В спинной плавниковой складке появляется мезенхимная полоска (общий зачаток спинных жучек). Передняя поперечная комиссура сейсмoсенсорной системы переместилась дорзально и не видна с брюшной стороны, боковая линия заходит за уровень заднего края брюшного плавника, дополнительный ряд не доходит до первой границы брюшного плавника (рисунок 45).



а – осетр; б – севрюга.

Рисунок 45 - Стадия 44 (по Т.А. Детлаф)

Стадия 45 – стадия перехода на активное питание. Боковая линия заходит за уровень средней части спинного плавника, спинной ряд заходит за уровень заднего края грудного плавника (рисунок 46, 47).

Если сравнивать предличинки белуги, осетра и севрюги на одинаковых стадиях развития, то хорошо видны видовые особенности их строения. Помимо различия в размерах тела, размерах и форме желточного мешка, интенсивности пигментации, имеются еще различия в форме и размерах головы, положении и длине усиков, размерах жаберной крышки, размерах и положении плавников.



а - осетр, б – белуга.

Рисунок 46 - Стадия 45 (по Т.А. Детлаф)



а - осетр, б - севрюга, в – белуга.

Рисунок 47 - Стадия 45 (по Т.А. Детлаф)

Критические стадии и этапы в развитии осетровых рыб

Организм на разных стадиях развития неодинаково реагирует на одни и те же воздействия внешней среды. Стадии и этапы повышенной чувствительности к различным внешним воздействиям называются критическими.

У весенне-нерестующих (осетровых) рыб непосредственно сразу после оплодотворения следует период высокой чувствительности, с 16 стадии по 32 чувствительность blastomerov несколько падает и повышается перед началом гаструляции. Гаструляция проходит при пониженной чувствительности, которая с началом формирования зародыша резко повышается, это совпадает с закрытием blastopora (18 стадия). На этой стадии чувствительность у осетровых наибольшая.

Личиночный период развития осетровых рыб

В личиночном периоде обычно выделяют два этапа:

Этап смешанного питания. Дыхание становится наружно-жаберным. Появляются зачатки брюшных плавников. Рот нижний, перед ним четыре усика. Голова большая. Рыло постепенно становится заостренным. Кайма на месте непарных плавников обособляется. Хвостовой плавник большой, гетероцеркальный. Вдоль спинного края плавниковой складки начинаются появляться бугорки - зачатки жучек, сначала они еще не выходят за пределы складки. У личинок размером до 16 мм в плавниках уже хорошо различимы лучи. На верхней челюсти закладываются зубы. Питание у зародышей смешанное, этап длится три дня, анальное отверстие замкнутое, у личинок сформированное. Меланин, имевшийся в кишечнике зародыша выделен.

Этап экзогенного питания. Питание экзогенное - желточный мешок полностью резорбировался. Рот личинки при открывании выдвигается, но ротовой трубки, типичной для более позднего малькового этапа еще нет. Увеличивается число и длина жаберных лепестков. Жаберная крышка разрастается, прикрывая собой наружные жаберные лепестки почти до трети их длины. Образовался спиральный клапан. Длина личинок 21 мм.

Мальковый период развития осетровых рыб

Личиночные плавниковые складки резорбируются. Вентральная поверхность туловища малька становится плоской, имеются ряды спинных, боковых и брюшных жучек. На голове развиваются покровные шипы. Жучки и костные пластинки образуют на теле малька защитный колючий панцирь. Жаберные крышки разрастаются полностью, прикрывая жаберные лепестки. В отличие от личинок челюсти малька не имеют зубов. Зубы исчезают тогда, когда жаберные крышки начинают функционировать как всасывающий аппарат. При этом утрачивается необходимость удерживать добычу зубами. Питание бентосом.

Вопросы для самопроверки:

1. Каково строение икринок осетровых рыб?
2. Какие изменения происходят после оплодотворения?
3. Что понимается под этапом и стадией развития рыб?
4. Каковы особенности эмбрионального развития осетровых рыб?
5. Какие этапы эмбрионального развития осетровых вы знаете?
6. Какие стадии включает 2 этап эмбриогенеза?
7. Какие изменения происходят на этапе гастрюляции?
8. Как происходит вылупление зародыша из оболочки, на каком этапе?
9. На какой стадии чувствительность у осетровых наибольшая?
10. Сколько этапов различают в личиночном периоде осетровых рыб?
11. Что характерно для малькового периода развития осетровых рыб?

3 Лабораторная работа № 3

Особенности эмбрионального, личиночного и малькового периодов развития лососевых рыб

Цель работы: изучить особенности эмбрионального, личиночного, малькового периодов развития лососевых рыб.

Оборудование и материалы: фиксированная икра, эмбрионы, личинки и мальки лососевых рыб на различных стадиях развития, рисунки, предметные стекла, чашки Петри, препаровальные иглы, бинокляр.

Задание:

1. Рассмотреть под бинокляром, описать и зарисовать отдельные стадии развития лососевых рыб.
2. Обратить внимание на отличие эмбриогенеза лососевых рыб от осетровых.
3. Законспектировать, зарисовать характеристики стадий, этапов, периодов развития лососевых.
4. Изучить критические периоды в развитии рыб.

Теоретический материал

Жизненный цикл радужной форели при заводском воспроизводстве находится под контролем рыбоводов. От условий развития рыбы на разных стадиях зависит успех рыбоводного процесса. Поэтому важно уметь правильно оценить влияние этих условий на зародышей и предличинок, а также иметь представление о состоянии развивающегося организма на определенных эмбриональных стадиях [8, 9].

Эмбриональная стадия - это стабильное состояние зародыша, имеющее определенную длительность.

Как при искусственных, так и при естественных режимах инкубации икры, необходимо ориентироваться в основных этапах зародышевого развития, знать время ожидаемого вытупления эмбрионов.

В раннем онтогенезе радужной форели выявлены три периода — эмбриональный, личиночный и мальковый. В эмбриональном периоде

выделено 7 этапов, продолжительность которых при благоприятных условиях составляет 49-50 суток. Личиночный период также состоит из 7 этапов продолжительностью 48-49 суток. В мальковый период включают 3 этапа, в результате прохождения которых (12-14 месяцев), молодь достигает товарной навески.

Эмбриональный период развития

Икра радужной форели окрашена от бледно-желтого до оранжевого цвета, что обуславливается количеством находящегося в желтке каротина. Диаметр икринок в зависимости от веса самок колеблется от 3 до 5,3 мм, а ее вес - от 26,8 до 83,4 мг.

I этап - образование перивителлинового пространства и зародышевого диска - при температуре 7,5-8 °С продолжается в течение 8-9 часов (рисунок 48).

В первые 1,5-2 часа наблюдается интенсивное поступление воды через оболочку, что обеспечивает образование перивителлиновой жидкости. В это время зародышевый диск очень нечеткий, края размыты. Окутирование его происходит в возрасте 6 часов, а через 8 часов диск становится несколько выпуклым. Вес икры за это время увеличивается на 16 % от исходного (68-73 мг).



Рисунок 48 - Образование зародышевого диска (по З.С. Кауфман)

II этап - дробление зародышевого диска - начинается через 10-10,5 часа после оплодотворения икры (рисунок 49).

Вторая борозда дробления, обычно проходящая перпендикулярно первой, появляется в возрасте 17- 18 часов, а в середине вторых суток уже

насчитывается 32 бластомера (температура 8 °С). Жировые капли к этому времени укрупняются и сосредотачиваются на анимальном полюсе. В конце седьмых суток края бластодиска несколько утолщаются и приподнимаются, начинается образование эпителиальной бластулы. Диаметр бластодиска - 1,5 мм.



Рисунок 49 - Дробление зародышевого диска (по З.С. Кауфман)

III этап - гаструляция - при температуре воды 7,8-8,8 °С начинается в возрасте 9 суток (рисунок 50).

В одном из участков краевого утолщения появляется «краевой узелок». В процессе обрастания яйцеклетки бластодермой одновременно увеличивается «краевой узелок», который в течение суток превращается в «краевой язычок». Бластодиск к этому времени уже занимает 1/7 поверхности желтка.



Рисунок 50 – Гаструляция (по З.С. Кауфман)

IV этап - дифференциация зародышевых пластов на зачатки органов (органогенез) - начинается в возрасте 12 суток, при температуре 8,3 - 8,9 °С (рисунок 51).

В это время дифференцируются отделы головного мозга и

закладываются глазные пузыри. Одновременно начинается сегментация переднего отдела туловища. Бластодиск занимает поверхности желтка. Перед замыканием «бластопора» усиливается линейный рост, и зародыш занимает половину окружности желтка. Туловище полностью сегментировано, образуются слуховые пузыри и хрусталики глаз.



Рисунок 51 - Органогенез (по З.С. Кауфман)

V этап - дифференцировка хвостовой почки и образование подкишечно-желточной системы кровообращения (возраст 23 суток). После дифференцировки начинается интенсивный рост хвостовой почки и обособляется хвостовой отдел тела. Закладываются грудные плавники, а позади жаберных крышек дифференцируются жаберные дужки (рисунок 52).

В головном мозгу ясно видны 5 % отделов. Появляется сердечная трубка, которая к концу этапа изгибается и начинает волнообразно колебаться. На желточном мешке хорошо видна подкишечно-желточная вена с анастомозами кровеносных сосудов. В возрасте 27 суток в крови появляется гемоглобин. Размеры зародышей на данном этапе колеблются от 3,4 до 7,8 мм.



Рисунок 52 - Рост хвостовой почки (по З.С. Кауфман)

VI этап - образование печеночно-желточной системы кровообращения и ее функционирование - начинается в возрасте 31 суток. Между 7-11 сегментами дифференцируется печень, четко виден зачаток грудного плавника. Начинается пульсация сердца, ток крови появляется в жаберных дужках. Завершаются рост и сегментация хвостового отдела. В области печени через сутки после ее образования на поверхность желточного мешка выходят сосуды печеночно-желточной вены. К концу этапа ясно видны полукружные каналы, ротовая щель и анальное отверстие. Эмбрионы совершают редкие движения туловищем. Жаберные крышки закрывают три жаберные дужки.

VII этап - формирование непарных плавников и выклев личинок (возраст 41 сутки).

При переходе на этап появляются зачатки непарных, а через двое суток - и брюшных плавников. К концу этапа в них появляются скелетные образования. Дифференцируются жаберные лепестки, жаберные крышки закрывают все жаберные дужки.

На голове и передней части желточного мешка появляются железы выплупления.

На 49-50-й день после оплодотворения икры начинается выклев личинок, который может длиться до 27 суток (рисунок 53, 54). Выклевнувшиеся из икры личинки очень неактивны и большую часть времени находятся на дне. Вес их равняется 38-60 мг, длина 12,2-16,1 мм, а содержание желтка составляет 76,3 % от общего веса.



Рисунок 53 - Выклев личинок (по З.С. Кауфман)



Рисунок 54 - Предличинки и икра кеты

Личиночный период развития

I личиночный этап - жаберное дыхание - начинается в конце первых суток (температура 11,3 °C). К этому времени полностью заканчивается формирование жаберного аппарата, что создает возможность для начала активного жаберного дыхания. Кроме того, дыхание личинок осуществляется за счет сети кровеносных сосудов желточного мешка и темной поверхности головы. Улучшению газового режима способствуют ритмичные колебания грудных плавников. Личинки изредка всплывают в толщу воды. В хвостовом отделе появляются членистые лепидотрихии, а в других плавниках образуются гипураллии и лепидотрихии. На дорзальной стороне головы и туловища появляются мелкие меланофоры. Вес личинок на данном этапе колеблется от 11 до 17 мг, а длина - от 13,6 до 15,7 мм.

II личиночный этап - образование пронефроса - начинается в возрасте 4 суток. На ряду с образованием пронефроса появляется жировой плавник, а к концу этапа все плавники выделяются из плавниковой складки. Личинки часто поднимаются в толщу воды, а иногда достигают ее поверхности (при глубине до 30 см). Размеры личинок 15,7 - 17 мм, вес 17-25,9 мг.

III личиночный этап — образование первой петли кишечника и формирование желудка (возраст 8 суток) - характеризуется появлением

вздутия в переднем отделе кишечника и его изгибанием. В хвостовом плавнике увеличивается число членистых лепидотрихий, а в других наблюдается их появление. Желточный мешок овально-вытянутой формы, пигментация тела значительно увеличивается. Личинки ориентируются головой против течения воды. Средние размеры их на данном этапе колеблются от 17 до 19,3 мм, вес - от 25,9 до 35,3 мг.

IV личиночный этап - дифференцировка пилорических придатков (возраст 13 суток) - характеризуется появлением зубов и наполнением плавательного пузыря воздухом. Туловищные миотомы обрастают верхней частью желточного мешка, четко виден мочевой пузырь. Личинки приобретают способность длительное время находится в толще воды.

V личиночный этап - смешанное питание - начинается в возрасте 15 суток (рисунок 55).



Рисунок 55 - Личинка в возрасте 15 суток (по З.С. Кауфман)

Длина личинок 20,2 мм, вес 43 мг. При переходе на этап заканчивается формирование челюстного аппарата, кишечник становится проходимым для пищи, появляется его перистальтика. Личинки свободно держатся в толще воды. Задержка питания может отрицательно сказаться на их развитии.

VI личиночный этап - внешнее питание (возраст - 31 сутки). К этому времени полностью заканчивается рассасывание желточного мешка и формирование пищеварительного тракта. Личинки активно движутся и охотно поедают вносимую в бассейны пищу. Вес личинок на данном этапе увеличивается от 79,9 до 147,9 мг, а размеры - от 22,7 до 26,9 мм (рисунок 56).



Рисунок 56 - Личинка в возрасте 31 сутки (по З.С. Кауфман)

VII личиночный этап - образование каналов боковой линии (возраст 38 суток) - характеризуется их появлением не только на туловище, но и на голове. Личинки сильно пигментированы, активность их увеличивается, появляются маленькие стайки.

Мальковый период развития

I мальковый этап - образование чешуи - начинается в возрасте 49 суток с образования центральных пластинок чешуи. Вес мальков 309,0 мг, длина 33,7 мм. Молодь охотно поедает кормовые смеси, составленные из сухих компонентов животного и растительного происхождения. Все мальки группируются в стаи и держатся в толще воды против течения.

II мальковый этап - рост - начинается в возрасте 57 суток со значительного усиления его скорости. Одновременно усиливается пигментация мальков и дифференцируется пол. Вес мальков 528,2 мг, длина 39 мм.

III мальковый этап - интенсивный рост - начинается при достижении молодью веса 3,3-5,3 г и длины 66-74 мм. При оптимальных условиях переход на этот этап осуществляется в возрасте 86-98 суток. Второе значительное усиление роста может быть обусловлено генетическими механизмами, которые выработались во время обитания радужной форели в естественных условиях. Смена условий при скате молодежи способствовала ускорению роста.

Критические этапы в развитии лососевых рыб

Период пониженной чувствительности в зависимости от температуры воды наступает через 6-24 часа после набухания икры, что благоприятствует перевозу икры с места сбора в инкубаторы и размещению ее по рамкам.

С началом дробления чувствительность икры к механическим воздействиям повышается. Процесс дробления проходит при пониженной чувствительности. С началом гаструляции чувствительность икры вновь возрастает. На стадии выраженного «зародышевого узелка» механическое воздействие вызывает вдвое больший отход, чем на стадиях дробления.

С того времени, когда бластодермой покрывается более половины желточного мешка, чувствительность икры к механическим воздействиям на

некоторое время снижается.

Во время закрытия желточной пробки (стадия закрытия бластопора) икринки лососей чрезвычайно чувствительны и погибают даже от слабых прикосновений. После завершения процесса эпигонии чувствительность икры к травмам резко снижается. У кеты это происходит раньше появления пигмента в глазах.

С началом кровообращения икра стойко переносит механические воздействия, а затем чувствительность держится на низком уровне вплоть до вылупления. Перед выклевом наступает период повышенной чувствительности. Следующий период чувствительности начинается с завершением рассасывания желтка и переходом на активное питание.

Усиление темпа и увеличение числа дифференцировок обычно наблюдается во время перехода от одного этапа развития к другому - «переходная» стадия, а их ослабление - на протяжении каждого этапа. В большинстве случаев на протяжении этапов развития происходит рост дифференцированных во время «переходной» стадии зачатков органов.

Морфологические изменения у лососевых рыб в раннем онтогенезе в основном сходны. Различия наблюдаются лишь во времени перехода от одного этапа развития к другому и в продолжительности самих этапов.

Например, переход на четвертый эмбриональный этап у пресноводного лосося происходит на 30-е сутки, а у радужной форели - на 12-е сутки; соответственно, продолжительность данного этапа составляет 23 и 11 суток.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие периоды включает в себя ранний онтогенез лососевых рыб?
2. Сколько этапов можно выделить в эмбриональном периоде развития?
3. Какие этапы включает в себя личиночный период? Каковы основные отличия их между собой?
4. С какого момента начинается мальковый период развития? Какими этапами он характеризуется?
5. Какие критические этапы можно выделить в развитии лососевых рыб?

4 Лабораторная работа № 4

Особенности эмбрионального, личиночного и малькового периодов развития растительноядных рыб

Цель работы: изучить стадии эмбрионального и постэмбрионального развития растительноядных рыб на примере белого амура.

Оборудование и материалы: фотографии, рисунки, слайды, фиксированные пробы.

Задание:

1. Изучить и зарисовать стадии эмбрионального развития белого амура.
2. Изучить и зарисовать стадии постэмбрионального развития белого амура.
3. Изучить стадии личиночного развития белого амура.
4. Изучить стадии малькового развития белого амура.

Теоретический материал

Развитие у толстолобиков и белого амура практически не имеет различий и может изучаться на примере белого амура. Оно подразделяется на эмбриональный, личиночный и мальковый периоды [1, 2, 8, 9].

Эмбриональный период

1 этап. Оводнение полости между яйцевой оболочкой и яйцеклеткой, появление перивителлинового - околожелточного пространства и образование бластодиска.

Стадия 1. Икринка, неоводненная в первые минуты после оплодотворения. Яйцо прозрачное, непигментированное. Оболочка плотно прилегает к поверхности яйца, неклеякая и представлена лишь первичной или радиальной оболочкой, вторичная оболочка (хорион) отсутствует. Диаметр икринки: 1,2 - 1,3 мм.

Стадия 2. Начало оводнения (набухание) икринки и образования плазматического бугорка - бластодиска. Оболочка заметно отделилась от

поверхности яйца, на анимальном полюсе начала концентрироваться плазма в виде серповидной зоны. Возраст 10 мин. (указывается во всех случаях от момента оплодотворения).

Стадия 3. Окончательно оводненная икринка, то есть перивителлиновая (околожелточная) полость между яйцевой оболочкой и яйцеклеткой достигла максимального размера, а именно: диаметр собственно яйца 1,2 - 1,3 мм, оболочки - 4,2 - 5,0 мм. Такое огромное перивителлиновое пространство способствует уменьшению удельного веса икринки и обеспечивает ее плавучесть в потоках воды. Плазма на анимальном полюсе имеет вид резко очерченного бугорка - бластодиска. Возраст 40 мин.

2 этап. Дробление бластодиска - от 2-х бластомер до бластулы включительно. При этом происходят в основном количественные изменения: увеличение клеток и уменьшение их размеров (рисунок 57).

Стадия 4. Начало дробления - образование двух бластомер, возраст 1 час.

Стадия 5. Образование четырех бластомер, возраст 1 час 20 мин.

Стадия 6. Образование восьми бластомер, возраст 1 час 40 мин.

Стадия 7. Образование 16 бластомер, возраст 2 часа.

Стадия 8. Крупноклеточная (ранняя) морула, возраст 2 часа 30 мин.

Стадия 9. Мелкоклеточная (поздняя) морула, возраст 4 часа 50 мин.

Стадия 10. Бластула, возраст 6 часов 30 мин. Характеризуется образованием небольшой щелевидной полости - бластоцеля внутри клеточного бластодиска (бластодерма).

3 этап. Гастрюляция - образование зародышевых пластов. Сопровождается обрастанием желточного мешка бластодермой.

Стадия 11. Начало гастрюляции, возраст 7 часов 10 мин. Бластодерма начинает перемещаться по поверхности желточного мешка в сторону вегетативного полюса. В это время она покрывает почти половину желточного мешка. В одном из участков краевой зоны бластодермы образуется краевой узелок, клетки которого интенсивно размножаются и при нарастании бластодермы подворачиваются во внутрь. В этом месте образуется зачаток тела зародыша, который в дальнейшем расслаивается на три зародышевых пласта - эктодерму, энтодерму и мезодерму. По мере наползания бластодермы на желточный мешок зачаток зародыша утолщается и удлиняется.

Стадия 12. Желточная пробка, возраст 10 часов. Наползающая

бластодерма не покрывает лишь незначительную часть желточного мешка в области вегетативного полюса, которая именуется желточной пробкой. Зачаток тела зародыша значительно удлиннен и имеет вид утолщенного валика, головной отдел которого несколько расширен.

Стадия 13. Окончание гаструляции, замыкание желточной пробки (бластопор), возраст 12 часов 10 мин. Бластодерма покрывает всю поверхность желточного мешка, края бластопора смыкаются, желточная пробка исчезает. Зачаток тела зародыша своей расширенной головной частью начинается на анимальном полюсе и заканчивается хвостовой частью на вегетативном полюсе.

4 этап. Органогенез - дифференциация зародышевых пластов на зачатки основных органов (глаза, хорда, кишечник, мускулатура, нервная система, слуховые пузырьки и др.).

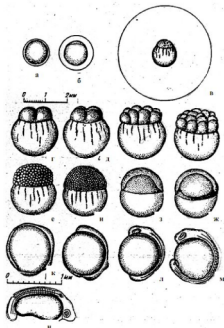
Стадия 14. Образование глазных пузырей и начало сегментации мезодермы на сомиты, возраст 15 часов. В головном отделе появились зачатки глаз - пузыревидные выпячивания. В средней части тела образовались два сомита (мускульные сегменты), заметны контуры хорды.

Стадия 15. Образование глазных бокалов - появление щелевидного углубления в зачатках глаз, возраст 18 часов. Мезодерма продолжает сегментироваться, число мускульных сегментов увеличилось до десяти.

5 этап. Происходит обособление хвостового отдела зародыша от желточного мешка, начало подвижности тела зародыша.

Стадия 16. Начало обособления хвостовой части зародыша от желтка, возраст 21 часов. Желточный мешок в связи с этим приобретает грушевидную форму. В глазах появились хрусталики, образовались зачатки слуховых пузырьков. Мезодерма сегментирована на большое количество мускульных сегментов (миотомы), имеющих конусовидную форму, хорда становится еще более отчетливо видной. В конце хвоста заметно округлое образование, так называемый купферов пузырек. Тело начинает изредка изгибаться.

Стадия 17. Дальнейшее обособление хвостового отдела от желточного мешка. Последний приобретает еще более вытянутую форму. Возраст 1 сутки 5 часов. Тело становится более выпрямленным, однако голова и хвост еще загнуты вниз. Изгибания тела делаются более заметными.



а - яйцевая оболочка прилегает к поверхности яйца; б - отделение яйцевой оболочки от желтка и концентрация плазмы на анимальном полюсе; в - полное оводнение перивителлинового пространства; г - образование 2-х бластомеров;

д - образование 4-х бластомеров; е - образование крупноклеточной и ранней морулы; и - образование бластулы; з - образование зачатка тела зародыша;

ж - удлинение и утолщение зачатка зародыша; к - соединение зачатков анимального и вегетативного полюсов; л - образование глазных пузырей, закладка хорды, начало сегментирования мезодермы; м - начало движения тела зародыша;

н - появление на голове и сердечной области желез вылупления;

Рисунок 57 - Эмбриональный период развития белого амурса
(по З.С. Кауфман)

Стадия 18. Выпрямление хвостового отдела и начало активного вращения зародыша внутри оболочки. Возраст 1 сутки 8 часов. Головная часть несколько загнута вниз, в ней отчетливо видны основные отделы мозга. Продолговатый мозг сегментирован на энцефаломеры. Появились обонятельные капсулы. Движения тела становятся энергичными, зародыш делает резкие повороты с боку на бок и вращательные движения. Такие движения способствуют перемешиванию перивителлиновой жидкости под оболочкой, что обеспечивает улучшение дыхания эмбриона и, кроме того, они необходимы для осуществления его вылупления.

6 этап. Вылупление эмбриона из оболочки.

Стадия 19. Вылупление эмбрионов из оболочки начинается в возрасте 1 суток 10 часов после оплодотворения (при 23 – 25 °С) и продолжается в течение четырех часов. Длина вылупившегося свободного эмбриона, или предличинки, от начала головы до конца хвостовой плавниковой складки, 5,2 мм. Тело выпрямлено, без пигмента, окаймлено недифференцированной плавниковой складкой, желточный мешок вытянут вдоль всего туловища вплоть до анального отверстия. Сегментация тела закончена. Туловище длинное, содержит 28-30 мускульных сегментов, хвост короткий, имеет всего 12 - 14 сегментов. Под глазами и на перикардии видны остаточные железы вылупления секрет которых служит для растворения яичевой оболочки при вылуплении. Глаза большие, не пигментированы и лишь снизу имеют небольшое черное пигментное пятнышко. В слуховых капсулах отчетливо видны зачатки отолитов.

Кровообращение развито слабо. Оно представлено всего лишь пульсирующим сердцем, состоящим из зачатков желудочка и предсердия. Форменные элементы крови в сосудах отсутствуют, и лишь у эмбрионов, вылупившихся позже (в возрасте 1 суток 12 часов), заметно начало их появления и движения в узких кювьеровых протоках, расположенных на передней части желточного мешка сверху.

Вылупившиеся эмбрионы (предличинки) малоподвижны, преимущественно лежат на дне. В природных условиях такие эмбрионы пассивно сносятся течением в толще воды. При содержании их в скученном состоянии в инкубационных аппаратах, начиная с этой стадии и на всех последующих предличинки систематически делают «свечки», поднимаясь к поверхности воды. При установке матерчатых садков даже на слабой волне

они выплескиваются на стенку аппарата, выступающую над водой, и в больших количествах погибают.

7 этап. Появление развитой эмбриональной сосудистой системы.

Стадия 20. Начало функционирования кровообращения. Длина предличинки 6,5 мм, возраст 2 суток 3 часа. Все сосуды заполнены форменными элементами крови, и по их движению можно отчетливо проследить строение кровообращения. Кровь из сердца сначала только по мандибулярным, а несколько позже и по гноидным дугам аорты поступает в голову и туловище. В туловище она течет по спинной аорте, а в хвосте - по хвостовой артерии. Последняя в задней части хвоста загибается и переходит в хвостовую вену, расположенную в основании плавниковой складки под миотомиями. Здесь образуется широкий поток крови и происходит ее окисление. Хвостовая вена представляет собой один из эмбриональных органов дыхания предличинки. В области задней части кишечника она продолжается в непарную заднюю кардинальную вену. В передней части тела задняя кардинальная вена разветвляется и, сливаясь с парными передними кардинальными венами, несущими кровь из головы, образует кювьеровы протоки. Последние широким потоком крови омывают переднюю поверхность желточного мешка с той и другой стороны, являясь вторым эмбриональным органом дыхания предличинки.

Кровь из кювьеровых протоков поступает в заднюю часть сердца - венозный синус. Следует отметить, что эмбриональные органы дыхания у белого амура, а также и у толстолобика, являющихся пелагофильными рыбами, развиты относительно слабо в связи с тем, что они развиваются в благоприятных кислородных условиях в речном потоке воды. На нижней части головы предличинки, имеется ротовое углубление. По переднему краю глаза начал образовываться мелкий черный пигмент. Появились зачатки грудных плавников, основание которых расположено косо. Под ними просвечивает в виде клубочка зачаток предпочки. Предличинка по-прежнему малоподвижна, питается собственным желтком.

8 этап. Появление подвижного жаберно-челюстного аппарата и начало функционирования жабр.

Стадия 21. Начало подвижного состояния жаберно-челюстного аппарата. Длина предличинки 7,4 мм, возраст 3 суток 4 часа. Рот из нижнего превратился в полуконечный и стал изредка подвижным. Кожная жаберная

крышка покрывает лишь первую жаберную дугу. Имеются все висцеральные сосуды: мандибулярная, гиондная и четыре жаберные дуги аорты. Последние дают сосудистые ответвления в появившиеся зачатки жаберных лепестков. От верхней части мандибулярной дуги аорты подобные ответвления отходят в глазную жабру - псевдобранхию. Кювьеровы протоки заметно укоротились в связи с резорбцией желточного мешка. Уменьшение их обеспечивающих кровоснабжение головного мозга. Сердце дифференцировано на все основные отделы - желудочек, предсердие, венозный синус. Появилась луковица аорты.

Грудные плавники заметно увеличились и располагаются полувертикально. В переднем отделе кишечника образовался просвет. От зачатка предпочки отходит мочеточник заканчивающийся позади анального отдела кишечника расширением мочевого пузыря. На голове, а также над кишечником и в нижних концах миотомов хвостового отдела появились черные пигментные клетки - меланофоры. Глаза полностью пигментированы черным и частично желтым пигментом. Поведение предличинок такое же, как и на предыдущих стадиях. В природе они продолжают пассивно относиться в толще воды.

Стадия 22. Редукция эмбриональных органов дыхания и начало функционирования внутренних жабр. Длина предличинки 7,5 мм, возраст 4 суток. Рот становится конечным и активно подвижным. Кожная жаберная крышка покрывает значительную часть жабр. Начинается дыхательная функция жаберно-челюстного аппарата, движением которого обеспечивается циркуляция воды через внутренние жабры. С еще большей резорбцией желточного мешка кювьеровы протоки утратили поверхностное положение на нем, в связи с чем полностью утратилась и их дыхательная функция. Уменьшилось дыхательное значение и нижней хвостовой вены, которая стала более узкой. Тело предличинки еще более пигментировано. Небольшая группа крупных меланофор появилась в передней части желточного мешка под грудными плавниками. Весь же остальной желточный мешок не пигментирован. Размер его сильно сократился. Кроме черного пигмента, в теле зародыша появился желтый пигмент в диффузном состоянии. Этот пигмент каротиноидного происхождения и связан, по-видимому, с дыхательной функцией. Расположен он в голове, по спине и в области переднего отдела кишечника. Впереди основания вертикально расположенных грудных плавников появился зачаток грудного пояса - кляйтрум, а в собственно

плавниковой лопасти проходит сосуд - подключившая артерия. Появился зачаток плавательного пузыря.

Предличинки с этой стадии становятся более подвижными. Они активно двигаются, периодически поднимаясь кверху. В природе, пассивно сносясь течением воды, они в то же время способны уже к активным перемещениям и начинают постепенно мигрировать к берегам.

Личиночный период

1 этап. Смешанное эндогенно-экзогенное питание личинки.

Стадия 23. Смешанное питание личинки с преобладанием желточного, (эндогенного) питания. Длина 7,5 мм, возраст 4,5 суток. Плавательный пузырь наполнен воздухом. Личинка активно подвижная, постоянно плавает в толще воды и изредка захватывает пищу извне, в основном же продолжает питаться за счет остатка желточного мешка, который еще сохраняется, на всем протяжении кишечника. Число мускульных сегментов прежнее: в туловище 28 - 30, в хвосте 12 - 14.

Стадия 24. Смешанное питание личинки с преобладанием внешней пищи. Длина 7,8 мм, возраст 6 суток. У личинки сохранился незначительный остаток желточного мешка под передней половиной кишечника. В кишечнике видны мелкие рачки дафнии и комочки водорослей, он совершает перистальтические сокращения, внутренние стенки складчатые. Под передней частью кишечника расположена печень. Плавательный пузырь значительно увеличен, что облегчает свободное плавание личинки при захватывании пищи.

Жаберный аппарат хорошо развит, жаберные лепестки в нем сильно удлинлись и разветвились, личинка совершает им частые дыхательные движения. В теле еще больше появилось черных пигментных клеток. Одни из них расположены в коже (вдоль головы, спины, средней линии, по нижним концам мотомов хвостового отдела и в нижней части хвостовой лопасти), другие - на внутренних органах (под спинным мозгом, по плавательному пузырю, кишечнику и спинной стенке полости тела). В области переднего отдела кишечника под грудными плавниками располагаются крупные пигментные клетки небольшим косым рядом. В основании грудных плавников они образуют полукрут. Личинки, плавая в толще воды и по дну аквариума, активно захватывают пищу. В природе они держатся у берегов и вдоль них

мигрируют вверх в тихие заливы и озера для откорма.

2 этап. Питание личинки исключительно внешнее - эктогенное.

Стадия 25. Желточный мешок у личинки полностью резорбирован. Длина 7,6 мм, возраст 7 суток. Питание осуществляется целиком за счет активного захватывания внешней пищи. Кишечник у личинки содержавшейся в аквариуме, забит дафниями. Глаза достигают огромных размеров, что обеспечивает лучшую видимость при поисках кормовых организмов. В общей плавниковой складке отчетливо выделяются спинная, хвостовая и анальная лопасти. Хорда заканчивается прямо, хвостовая лопасть округлая. Хвост сохраняет протоцеркальную форму, как и на предыдущих стадиях. Личинки продолжают мигрировать вдоль берегов.

3 этап. Образование непарных плавников.

В плавниковой складке заметно возвышение, представляющее зачаток спинного плавника. В основании зачатков спинного и анального плавников появилось сгущение скелетогенной мезенхимы. В нижней лопасти хвостового плавника образовались плавниковые лучи.

Стадия 26. В общей плавниковой складке отчетливо выделились зачатки непарных плавников - спинного, анального и хвостового. Длина личинки 9 мм, возраст 16 суток. В спинном и анальном плавниках, еще не полностью обособленных от плавниковой складки, видны мускульные почки и плавниковые лучи. Конец хорды в хвосте загнут вверх. Хвостовая лопасть имеет слабую выемку посередине и содержит хорошо развитые плавниковые лучи. В основании хвоста залегают зачатки костных опорных элементов гиураллий и еще не дифференцированная мускулатура. Следовательно, хвостовой плавник становится гомоцеркальным. Плавательный пузырь большой и по-прежнему представлен одним (задним) отделом. Начиная с этой стадии личинки, а в дальнейшем и мальки держатся в тихих заливах и озерах, где откармливаются.

4 этап. Появление второго отдела плавательного пузыря и закладка брюшных плавников.

Стадия 27. Образовался второй (передний) отдел плавательного пузыря. Длина личинки 10,2 мм, возраст 18 суток. Непарные плавники - спинной, анальный и хвостовой - полностью дифференцированы и хорошо развиты. Хвостовой плавник с большой выемкой посередине. Спинная и анальная плавниковые складки почти полностью редуцировались. Преанальная складка

по-прежнему хорошо развита. По бокам у ее основания на уровне переднего края спинного плавника заложилась брюшные плавники. Грудные и тем более брюшные плавники еще не имеют плавниковых лучей.

Наличие вполне развитых непарных плавников, а также образование второго отдела плавательного пузыря обеспечивают еще большую подвижность личинки, что является существенным в связи с возросшей потребностью в активном питании.

5 этап. Образование плавниковых лучей в парных - грудных и брюшных - плавниках.

Стадия 28. У личинки в возрасте 20 суток, длиной 11,5 мм в грудных плавниках появились плавниковые лучи, в брюшных плавниках они еще отсутствуют.

Стадия 29. У личинки в возрасте 22 суток, длиной 14,2 мм имеются плавниковые лучи как в грудных, так и в брюшных плавниках. Она во многом похожа на малька, но у нее все еще сохраняется хорошо развитая преанальная складка.

Мальковый период

1 этап. Начало закладки чешуи. Вдоль средней линии тела малька появилась чешуя. Длина его 2,1 см, возраст - около 1 месяца. Вся плавниковая складка редуцировалась, только на брюхе позади брюшных плавников остался след преанальной складки. В брюшных и грудных плавниках образовались лучи. Хвост вильчатый. Глаза по-прежнему предельно большие. Орган обоняния поделен перемычкой пополам, имея входное и выходное отверстия. Рот стал более остроконечный. Черный пигмент покрывает с поверхности верхнюю половину тела до боковой линии. Кроме черного пигмента в покровах тела много оранжево-бурого пигмента и серебристого гуанина, поэтому внутренних пигмент мало заметен.

Мальки в аквариуме обшаривают дно, копаются в нем и поедают бентос, но не отказываются и от планктона. При недостатке животного корма поедают нитчатку, переполняя ею кишечник до предела, нитчатка выходит из кишечника в сильно измятом, но испереваренном состоянии, сохраняя зеленый цвет (рисунок 58).

2 этап. Малек с развитым чешуйным покровом. Все тело малька

покрыто чешуей. Длина малька 4,5 см, возраст примерно 1,5 месяца. След преанальной складки полностью исчез. В срединном ряде чешуи видны отверстия канала боковой линии. В остальном как в строении, так и в поведении малек сходен с предыдущим этапом. Из анального отверстия малька также выводится наружу непереваренная нитчатка.

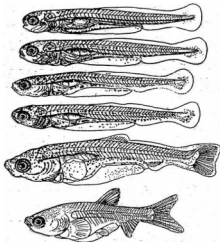


Рисунок 58 - Мальковый период развития белого амура

Вопросы для самопроверки:

1. Какие этапы и какие стадии включает в себя эмбриональный период развития белого амура?
2. Охарактеризуйте изменения происходящие в строении икринки и зародыша на каждом этапе эмбрионального периода.
3. Какие этапы и стадии включает личиночный период развития белого амура?
4. Какие изменения в строении личинки происходят на каждом этапе личиночного периода?
5. Какие этапы включает мальковый период развития белого амура?

5 Лабораторная работа № 5

Методы управления созреванием половых клеток у рыб

Цель работы: изучить особенности экологического, физиологического и эколого-физиологического метода стимулирования половых клеток у рыб.

Оборудование и материалы: образцы материалов, плакаты, фотографии, рисунки.

Задание:

1. Изучить метод стимулирования половых клеток у рыб.
2. Изучить методику стимулирования заготовки гипофизов у различных видов рыб и способ их хранения.
3. Освоить методику проведения гипофизарной инъекции.
4. Определить дозы препарата гипофиза для получения зрелых половых продуктов у различных видов рыб.
5. Законспектировать освоенный материал и зарисовать рисунки.

Теоретический материал

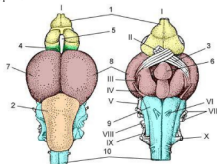
В практике искусственного рыборазведения применяют 3 метода стимулирования созревания половых продуктов у производителей рыб: экологический, физиологический и эколого-физиологический [4, 10, 13].

Экологический метод разработан академиком А.Н. Державиным в 1930-х годах. Применяется, в основном, при разведении осетровых, лососевых и реофильных карповых рыб при выдерживании производителей с целью получения от них зрелых половых продуктов [14]. Сущность этого метода состоит в том, что производителей выдерживают в садках и бассейнах (иногда с управляемым термическим режимом) в обстановке соответствующей естественным условиям. При этом учитываются те факторы, которые способствуют развитию и созреванию половых клеток, овуляции и образованию спермы. Это, прежде всего температура, близкая к температуре нереста данного вида рыб, течение, кислородный режим и грунт (нерестовый субстрат).

Физиологический метод стимулирования созревания половых клеток у

рыб разработан профессором Гербильским Н.Л. Он провел гистологические исследования гипофиза рыб и раскрыл механизм его физиологического воздействия на созревание половых продуктов.

Гипофиз - железа внутренней секреции, расположенная у основания головного мозга (рисунок 59). Гипофиз выделяет в кровеносную систему организма гормоны. Среди них гонадотропный гормон, который регулирует оогенез и сперматогенез, вызывает созревание половых клеток, овуляцию и образование спермы.



1 - обонятельная луковица, 2 - мозжечок, 3 - перекрест зрительных нервов, 4 - промежуточный мозг, 5 - эпифиз, 6 - гипофиз, 7 - зрительные доли среднего мозга, 8 - средний мозг, 9 - продолговатый мозг, 10 - спинной мозг, 11 - передний мозг; I - X - головные нервы.

Рисунок 59 - Головной мозг форели, сверху и снизу (по Г.Г. Матишову)

Гонадотропная активность гипофиза рыб в различные периоды годового цикла позволяет использовать гипофиз как источник гонадотропного гормона, при помощи которого можно получить зрелые половые продукты от производителей на рыбоводных предприятиях. При внутримышечных инъекциях производителям суспензии гипофиза рыб гонадотропный гормон поступает в кровь и стимулирует половой процесс. Это приводит к быстрому переходу половых желез производителей из IV в V стадию зрелости и

получению от них зрелой, способной к оплодотворению и развитию икры у самок и доброкачественной спермы у самцов.

Введение ацетонированного препарата гипофиза в мышцы тела самки и самца, от которых хотят получить зрелую икру и сперму, называется гипофизарной инъекцией.

Эколого-физиологический метод стимулирования созревания половых клеток у рыб. Он сочетает в себе два метода - экологический и физиологический и предусматривает стимулирование созревания половых продуктов у производителей путем комбинированного воздействия на организм рыбы экологических факторов среды и вводимых физиологически активных веществ. Это дает возможность получать в определенный день и даже час необходимое количество зрелой икры и спермы, что позволяет планировать работу рыбоводного предприятия.

Примером эколого-физиологического метода является содержание осетровых в садках Куринского типа, бассейнах конструкции Б.Н. Казанского [17]. Садки Куринского типа представляют собой земляной водоем разделенный на три отсека перегородками, дно покрыто галькой. Сначала заготовленных производителей сажают вместе в третий отсек. При наступлении нерестовых температур самцов сажают во второй отсек, затем через 2-3 дня необходимому количеству самок и самцов делают гипофизарную инъекцию.

Заготовка гипофизов

При заготовке гипофизов рыб следует руководствоваться следующими правилами:

1. Нельзя производить заготовку гипофизов от неполовозрелых рыб.
2. Нельзя производить заготовку гипофизов от рыб сразу после нереста.
3. Необходимо производить заготовку гипофизов от рыб половые продукты которых находятся на IV стадии зрелости, в это время в гипофизах накапливается максимальное количество гормонов.
4. Наилучшим периодом заготовки гипофизов является преднерестовая миграция рыб.
5. Для заготовки гипофизов необходимо использовать живую рыбу.

У рыб, из семейства осетровых, череп вскрывают трепаном, который

представляет собой металлический цилиндр с пилообразными зубцами на одном из его концов (рисунок 60). Диаметр цилиндра равен 30 мм. Для получения гипофиза от белуги применяют трепан больших размеров - диаметром 35-40 мм.



Рисунок 60 - Трепан

Трепан устанавливают посредине головы рыбы, позади глаз. Для точной установки трепана цилиндр поднимают вверх до отказа, после чего вращают рукоятку и, сделав несколько оборотов, поднимают стержень во избежания разрушения гипофиза. Затем трепан ввинчивают до отказа и вырезанную пробку, состоящую из кости и хряща удаляют. В черепной крышке образуется отверстие, которое при правильной установке трепана находится над гипофизарной ямкой. В последнее время для заготовки гипофиза применяют электротрепан. Просверлив отверстие, выталкивают стержнем из цилиндра оказавшийся в нем кусок черепа, в котором содержится часть мозга и гипофиз. Взяв высверленный кусок, срезают с него нижнюю костную пластинку и хрящ, а затем пинцетом извлекают гипофиз.

При заготовке гипофиза карповых (сазан, лещ) и окуневых (судака) срезают крышку черепа рыбы, приподнимают пинцетом мозг и достают гипофиз. У карповых рыб гипофиз лежит в углублении основания черепа и прикрыт пленкой. Подрезав скальпелем пленку, вынимают пинцетом гипофиз. У судака гипофиз прикреплен к мозгу и легко отделяется от него, поэтому он иногда остается в ямке в основании черепа, откуда его извлекают пинцетом.

Взятые у рыб гипофизы помещают в стеклянные банки с притертой пробкой, наполненные безводным химически чистым ацетоном. Объем ацетона должен быть в 10-15 раз больше объема гипофизов. В ацетоне

гипофизы постепенно обезвоживаются. Через 12 часов ацетон сливают из банок и наливают другую порцию, объем которой также должен превышать в 10-15 раз объем гипофизов. В этой порции ацетона гипофизы выдерживают еще 6-8 часов. Затем ацетон сливают из банок, а гипофизы раскладывают на фильтровальной бумаге и высушивают при низкой влажности воздуха и температуре не выше комнатной. Высушенные гипофизы высыпают в сухие банки с притертыми пробками и хранят в холодильнике при температуре от 1 °C до 5 °C [13, 14].

Для определения активности препарата гипофиза во вьюновых единицах используют несколько групп самок вьюна с гонадами в IV стадии зрелости и индивидуальной массой 35-40 г. При температуре 16-18 °C всем им делают одновременно гипофизарные инъекции различной дозировки. Минимальная дозировка препарата гипофиза (мг), которая вызывает у одной самки вьюна, как и других особей, созревание ооцитов и овуляцию, соответствует вьюновой единице.

Таким же образом можно проверить активность препарата гипофиза на самцах лягушки. Положительной реакцией считается появление подвижных сперматозоидов в клоаке самца после инъекции суспензии гипофиза в спинные лимфатические мешки при температуре 18 – 22 °C. При этом гонадотропная активность гипофиза выражается в лягушачьих единицах.

Приготовление препарата гипофиза. Перед инъектированием ацетонированные гипофизы растирают в чистой стеклянной или фарфоровой ступке пестиком в порошок. Порошок развешивают в соответствии с необходимой дозировкой в биологических единицах на аналитических или горизонтальных весах на каждую партию инъектированных производителей - раздельно самцов и самок. То количество препарата гипофиза, которое необходимо для данной порции производителей, помещают в ступку, смачивают физиологическим раствором (0,65 – 0,7 % раствор хлористого натрия) и тщательно перемешивают (рисунок 61). Затем к образовавшейся кашнице добавляют физиологический раствор в таком же количестве, чтобы на одного производителя приходилось 2 см³ (осетровые) или 1 см³ (карповые, окуневые) суспензии.

Суспензию тщательно взбалтывают и переносят в низкую склянку с широким горлышком и притертой пробкой. Перед началом инъекции содержимое склянки еще несколько раз перемешивают путем втягивания

жидкости шприцем. После этого суспензию набирают в шприц и вводят сбоку в спинную мускулатуру рыбы передней, части тела. Иглу вынимают осторожно. Место прокола кожи прижимают пальцем, а затем немного массируют для предотвращения вытекания введенного препарата. В настоящее время кроме суспензии ацетонированных гипофизов применяют глицериновый гипофизарный препарат.

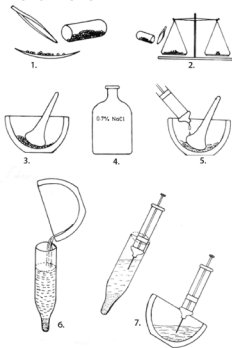


Рисунок 61 - Схема приготовления препарата гипофиза

Проведение гипофизарной инъекции у осетровых рыб (рисунок 62).

При инъектировании производителей осетровых препаратом гипофиза необходимо учитывать температуру воды.



Рисунок 62 - Проведение гипофизарной инъекции

Инъектирование производителей белуги проводят при температуре воды от 7 °С до 17 °С, осетра и шипа - от 9 °С до 19 °С, севрюги при температуре от 15 °С до 24°С. Доза гипофиза вводимого производителям рассчитывается на 1 кг массы самки (таблица 2).

Таблица 2 – Доза препарата для производителей осетровых на 1 кг массы, мг

Температура воды, °С	Вид рыбы			
	Белуга	Шип	Осетр	Севрюга
7-9	2,5	-	2	-
10-12	2	2,5	2,5	-
13-15	1,5	2	2	2,5
16-18	-	1,5	1,5	2
19-24	-	-	-	1,5

После инъекции самцы становятся зрелыми раньше самок, поэтому самцам препарат вводят позднее. Разница во времени созревания половых продуктов при различных температурах следующая: при 14 – 16 °С - 4-5 часов, при 17 – 19 °С - 3-4 часа.

В качестве заменителей препарата гипофиза, для инъектирования производителей осетровых рыб, в настоящее время применяют его искусственные и естественные аналоги - сурфагон и люлеберин.

Проведение гипофизарной инъекции у карповых. Производителей сазана рекомендуется инъектировать на 2-3 сутки после привоза, за 1-2 суток до инъекции производителей нужно поместить в садки с нерестовыми температурами (15 – 16 °С). Дозировки рассчитывают на 1 кг массы рыбы с учетом температуры воды (таблица 3)

Таблица 3 – Необходимое количество препарата гипофиза для производителей карповых рыб

Температура воды в период созревания, °С	Доза препарата на 1 кг массы, мг	Время созревания, ч
16-18	3,5	26-22
18-20	3,0	22-18
20-22	2,5	18-14

После резервирования самок сазана в прудах при нижних показателях нерестовой температуры (13-16 °С) более 10 суток дозу препарата гипофиза при инъектировании самок снижают до 3 - 2,5 мг/кг. Самцов сазана инъектируют из расчета 1,5 мг/кг массы рыбы. Инъекции производят сразу после инъектирования самок.

Инъектирование производителей леща необходимо проводить при температуре 15 - 22 °С. Для стимуляции созревания применяют ацетонированные гипофизы леща и сазана (таблица 4).

Таблица 4 – Доза препарата гипофиза для производителей леща

Температура воды, °С	Дозировка препарата на 1 самку, мг	Время созревания, ч
15-17	5	24-22
18-22	4	20-15

Самцов леща инъектируют сразу после самок из расчета 1-2 мг на одного самца, причем при температурах 18 – 22 °С дозу сокращают до 1 мг.

Эффективными заменителями препарата гипофиза для гормонального стимулирования производителей карпа являются нерестин и СЖК (сыворотка жеребых кобыл).

Для стимулирования созревания половых продуктов у производителей судака применяют одноразовую гипофизарную инъекцию (таблица 5). Для инъекций обычно используют препарат ацетонированных гипофизов сазана или судака.

Таблица 5 – Доза препарата гипофиза для производителей судака

Температура воды, °С	Доза гипофиза, мг
9-10	5,0
10-12	3,5
12-15	2,0

Надежным и удобным заменителем препарата гипофиза для стимуляции созревания половых продуктов у судака, а также для толстолобика является **хорионический гонадотропин (хориогонин)** – гонадотропин млекопитающих, выпускается фармацевтической промышленностью (рисунок 63).



Рисунок 63 - Хорионический гонадотропин

Работу по получению потомства шемаи и рыбацк целесообразно начинать при достижении устойчивой температуры воды 17 - 19 °С. Для стимуляции созревания половых продуктов используют однократную или дробную инъекции гипофиза карпа.

Вопросы для самопроверки:

1. Назовите методы стимулирования половых клеток у рыб.
2. Охарактеризуйте физиологический метод стимулирования половых продуктов у рыб.
3. Охарактеризуйте экологический метод стимулирования.
4. Охарактеризуйте эколого-физиологический метод стимулирования.
5. Какие правила существуют при заготовке гипофизов?
6. Как готовят препарат гипофиза?
7. Как проводят гипофизарную инъекцию?
8. Как проводят инъекции у осетровых рыб?
9. Как проводят инъекции у карповых рыб?
10. Какими препаратами можно заменить гипофиз?

6 Лабораторная работа № 6

Способы получения половых продуктов, осеменения икры, подготовки икры к инкубации

Цель работы: изучить способы получения, осеменения, подготовки икры к инкубации и оценки качества половых продуктов у рыб.

Оборудование и материалы: рисунки, плакаты, слайды фотографии, учебный фильм.

Задание:

1. Изучить и освоить способы взятия половых продуктов у различных видов рыб.
2. Освоить способы оценки качества половых продуктов у рыб.
3. Изучить процесс подготовки икры к инкубации.

Теоретический материал

Половые продукты у рыб берут тремя способами: методом отцеживания, методом вскрытия и комбинированным методом.

Отцеживание. Перед отцеживанием брюшко и анальный плавник вытирают сухой салфеткой, а затем голову рыбы и ее анальный плавник обертывают еще одной сухой салфеткой. Если рыба небольшого размера, то отцеживание может проводить один человек. Голову рыбы прижимают локтем левой руки к телу, а кистью этой руки держат хвостовой стебель в таком положении, чтобы генитальное отверстие находилось над краем чистой посуды (эмалированный или пластиковый таз), а брюшко было слегка выгнуто наружу. От давления стенок брюшной полости часть икры выделяется из генитального отверстия, попадает на край посуды и стекает на дно. Нельзя допускать прямого попадания икринок на дно посуды, так как они легко повреждаются. После прекращения свободного вытекания икры брюшко самки слегка сдавливают и массируют пальцами правой руки к анальному плавнику. С появлением комочков икры и капель крови отцеживание прекращают. Если самка крупная, то икру отцеживают два человека: один держит голову рыбы, другой держит над краем посуды хвостовой стебель и

одновременно свободной рукой отцеживает икру. Метод отцеживания успешно применяется на лососевых, карповых (рисунок 64), сиговых и некоторых осетровых рыбах (рисунок 65) [19].



Рисунок 64 - Получение икры карпа



Рисунок 65 - Получение икры стерляди

У порционно - нерестующих рыб икру берут методом отцеживания.

Таким же образом отцеживают и сперму. Зрелого самца держат над посудой и массируют его брюшко, до тех пор, пока из генитального отверстия не начнет вытекать сперма. У крупных самцов сперму отцеживают с помощью резинового шупа, вставленного в генитальное отверстие. Сперма созревает порциями, поэтому при необходимости ее можно брать от самцов несколько раз.

Вскрытие. Методом вскрытия берут икру у неживых рыб. Наиболее распространен этот способ взятия икры у осетровых рыб.

Созревшую самку осетровых рыб обездвиживают ударом деревянной колотушки, после чего ее обескровливают, перерезав хвостовую или жаберную артерии, обмывают водой и насухо вытирают. Чтобы кровь не попала в таз с икрой, место разреза забинтовывают.

Готовую к вскрытию самку подвешивают при помощи специального подъемника за голову и закрепляют. Брюшко разрезают снизу от генитального отверстия на 15-20 см. Разрез делается неглубоким и немного сбоку от средней линии. Чтобы избежать возможных потерь икры, хвост самки придерживают над тазом, часть созревшей икры свободно вытекает в таз по его краю (рисунок 66). После этого брюшко разрезают до средних плавников и оставшуюся, свободно отделяющуюся икру переносят в таз (рисунок 67). Можно также использовать для оплодотворения доброкачественную икру, имеющуюся в яйцеводе.



Рисунок 66 - Получение икры методом вскрытия



Рисунок 67 - Ястычная икра бестера

Комбинированный способ. При этом способе объединяют все операции, часть икры у рыбы берут методом отцеживания, а оставшуюся часть методом вскрытия, ту которую по чисто техническим причинам не удастся получить.

В последнее время широко распространены новые методы взятия икры у осетровых рыб, они получили название методы прижизненного взятия половых продуктов.

И.А. Бурцевым в 1969 году был разработан метод прижизненного взятия икры у осетровых рыб, он был назван «метод кесарева сечения». Им было предложено частичное вскрытие брюшной полости самок гибридов осетровых рыб с последующим хирургическим зашиванием разреза (рисунок 68, 69).

Этот способ в последствии нашел широкое применение в товарном рыбоводстве. Над анальным отверстием самки делают небольшой разрез (10 - 15 см) и через него можно осуществлять отбор икры. Однако этот метод несколько трудоемок и не все производители выживают после проведения операции.

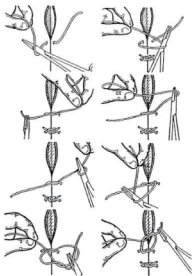
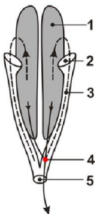


Рисунок 68 – Пример наложения послеоперационных швов



Рисунок 69 - Наложение швов

В настоящее время широко используется метод «надрезания яйцевода» (С.Б. Подушка, 1986). После созревания самок осетровых рыб производится надрез одного из яйцеводов. Яичники осетровых рыб не имеют собственной полости и икра после созревания попадает непосредственно в полость тела. Яйцеводы представляют собой две длинные трубки, расположенные в дорсолатеральных частях брюшной полости (рисунок 70).



1 – яичник, 2 – воронка яйцевода, 3 – яйцевод,
4 – место надреза, 5 -генитальное отверстие

Рисунок 70 – Схема расположения яичников и яйцеводов в полости тела осетровых

После надреза каудального участка одного из яйцеводов овулировавшая икра может поступать к генитальному отверстию непосредственно из полости тела, минуя яйцеводы. Глубина введения скальпеля в яйцевод зависит от размера рыбы, от одного до нескольких сантиметров. Икра свободно вытекает из генитального отверстия (рисунок 71). Надрезание яйцеводов это довольно простая операция и выживаемость рыб после нее приближается к 100 %. Этот способ широко применяется на многих осетровых хозяйствах.



Рисунок 71 - Вытекание икры после надреза яйцевода

Определение качества половых продуктов

Определение качества икры и спермы. Определение качества спермы проводят визуально. Сперма хорошего качества на вид имеет консистенцию сливок, умеренной густоты и белой окраски. Сперма плохого качества имеет жидкую консистенцию (обезжиренное молоко) и голубоватый цвет.

Объем эякулята. Определение качества спермы самцов производится по измерению объема эякулята (взвеси спермиев в спермальной жидкости), продолжительности движения сперматозоидов, соотношению живых и мертвых спермиев, их концентрации, оплодотворяющей способности, выясняемой по проценту оплодотворения и визуальной оценке.

Объем эякулята служит одним из важных показателей оценки половой деятельности самцов. Объем эякулята измеряют с помощью мерной посуды с точностью до 0,1-0,2 см.

Продолжительность движения спермиев устанавливают с помощью секундомера. Для этих целей сперму помещают на часовое стекло, на которое заранее нанесена капля воды. Сперматозоиды рассматривают под микроскопом. Останавливают секундомер когда большая часть спермы (более 50 %) переходит от поступательного движения к колебательному.

Например: Спермой хорошего качества у радужной форели является та, которая имеет продолжительность движения сперматозоидов после активации водой 20-25с, при объеме эякулята 7-8 мл.

Качество спермы оценивают по пятибалльной шкале Г.М. Персова, определяя подвижность спермиев:

5 баллов - заметно движение всех сперматозоидов. Движение только поступательное, подвижность велика;

4 балла - хорошо выражено поступательное движение, но в поле зрения встречаются спермии с так называемыми зигзагообразными и колебательными движениями;

3 балла - колебательное движение спермиев преобладает над поступательным, уже имеются неподвижные сперматозоиды;

2 балла - поступательного движения почти нет, имеется только колебательное и изредка зигзагообразное, очень большой процент (75 %) неподвижных спермиев;

1 балл - все спермии неподвижны.

Для осеменения необходимо использовать сперму только с оценкой 4-5 баллов.

Концентрацию спермиев определяют с помощью камеры Горяева, на которую смесителем наносят, активированную водой сперму. Сперматозоиды, увеличенные в 2,80 - 400 раз, подсчитывают в пяти больших квадратах счетной камеры, каждый из которых состоит из 16 квадратиков (всего 80 малых), и в больших квадратах, расположенных по диагонали сетки.

Концентрацию спермиев подсчитывают по формуле (в млн / мм³) [13]:

$$C = \frac{n \cdot D}{N \cdot v} 1000000 \quad (1)$$

где C - концентрация спермиев;

n - число сосчитанных малых квадратиков (80);

D - степень разбавления (равна 200);

v - объем малого квадратика (1/4000 мм³);

N - число больших квадратов;

1000000 - множитель.

Глазомерный подсчет проводят также фотозлектрокалориметрическим методом, который основан на способности спермы ослаблять пропускаемый через нее пучок света пропорционально ее концентрации. Такой подсчет

осуществляется с помощью фотоэлектроколориметра.

Процент оплодотворения. Процент оплодотворения лучше всего определять на стадии второго деления бластомеров (четырёх бластомеров). Перед взятием пробы икру в аппарате тщательно перемешивают и берут из него 200-300 икринок. Затем пробу разбирают, отделяя дробящиеся яйца от неправильно развивающихся, и по результатам подсчета определяют процент оплодотворения. Установлено, что этот показатель совпадает с общим процентом правильно развивающихся яиц.

Перед отцеживанием обязательно визуально проверяют качество икры. Икра должна быть не поврежденной, иметь определенный цвет (характерный для данного вида рыбы: лососевые - оранжевый, осетровые - темно-серый, форель - желтый). Икра должны быть правильной формы. Осеменяют только полноценную икру.

Например: икра осетровых рыб хорошего качества обесцвечивает раствор метиленовой сини в течение 15 минут, перезревшая икра значительно быстрее, а недозревшая совсем не обесцвечивает раствор.

Способы осеменения икры. Существует три способа осеменения икры: сухой, полусухой и мокрый [14].

Сухой способ. Сводится к тому, что к икре, смоченной полостной жидкостью сцеживают в чистую емкость от 3-5 самок. Затем на эту икру отцеживают сперму от 2-3 самцов, осторожно помешивая икру гусиным пером. После этого добавляют немного воды и делают паузу в 2-5 минут. В это время происходит оплодотворение. Таким способом осеменяют икру у лососевых рыб (кета, горбуша, форель), сиговых и карповых.

Мокрый способ (предложен А.Н. Державиным). В емкость с икрой приливают воду, затем вносят сперму и тщательно перемешивают в течение 1-2 мин. Так, например осеменяют икру волжской сельди. Для осеменения икры рыбца применяют видоизмененный мокрый способ, при котором в таз с приготовленной заранее водой (4-5 литра) одновременно сливают икру и сперму и все осторожно перемешивают птичьим пером в течение 2-3 минут.

Полусухой способ (разработанный В.П. Врасским, раньше он назывался сухим или русским). Отличается от мокрого тем, что перед осеменением сперму предварительно разводят водой.

Осеменение икры осетровых рыб. Икру осетровых рыб можно осеменять любым способом, однако наиболее эффективным является

полусухой. Сначала сливают из таза с икрой полостную жидкость, а затем выливают в него разведенную водой сперму. На 1 кг икры используют 10 см³ спермы, разведенной двумя литрами воды. Разведенную сперму тщательно перемешивают с икрой в течение 3-5 минут, после чего икру 3 раза промывают водой для удаления слизи и спермы (рисунок 72).

Осеменение икры лососевых рыб. Икру этих рыб осеменяют сухим способом. Сперму берут из расчета 2 см³ на 1 кг икры. Затем икру и сперму тщательно перемешивают рукой, а после этого в таз добавляют 100-200 мл воды на 1 кг икры и вновь перемешивают в течение 2-3 минут.



Рисунок 72 - Добавление воды для активации спермиев

Осеменение икры карповых рыб можно проводить двумя способами, сухим и мокрым.

Подготовка икры к инкубации

Обесклеивание. У некоторых видов рыб икра после осеменения становится клейкой (осетровые, карповые). Для обесклеивания икры осетровых рыб применяют воду с примесью чистого речного ила (на 1 кг икры 0,5 литров густой взвеси ила и 4 литра воды) и перемешивают (икра должна находиться все время в движении) до тех пор, пока икринки не перестанут склеиваться. После обесклеивания икру промывают чистой водой. Помимо ила, икру осетровых рыб можно обесклеивать суспензией мела или талька,

танина после которых на инкубируемой икре развивается меньше сапролегнии (грибок).

Обесклеивание - очень тяжелая и трудоемкая операция. В последние годы отмыв икры суспензией талька механизировали, применяя аппарат АОИ (рисунок 73). Время обесклеивания в аппарате составляет 30-40 минут, но при этом обеспечивается снижение трудоемкости обслуживания.



Рисунок 73 - Аппарат АОИ

Аппарат АОИ представляет собой раму, на которой смонтированы 5 бачков. Емкость каждого бачка — 11 литров. По гибким шлангам к бачкам подается вода от водопровода и поступает воздух от компрессорной установки. В бачки заливают водную суспензию талька и закладывают 3 кг оплодотворенной икры. Обесклеивание осуществляют путем барботирования содержимого бачков воздухом. Расход воздуха составляет $0,2 \text{ м}^3/\text{мин}$. По окончании обесклеивания, не прерывая подачи воздуха, в каждый бачок подают воду ($2-2,5 \text{ л/мин}$) для отмывки икры. Продукты обесклеивания с суспензией талька сбрасываются в лоток.

Икра лососевых менее клейкая, чем у осетровых рыб и для ее обесклеивания применяют обыкновенную воду. Процесс отмывки икры длится 10-15 минут.

Обесклеивание икры карповых рыб проводят специальными обесклеивающими растворами. Один из растворов представляет собой препарат приготовленный из ацетонированных свиных или говяжьих семенников. Его вносят из расчета 200 мл на 1 литр воды. В процессе обесклеивания применяют и второй препарат представляющий собой раствор танина (100 -

150 г танина на 1 литр воды).

Иногда для обесклеивания применяют молоко. Обесклеивание икры с помощью молока достигается за счет обволакивания клейкой яичевой оболочки капельками жира. Молоко разводят водой в соотношении 1:5 и 1:8, продолжительность обесклеивания 35-40 минут. На некоторых рыбоводных хозяйствах помимо талька и молока применяют также эмульсию растительного масла (концентрация масла составляет 0,4 - 0,7 %).

Вопросы для самопроверки:

1. Какие существуют способы получения половых продуктов у рыб?
2. Как можно оценить качество икры и спермы?
3. Какие существуют способы осеменения икры?
4. Как проводят подготовку икры к инкубации?
5. Как определяется процент оплодотворения?

7 Лабораторная работа № 7

Методы учета икры, личинок, молоди и взрослых рыб

Цель работы: изучить методы учета икры, личинок, молоди рыб на рыбоводных предприятиях, используемое оборудование.

Оборудование и материалы: плакаты, фотографии, рисунки, слайды.

Задание:

1. Изучить методы учета икры.
2. Изучить методы учета личинок.
3. Изучить методы учета молоди.

Теоретический материал

Учет икры

В рыбоводстве существует два учета икры: объемный и весовой [10, 11].

Объемный метод. Объемным методом учитывают осемененную и уже полностью набухшую икру. Предварительно перед измерением всей массы икры берут три контрольные пробы по 50-100 мл каждая. Просчитывают их и находят среднее количество икринок, содержащихся в 1 мл. Затем мерным стаканом или кружкой измеряют объем всей собранной икры. Общий объем полученной икры умножают на среднее количество икринок в 1 мл, и получают количество собранной икры (в тыс. шт). Во избежании травмирования икру опускают в воду.

Весовой метод. Икру собирают в тарированные тазы, которые взвешивают заранее (рисунок 74). После отцеживания икры таз вместе с ней вновь взвешивают и по разнице массы определяет массу икры, находящиеся в тазу. Для определения количества собранной икры в штуках из таза с навешанной икрой также до осеменения берут не менее 3 проб икры по 10 каждая. Определяют количество икринок в каждой пробе и находят среднее количество икринок в 1 г. Затем массу собранной икры умножают на найденную среднюю величину в пробе и получают общее количество икры в штуках.



Рисунок 74 - Учет икры весовым методом (Соколовский ЛРЗ)

Учет предличиннок и личинок

1. Учет по величине отхода. Во время инкубации ведут учет погибших икринок. Зная количество заложенной икры на инкубацию, отход за период инкубации, определяют количество полученных предличиннок.

2. Эталонный метод учета. Определенное количество предличиннок отлавливают в специальный таз (эталон). В дальнейшем в такого же объема таз отлавливают молодь без подсчета. Когда плотность в двух тазах становится одинаковой, записывают количество предличиннок. После пересадки предличиннок или личинок учитывают количество тазов, а затем зная сколько личинок в эталоне, переводят на общее количество.

3. Метод взвешивания. (Метод Улановского). Для этого метода применяют специальный «счетный сектор». Сектор опускают в бассейн и отсекают 10 % его площади. В отсеченной части подсчитывают личинку, а затем умножают на 10.

Учет молоди

Используют три метода учета молоди: сплошной, повременный и бонитировочный.

Сплошной метод учета. Бывает поштучный, объемный и весовой.

Сплошной поштучный метод. Применяют при оценки количества, выращенной молоди осетровых рыб и лососей в бассейнах. При этом методе воду из бассейна сбрасывают и выпускают молодь. Вода вместе с молодьёю сбрасывается через спускную трубу бассейна и попадает в подставленное под нее ведро. Верх ведра обтянут припаенной металлической сеткой, позволяющей сбрасывать и задерживать молодь. Поступившую в ведро молодь просчитывают с помощью сачка и выпускают в водосбросной канал, который соединен с рекой, или же в заполненную водой транспортировочную тару.

Сплошной объемный метод. Применяют на рыбоводных заводах при выпуске из прудов, площадь которых не превышает 2 - 3 га. Учет количества выращенной молоди осуществляют в рыбоуловителе. Поступающая из пруда вода вместе с рыбой попадает в рыбоуловитель. Здесь молодь по мере накопления отлавливают металлическим мерным черпаком (объемом 0,5-2 л) с часто просверленными по всей его поверхности отверстиями, предназначенными для пропуска воды. Черпак полностью заполняют молодьёю, а выпускают ее в водосбросной канал или транспортировочную тару с водой. При этом отмечают в журнале количество черпаков. В первой порции и дальше через каждые 10 черпаков молодь поштучно считают и таким образом устанавливают среднее ее количество в черпаке. После спуска пруда определяют общее количество выращенной молоди, умножив общее количество черпаков на ее среднее число в черпаке.

Сплошной весовой метод. Применяют на рыбоводных предприятиях, в которых площадь прудов не превышает 25-50 га. При этом методе всю выращенную молодь, спускаемую из водоема при помощи аппаратов Ф.Е. Елисеева, устанавливаемых в пролетах шлюза вместо снятой шандоры. Этот аппарат представляет собой деревянный лоток, средний участок дна которого затянут сеткой. Ширина лотка равна ширине пролета шлюза. В конце лотка имеются пазы, в которые вставляют сетчатую подставку с рамкой из сетки, препятствующей выходу молоди из лотка. Вода, вытекающая из пруда, идет по

лотку и в основной своей массе сбрасывается через участок его сетчатого дна, а молодь задерживается в небольшом ее слое. Под подставку подводят бадью с сетчатыми стенками, подвешенную на блоке. Приподняв сетчатую рамку, молодь сбрасывают с небольшим слоем воды в эту бадью. Наполненную молодь бадью взвешивают на динамометре, входящем в общую подвесную систему, а под аппарат подводят другую бадью. Затем молодь выпускают в водосбросной канал или подведенный под аппарат длинный деревянный лоток, из которого ска в небольшом слое воды сбрасывается в реку или прорезь. Определенную на динамометре массу молоди в каждой бадье записывают в журнал. При этом через каждые 2 ч берут небольшую по массе контрольную пробу и взвешивают. Пробу разбирают по размерному и весовому составу молоди. Затем поштучно в ней подсчитывают количество молоди и определяют среднюю массу одного экземпляра. Установив количество молоди во взятой пробе и зная общую массу скатившейся из водоема молоди за 2 ч, делают пересчет на количество выпущенной молоди за это время, а полученный результат записывают в журнал.

Повременной метод учета. Применяют в нерестово-выростных хозяйствах при спуске водоемов. При этом методе проводят через каждые 2 ч, отлов и измерение объема всей молоди, скатившейся в течение 1-5 мин (в зависимости от интенсивности ска). Пробы берут специальными мальковоуловителем в толще сбрасываемой через шлюз воды, делая пересчет соотношения площади уловителя сечения воды в пролете (или пролетах) шлюза, а также ловушкой, перекрывающей все сечение воды в шлюзе. Взятую пробу измеряют сетчатой кружкой объемом 0,5 л выпускают в водосбросной канал, из которого молодь уходит в реку. Одну из кружек, наполненную молодь на 0,1 - 0,2 л (в зависимости от индивидуальной массы рыбы), разбирают по видовому и весовому составу и просчитывают. Зная количество молоди каждого вида рыб, которое содержится в 0,1 - 0,2 л кружки, определяют количество молоди этих рыб, содержащейся во всех измеренных кружках. Если проба была взята не со всей площади сечения шлюза, то проводят необходимый пересчет на соответствующее количество молоди рыб. Затем, установив количество молоди по каждому виду рыб, выпущенной из водосма за 1-5 мин, определяют количество молоди этих рыб, прошедшей через шлюз за 2 часа.

Эти сведения заносят в журнал нарастающим итогом в течение всего

периода спуска водоема.

Повременный весовой метод учета молоди рыб. При этом методе в течение всего времени спуска водоема через каждые 2 ч отлов и взвешивание всей молоди рыб, скатившиеся за 1-5 мин (в зависимости от интенсивности ее ската). Как и при сплошном весовом методе учета, скатывающаяся из водоема молодь рыб проходит через аппараты Ф.Е. Елисеева или через подобное им устройства А.И. Мещераков и А.А. Савенков и попадает в установленную в воде сетчатую бадью, которую после заполнения рыбой вынимают из воды и быстро взвешивают на динамометре. Взвешенную рыбу выпускают из бадьи в водосбросной канал, из которого она уходит в реку, или в установленную в реке прорезь, в которой ее вывозят. Затем по разности массы бадьи с рыбой и пустой бадьи устанавливают массу скатившейся молоди за 1-5 мин. После этого берут небольшую по массе контрольную пробу, которую взвешивают, разбирают по видовому, размерному и весовому составу рыб. Разобрав пробу, поштучно подсчитывают количество молоди каждого вида рыб и определяют ее среднюю массу. Располагая этими данными, сначала делают пересчет на количество молоди каждого вида рыб во всей взвешенной в бадье массе рыб, скатившейся за 1-5 мин, а затем на количество молоди этих видов рыб, выпущенной за 2 ч.

Бонитировочный метод учета. Учет молоди этим методом проводят в нерестово-выростных хозяйствах. Учет проводят перед началом ската молоди рыб из водоема. Когда она рассредоточена по всей его площади равномерно. В этот период устанавливают в водоеме зоны с открытым водным зеркалом и зоны с различным характером и неодинаковой интенсивностью зарастания водной растительностью, принимая во внимание также распределение глубин.

В каждой зоне намечают сетку станций отбора проб молоди рыб. При этом сильно заросших зонах делают прокосы. Пробы молоди рыб берут одновременно на всех намеченных станциях в каждой зоне с помощью волокуш или небольших тралов с определенными коэффициентом уловистости. Собранные пробы обрабатывают по видовому, размерному, весовому и количественному составу молоди рыб. Зная площадь облова молоди рыб по станции, коэффициент уловистости орудия лова и площадь зон, определяют количество молоди рыб в водоеме.

Учет молоди по величине отхода рыболовной продукции. Этот метод применяют на лососевых заводах Дальнего Востока. При этом учет

выпускаемой молоди тихоокеанских лососей ведут по рыбоводным журналам, вычитывая отходы икры, личинок и мальков от общего количества заложённой на инкубацию икры. В связи с этим на протяжении всего периода производственного процесса отражает в журналах отход икры, личинок и мальков, который определяют поштучно, если величина его незначительна, или объёмно-весовым методом. При массовой гибели личинок и молоди определяют отход на 1 м², а затем делают пересчет на всю площадь, где наблюдалась гибель рыбоводной продукции.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие методы учета икры вы знаете ?
2. Назовите методы учета личинок?
3. Какой метод учета личинок применяют в бассейнах ?
4. Назовите методы учета молоди и взрослой рыбы?
5. Какие методы учета молоди применяются на прудовых хозяйствах, какие на НВХ ?
6. Назовите оборудование для учета.

8 Лабораторная работа № 8

Аномалии эмбрионального и постэмбрионального развития рыб

Цель работы: изучить нарушения в эмбриональном и постэмбриональном развитии рыб.

Оборудование и материалы: фотографии, рисунки, фиксированные пробы.

Задание:

1. Изучить и зарисовать основные стадии с нарушением в эмбриогенезе у осетровых рыб. Рассмотреть зафиксированные пробы икры.
2. Изучить и зарисовать основные стадии с нарушением в эмбриогенезе у карповых рыб. Рассмотреть зафиксированные пробы икры.
3. Изучить и зарисовать основные стадии с нарушением в эмбриогенезе у сиговых рыб. Рассмотреть зафиксированные пробы икры.

Теоретический материал

Нарушения в эмбриональном развитии осетровых рыб

Нарушение процесса дробления оплодотворенных яиц. От вариации формы и расположения борозд в дробящемся зародыше следует отличать истинные нарушения дробления, среди которых чаще всего встречаются нарушения, обусловленные полиспермным оплодотворением (их можно найти почти в любой партии икры в большем или меньшем проценте случаев).

Нормально в яйцо осетровых рыб может проникать только один спермий, однако при слишком большой концентрации спермиев вокруг яйца или плохом физиологическом состоянии самого яйца (при котором плохо работает механизм защиты от проникновения сверхчисленных спермиев) через разные микропиле может проникнуть несколько сперматозоидов.

Все они включаются в развитие, и при первом делении полиспермных яиц сразу возникают три, четыре и больше бластомеров. Только диспермные яйца в это время обычно еще ничем не отличаются от нормальных моноспермных - у них в анимальной области закладывается одна борозда,

однако при втором делении в каждом из первых двух бластомеров возникает по две борозды, и анимальная область разделяется на 6 бластомеров.

В дальнейшем полиспермные яйца делятся одновременно с нормальными, от которых все они неизменно (начиная со стадии II деления) отличаются наличием сверхчисленных бластомеров. Полиспермные яйца развиваются атипично и погибают по большей части еще до завершения инкубации, лишь небольшая часть из них превращаются в нежизнеспособных личинок уродливого строения.

При осеменении хорошей икры полусухим способом и правильной дозировке спермы такие яйца присутствуют в небольшом проценте случаев (как правило, не более 4 – 6 %): при передозировке спермы полиспермия наблюдается значительно чаще (бывает до 20 % яиц со сверхчисленными бластомерами).

Глубокие нарушения дробления встречаются при температурных повреждениях цитоплазмы ооцитов: большой разницей во времени закладки отдельных борозд, искажения рисунка дробления. Иногда большая или меньшая часть яйца остается неразделенной (мозаичное дробление). При инкубации такой икры получается высокий процент резко уродливых зародышей.

Неразделившаяся часть зародыша не только сама не участвует в развитии, но является механическим препятствием для нормального перемещения клеточных пластов в процессе гастрюляции. Подобные нарушения развития особенно часто встречаются в случаях, когда при высокой температуре воды самку поздно вскрыли, и произошла задержка овулировавшей икры в полости тела.

Партеногенетическое дробление

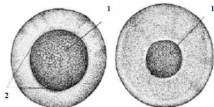
Яйца, активированные без оплодотворения, как правило, дробятся. Дробление обычно начинается со значительным запозданием, по сравнению с дроблением оплодотворенных яиц, и в дальнейшем также сильно отстает. Однако иногда, если активация произошла еще в теле самки, дробление активизированных яиц может начаться раньше, чем оплодотворенных, в некоторых случаях еще до получения икры, в яичнике или полости тела самки.

Партеногенетическое дробление протекает беспорядочно, борозды

закладываются не одновременно, нередко большая область в яйце совсем не дробится. В одних случаях дробление рано останавливается, после закладки всего нескольких борозд, в других продолжается до стадии многих бластомеров. Эта стадия - предельная, дальше партеногенетическое развитие не идет, зародыши никогда не переходят к гаструляции и медленно отмирают. Границы клеток постепенно исчезают, и зародыш приобретает белесую с разводами окраску. Отмирание неоплодотворенных яиц (как активированных и дробившихся, так и оставшихся неактивированными) происходит в то время, когда оплодотворенные яйца из той же партии икры гаструлируют.

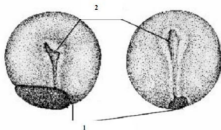
Нарушения гаструляции

Правильное течение гаструляции очень важно для последующего развития (рисунок 75, 77). Если обрастание темных вегетативных клеток задерживается и зародыш переходит к следующему этапу развития, сохраняя желточную пробку значительного размера, то в дальнейшем у него будут наблюдаться те или иные нарушения строения (рисунок 76). Существуют нарушения гаструляции, затрагивающие не только обрастание вегетативных бластомеров, но и процесс вворачивания клеточного материала.



1 – желточная пробка; 2 – бластопор

Рисунок 75 – Нормальное развитие зародыша на стадиях 16-17
(по Т.А. Детлаф)

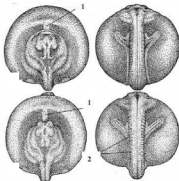


1 – желточная пробка; 2 – нервная пластинка

Рисунок 76 – Атипичное развитие зародыша на стадиях 16-17
(по Т.А. Детлаф)

Особенно резкие нарушения возникают у зародышей с неполным дроблением. В зависимости от того, насколько велика и в какой части зародыша оказывается нераздробившаяся часть яйца, из них развиваются уроды разного строения - с разными степенями недоразвития передних отделов тела и с раздвоениями осевых органов. Глубокие нарушения гастрюляции часто являются следствием полиспермного оплодотворения.

Наконец, нарушения гастрюляции наблюдаются при слишком высокой или низкой температуре, недостатке кислорода (из-за перетрузки аппарата, недостаточного смывания икры водой, заливания или, реже, низкого содержания кислорода в воде). Такие же нарушения могут быть вызваны повышенной соленостью, с чем, однако, практически в осетроводстве не приходится сталкиваться. Если вследствие плохой отмывки икра склеена в комки, то у зародышей, находящихся в центре комка, желточные пробки бывают значительно большего размера, чем у икринок на поверхности комка. То же относится к икре, занесенной илом или песком.



1 – сердце; 2 – сомиты.

Рисунок 77 – Нормально развивающиеся зародыши на стадиях 27-28 (по Т.А. Детлаф)

В икре хорошего качества при благоприятных условиях гастрουλация идет дружно, в конце ее могут встречаться лишь единичные зародыши с большими желточными пробками неправильной формы (такие зародыши обычно развиваются из полиспермных яиц). Если же при развитии икры хорошего качества наблюдается разнотой в размерах желточных пробок у зародышей, то это свидетельствует о недостаточно благоприятных условиях инкубации, что должно сразу привлечь внимание рыбовода.

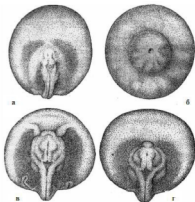
Наиболее частое нарушение типичного развития в этот период заключается в том, что образование нервной пластинки начинается при наличии желточной пробки большего или меньшего размера. Если желточная пробка очень велика, то зародыш развивается резко атипично. Закладывается укороченная и искривленная нервная пластинка, или же она с самого начала оказывается разделенной на две половины, развивающиеся независимо одна от другой. В последнем случае по обе стороны от желточной пробки образуются половинные нервные трубки и по одному ряду сомитов. Такое раздвоение может затрагивать часть нервной пластинки. Зародыши с огромной

обнаженной желточной пробкой обычно вскоре погибают.

При меньших размерах желточной пробки развитие может продолжаться долгое время, до стадии выклева, но хвост у такого зародыша оказывается укороченным и нередко искривленным.

Если к моменту образования нервной пластинки имеется только совсем маленькая желточная пробка, то она постепенно вытягивается или же отпадает, и развитие продолжается без заметных отклонений от нормы.

При нарушении гастрюляции, затрагивающем процесс вворачивания, развиваются зародыши с недоразвитыми передними отделами тела. У них закладывается укороченная нервная пластинка, а позже отсутствуют передние отделы головы, вся голова или даже голова и часть туловища. Иногда (очень редко) встречаются случаи удвоения, когда у зародыша бывает две головы или раздвоенный хвост (рисунок 78).



а – отсутствует передний мозговой пузырь; б – отсутствует головной и переднестуловищный отделы; в – два зачатка сердца;
г – отсутствует зачаток сердца.

Рисунок 78 – Аномальное развитие зародышей на стадиях 27-28
(по Т.А. Детлаф)

Встречается, что сердце раздвоено, иногда образуется два сердца, в некоторых случаях сердце отсутствует.

Ненормальности в развитии сердца вызваны нарушением сращения боковых пластинок. Как мы видели, при типичном развитии правая и левая боковые пластинки сближаются впереди головы и, сливаясь, образуют единый зачаток сердечной трубки. Если происходит неполное слияние, то образуется двураздельное сердце, если же слияния не происходит, то возникают две самостоятельные сердечные трубочки, или же сердца совсем не образуются.

Строение уродов в конце инкубации

Уродливые зародыши часто не могут сами освободиться из оболочек, менее дефектные вылушуются, но, как правило, с некоторым опозданием по сравнению с зародышами нормального строения. Поэтому к концу выклева на дне инкубационного аппарата, наряду с дегенерирующими неоплодотворенными яйцами (а иногда и погибшими зародышами), остаются невылулившиеся уроды.

Если условия инкубации благоприятны, то в хорошей икре попадают лишь единичные уроды, в икре плохого качества их бывает больше (до 20 - 25 % от всей икры). Если икра подвергается неблагоприятным воздействиям, процент уродливых зародышей сильно возрастает. Так, когда инкубировали икру куринского осетра в реке при большой температуре (превышающей временами 26 °С), свыше 90 % зародышей имели ясно выраженные дефекты строения.

Чтобы познакомиться с разными типами уродств, нужно в конце выклева взять зародышей, оставшихся в оболочках, и рассмотреть их, сняв предварительно оболочки. Мы увидим уродов различного строения. Порой приходится удивляться тому, что зародыши с глубочайшими нарушениями не погибают до конца инкубации, а между тем, если вынуть таких уродов из оболочек и поместить в чистую воду, то многие из них продолжают жить и еще много дольше - до тех пор, пока в кишечнике сохраняются запасы желтка. Оставленные в оболочках вместе с погибшей икрой на дне аппарата, они вскоре задыхаются и погибают.

Обычным типом нарушения является недоразвитие передних отделов тела.

Можно подобрать полный ряд зародышей со всеми градациями этого уродства. У наименее дефектных на них передние отделы головного мозга бывают только уменьшены. При значительном недоразвитии этих отделов мозга, вместо двух обонятельных мешков и двух глаз, может развиваться только по одному органу, располагающемуся тогда центрально.

Далее следуют зародыши, у которых передний отдел головы уже полностью отсутствует: нет ни переднего, ни промежуточного мозга, нет также обонятельных мешков и глаз, голова у них начинается со среднего и непосредственно с продолговатого мозга, по бокам от которого лежат слуховые пузырьки. У других зародышей нет и продолговатого мозга.

Иногда у зародышей отсутствует и переднотуловищный отдел: от желточного мешка отходят только дефектные заднотуловищный отдел и хвост. У большинства уродов такого типа хвост укорочен и искривлен, у многих отсутствует сердце.

Зародыши с недоразвитыми передними отделами тела делают судорожные движения хвостом, но, как правило, нормально плавать не могут. Зародыши без переднего отдела головы и еще более дефектные - неподвижны, даже на укол иглой они не реагируют.

Иногда можно встретить зародышей с более или менее полным удвоением осевых органов, такие зародыши могут иметь две головы или две головы и два туловищных отдела на едином желточном мешке.

Распространенным типом уродства являются нарушения строения сердца, часто сопровождающиеся укорочением хвоста и неполным обособлением головы. У некоторых зародышей сердце имеет вид длинной и узкой трубочки, а околосердечная полость сильно раздута (следствие патологического накопления жидкости, называемого водянкой).

У других сердце раздвоено или же имеется два сердца, у третьих сердце полностью отсутствует. Встречаются зародыши с менее значительными нарушениями - укороченные, искривленные, водяночные, а также зародыши с различными изъятиями в плавниковой оторочке.

Большинство уродств имеет своей причиной нарушения, возникающие на ранних стадиях, в период созревания ооцитов, оплодотворения и гаструляции. Эти нарушения, в свою очередь, обуславливают атипичное течение последующих процессов развития. Исключениями являются разного рода искривления, которые во многих случаях в результате мышечных

параличей (наступающих при неблагоприятных условиях - в первую очередь при слишком высокой температуре инкубации).

Нарушения в эмбриональном развитии карповых рыб

У карповых наблюдаются **аномалии набухания**, причиной которого является разноразмерность икринок, полученных от одной самки, такая икра, как правило, хорошо оплодотворяется, но имеет большой отход в период инкубации и дает значительное количество уродливых личинок.

Аномалии оболочки икры наблюдаются при склеивании икринок. Это происходит в том случае, если икру в момент приливания воды после осеменения тщательно не перемешивать. В месте склеивания с другой икринкой наружный слой оболочки разрывается и в разрыв выпячивается внутренний слой.

При **аномалии дробления** бластодиска наиболее частым нарушением является отрыв бластомеров и различная величина бластомеров.

При **аномалии желточного мешка** желток у недоброкачественной икры по сравнению с доброкачественной имеет более крупные и неоднородные гранулы.

Эмбрионы с такими нарушениями желтка обычно доживают до выклева, но при переходе в личиночный период развития оказываются нежизнеспособными и погибают в значительных количествах.

Ложное развитие неоплодотворенной икры происходит своеобразно. Попадая в воду, она набухает, на анимальном полюсе образуется плазменный бугорок, который начинает дробиться. Однако дробление оказывается ложным, так как деление бластомеров не доходит до конца, образуются разномерные, асимметрично расположенные псевдобластомеры, представляющие собой безъядерные выпячивания плазмы.

Во время такого беспорядочного псевдодробления неоплодотворенная икра становится хорошо отличимой от оплодотворенной, бластомеры которой имеют одинаковые размеры и четкие контуры. Поэтому наиболее пригодными для определения процента оплодотворения являются стадии дробления от 4-8 бластомеров до ранней морулы. Позднее границы ложных бластомеров исчезают, плазма приобретает ровную поверхность и начинает совершать ложную гастрюляцию.

Псевдогаструляция завершается разрушением поверхности плазменного слоя и коагуляцией вытекающего из разрыва желтка.

Массовая гибель неоплодотворенной икры совпадает с периодом начала формирования тела зародыша оплодотворенной икры.

Водянка зародышей чаще проявляется после начала образования сердца. Эта аномалия заключается в чрезмерном увеличении и оводнении околосердечной полости. Высокая степень водянки приводит к значительной деформации сердца.

Водянка может образовываться позади околосердечной полости, под передним или задним отделами кишечника, в мочевом пузыре и др.

Жизнеспособными бывают лишь зародыши с очень слабо выраженными признаками водянки.

Деформация тела зародыша – искривление туловища, хвостового отдела, диспропорции отдельных частей тела наблюдаются обычно при водянках. Причины подобных аномалий резко выраженная недоброкачественность икры, нарушение условий инкубации, в частности понижение температуры воды и других условий.

Нарушения в эмбриональном развитии лососевых рыб

При изучении зародышевого развития лососевых используется оригинальная методика, когда микроскоп устанавливают в горизонтальное положение, а икринки помещают в вертикальную камеру, хорошо притирают покрывное стекло и устанавливают в поле зрения микроскопа. Икринки в таком положении располагаются анимальным полюсом сверху, и эмбриональное развитие можно изучать на виде сбоку.

В эмбриональном развитии лососевых можно встретить аномалии, своевременное распознавание которых может дать рыбоводу возможность планировать конечный результат инкубационного процесса (рисунок 79).



Рисунок 79 - Аномалии развития эмбрионов кеты

Вопросы для самопроверки:

1. Какие нарушения процесса дробления отмечены у осетровых рыб?
2. Что такое партеногенетическое дробление?
3. Какие уродства отмечаются в конце инкубации осетровых?
4. Какие бывают набухания и аномалии оболочки икры у карповых рыб?
5. Какие бывают аномалии желточного мешка у растительноядных рыб?
6. Что такое деформация тела зародыша?

9 Лабораторная работа № 9

Устройство, емкость аппаратов для инкубации икры ценных видов рыб

Цель работы: изучить устройства для инкубации икры рыб

Оборудование и материалы: плакаты, слайды, фотографии.

Задание:

1. Изучить внезаводской и заводской методы инкубации икры рыб.
2. Изучить аппараты для инкубации икры, находящейся в неподвижном состоянии.
3. Изучить аппараты для инкубации икры во взвешенном состоянии.
4. Изучить аппараты для инкубации икры, находящейся периодически во взвешенном состоянии.
5. Изучить аппараты для инкубации необесклеенной икры рыб.

Теоретический материал

Внезаводской и заводской методы инкубации икры рыб, инкубационные аппараты

Внезаводской метод инкубации икры. При использовании этого метода аппараты для инкубации икры устанавливают непосредственно в водоёме. Используют аппараты Сес-Грина, Чаликова и Жуковского. В аппаратах Сес-Грина и Чаликова инкубируют икру осетровых, карповых, окуневых и некоторых других рыб, а в аппаратах Жуковского — икру лососевых. В настоящее время эти аппараты в производственных условиях не применяются, а лишь в редких случаях используются при проведении акклиматизационных работ [2, 13].

Аппарат Сес-Грина — деревянный прямоугольный ящик длиной 60 см, шириной 40 см и высотой 25 см. Дно ящика обтянуто металлической сеткой, покрытой асфальтным лаком во избежание ржавления. Размер ячеек сетки должен быть меньше диаметра инкубируемой икры. Нормы загрузки аппарата зависят от условий водообмена, температуры воды, содержания в ней

кислорода. Водообмен зависит от скорости течения. Чем ниже температура и сильнее течение, тем выше нормы загрузки аппарата и наоборот. Примерные нормы загрузки икры в аппарат Сес-Грина составляют для севрюги - 15; леща - 125; судака - 200 тыс. шт.

Аппарат Чаликова — ящик размером 70 × 34 × 15,5 см, стенки ящика состоят из деревянных рамок, обтянутых металлической сеткой, покрытой асфальтным лаком. Сверху ящик закрывают сетчатой крышкой. Примерные нормы загрузки икры в аппарат Чаликова, тыс. шт.: севрюги - 35; леща - 200; судака - 250; нельмы - 100; пеляди - 300; муксуна - 150.

Заводской метод инкубации икры. Инкубационные аппараты устанавливаются в специально приспособленном помещении - инкубационном цехе. Аппараты, применяемые при заводском методе инкубации икры, могут быть подразделены на следующие типы [4, 12, 13]:

- аппараты для инкубации икры, находящейся в неподвижном состоянии (для икры лососей, форели);
- аппараты для инкубации икры во взвешенном состоянии (карповые, сиговые, окуневые);
- аппараты для инкубации икры, находящейся периодически во взвешенном состоянии (осетровые, рыбец, кутум);
- аппараты для инкубации необесклеенной икры рыб (икра находится в прикрепленном состоянии).

Аппараты для инкубации крупной икры, находящейся в неподвижном состоянии.

Аппарат Коста - для инкубации икры лососевых, представляет собой продолговатый ящик (50×20×10 см), изготовленный из листового железа. В ящике, примерно в 5 см от дна, имеются выступы, на которые помещают рамку для икры. Рамку обтягивают сеткой. Размер ячеек сетки 18 × 3,5 мм. Вода поступает у одного края аппарата, свободно протекает над икрой и сливается через носик, расположенный с противоположного края. Расход воды — 0,6 л/мин. Рабочая ёмкость аппарата 2,0-2,5 тыс. шт. икринок лосося. Аппараты Коста устанавливают на подставках в лестничном порядке по несколько групп в целях экономии воды и площади. В каждую группу входят 4-6 аппаратов, снабжающихся водой с одного крана. Вода из кранов поступает в верхний аппарат, а из него последовательно проходит через нижестоящие аппараты, при этом сливные носики каждого вышестоящего и нижестоящего

аппаратов должны находиться с противоположных краёв. Аппарат Коста прост в устройстве и удобен в эксплуатации. Недостаток - малая рабочая ёмкость.

Калифорнийский аппарат Шустера - для инкубации икры лососей. Состоит из двух ящиков, выполненных из листового железа — наружного с глухими стенками и дном (от $50 \times 30 \times 18$ до $103 \times 63 \times 19,5$ см) и внутреннего (от $40 \times 29 \times 18$ до $92 \times 59,0 \times 14,5$ см), с дном из металлической тканой сетки с ячейей $18 \times 3,5$ мм. С внутренних сторон наружного ящика на высоте 6 см от дна имеются выступы, на которых держится внутренний ящик. Внутренний ящик вставляется в наружный так, что его сточный носик движется в такой же носик наружного ящика. Перед сточным носиком вставляется решётка, предохраняющая от вымывания из аппаратов икринок, которые размещены в один слой на сетчатом дне внутреннего ящика. Вода из крана поступает в наружный ящик (в промежуток в 10 см между боковой стенкой внутреннего и наружного ящика), а затем во внутренний ящик, омывая на своём пути икринки, лежащие на его сетчатом дне, далее вода сбрасывается через сливной носик. В него закладывают на инкубацию в зависимости от размеров от 5 до 30 тыс. шт. икринок лососей.

Аппараты Шустера устанавливают в лестничном порядке, группами, в каждую из которых входит не более 5 аппаратов (рисунок 80). При расходе воды 2-3 л/мин на группу лежащая в нижних аппаратах икра обеспечивается необходимым количеством кислорода.



Рисунок 80 - Аппараты Шустера

Аппарат Вильямсона — аппарат для инкубации икры лососевых рыб, представляет собой деревянный или бетонный желоб с 3–6 отделениями (рисунок 81). Длина желоба при трёх отделениях равна 2 м, при шести - 4 м, ширина - 44 см, высота - 40 см. Отделения образованы двойными поперечными неполными перегородками.



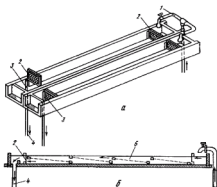
Рисунок 81 – Аппарат Вильямсона

В каждом отделении помещают стопкой деревянные рамки, размером 50 × 50 см, обтянутые металлической сеткой и покрытые асфальтным лаком. Рамки лежат на планках, прибитых на поперечных перегородках. Самая нижняя рамка устанавливается на расстоянии 6–7 см от дна желоба. На каждую рамку размещают в один слой 5 тыс. шт. икринок лосося. Каждое отделение аппарата вмещает 7 рамок или всего 105–210 тыс. шт. икринок лосося. Поступающая из крана в аппарат вода циркулирует в каждом отделении по вертикали через рамки, равномерно оmyвая икринки, и сбрасывается далее через сливной носик. Расход воды в аппарате - 10–12 л/мин.

Лотковый аппарат применяется для инкубации икры лососей и представляет собой прямоугольный ящик длиной 3 м, шириной 0,5 м и высотой 0,25 м. Вдоль внутренних продольных сторон ящика тянутся два выступа, на которых в один ряд лежат четыре рамки размером 60 × 49,5 см, рамки обтянуты металлической сеткой типа «Трепсе» с ячеей размером 18 × 3,5 мм (рисунок 82). Рамки покрыты асфальтным лаком.

На одну рамку помещают от 4 до 9 тыс. шт. икринок лосося. Если вода содержит много ила, под рамку с икрой ставят сетчатый подрамник, на которую вылупившиеся предличинки падают, что обеспечивает содержание их в чистоте и равномерное распределение по всей площади дна аппарата.

Вода поступает в аппарат сверху у одной торцевой стенки, а сбрасывается снизу через трубку, регулируемую горизонт воды у другой торцевой стенки. В 15 см от каждой торцевой стенки, где попадает и сбрасывается вода, вертикально поставлена защитная сетчатая рамка-перегородка. Расход воды в аппарате 6-8 л/мин. Аппараты устанавливают в лестничном порядке, стыкуя их по два в ряд.



а – общий вид двух сваренных аппаратов; б – продольный разрез аппарата; 1 – водоподающая труба; 2 – защитные сетчатые рамки; 3 – труба для установки горизонта воды; 4 – сливная труба; 5 – рамки для икры.

Рисунок 82 - Лотковый аппарат

Аппарат Аткинса применяется для инкубации икры лососей. Аппарат, представляет, собой деревянный или пластмассовый ящик длиной 3,0 м, шириной 0,35-0,41 м и высотой 0,3-0,4 м. Конструкция его торцевых стенок такая же, как в лотковом аппарате. Икра инкубируется в аппарате на рамках, уложенных в четыре стопки (рисунок 83). Каждая стопка состоит из 10 рамок. На одной рамке размещается от 1,9 - 3,5 тыс. шт. икринок. Рамки обтянуты

металлической сеткой типа «Трепсе» с ячейей $18 \times 3,5$ мм и покрыты асфальтным лаком.



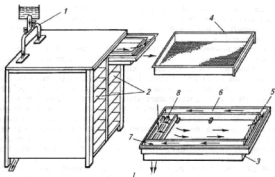
Рисунок 83 - Аппарат Аткинса

Размер рамки 32×32 см. Высота бортика 1 см. Рамки укладываются так, чтобы их бортики с вырезами располагались перпендикулярно к течению воды в аппарате. Это обеспечивает лучшую омываемость икры водой. Расход воды в аппарате 12-15 л/мин. В инкубационном цехе аппараты стыкуются по 2-3 в ряд, устанавливая их в лестничном порядке. Перед вылуплением эмбрионов в аппарате оставляют 4-6 рамок с икрой, а остальные рамки с икрой распределяют по запасным резервным аппаратам или питомникам, исходя из плотности 20-30 тыс. шт. икринок на 1 м^2 .

На РЗ США и Канады вместо сетчатых рамок в инкубационных аппаратах Аткинса часто используются сетчатые корзины прямоугольной формы. Длина корзины в два раза превышает ширину, а глубина равна 10-15 см. Корзины, наполненные икрой, подвешиваются к стенкам внутри желоба. Между корзинами ставят две металлические перегородки, из которых одна не достигает поверхности воды, а другая не достигает дна. Вода поступает между перегородками и оmyвает икру, находящуюся в корзинах, снизу.

Инкубатор вертикального типа ИВТ-1 предназначен для инкубации икры форели и лосося. Представляет собой затемнённый двухсекционный шкаф этажерочного типа, на полках которого установлены инкубационные аппараты (рисунок 84). Каждая секция имеет независимую систему водоснабжения. Икра размещается на сетках рыбоводных рамок

инкубационных аппаратов. При работе вода от источника водоснабжения подаётся в верхние аппараты каждой секции, заполняет кювету инкубационного аппарата, поступает под сетку рыбоводной рамки, затем через решётку переливной кюветы протекает в сливной желоб и по нему в нижележащий аппарат. Пройдя сверху вниз последовательно все аппараты секции, вода отводится в канализацию. Вылупившиеся из икры предличинки через ячейки сеток выходят в кюветы. При извлечении любого аппарата из шкафа водоснабжение не нарушается.



1 – водоподача; 2 – каркас; 3 – кюветы; 4 – рамки; 5 – сетка; 6 – водосброс; 7 – сбросная система; 8 – перегородка.

Рисунок 84 - Аппарат ИВТ-1

Инкубатор снабжен легким съемным столиком, на котором производится обслуживание аппаратов (осмотр и отбор погибших икринок, очистка от случайных предметов и т.д.). Направляющие, на которых устанавливаются аппараты в секциях и на столике, выполнены в виде горизонтально установленных опор.

Оригинальная конструкция кюветы инкубационного аппарата с расположением сливного желоба под дном позволяет значительно повысить грузочную емкость аппарата. Наличие козырька у решетчатой переливной

перегородки кюветы практически предотвращает потерю икры уносом ее водой. Благодаря съемному столику и роликовым направляющим поддерживается стабильность режима инкубации, так как при движении инкубационных аппаратов во время их обслуживания в кюветах не возникает волна и не обнажается икра, что снижает отход икры. Инкубатор вертикального типа ИВТ-М отличается от ИВТ-1 лишь конструкцией инкубационной кюветы, которая состоит из пластмассового корпуса, водорегулирующей перегородки, металлической и предохранительной сеток, сливной горловины и пробки. Десять инкубаторов ИВТ-М может обслуживать один человек.

Аппараты для инкубации икры во взвешенном состоянии.

Аппарат Вейса применяется для инкубации икры белорыбницы, сиговых и карповых рыб. Аппарат представляет собой стеклянный или из органического стекла сосуд, суживающийся книзу (рисунок 85). Верхние края сосуда обтянуты обручем из оцинкованного железа. Нижнее отверстие аппарата закрыто пробкой с ввёрнутой в центре металлической трубкой диаметром 0,8–1 см. Наружный конец этой трубки соединён резиновым шлангом, по которому поступает в аппарат вода из водопроводного крана. Токи воды, идущие из водопроводного края, поступают под напором в нижнюю часть сосуда и поднимают вверх помещенную в аппарат икру. В верхней части сосуда напор воды ослабевает, поэтому икринки начинают постепенно опускаться в нижнюю часть его, где подхватываются струями воды и вновь увлекаются вверх. Икра находится в непрерывном движении в толще воды на протяжении всего периода инкубации. Сброс воды из аппарата происходит через сливной носик, сделанный в железном обруче, обтягивающем верхние края сосуда. Аппарат Вейса устанавливают в стойке, имеющей два гнезда, одно из которых удерживает нижнюю часть, а другое — среднюю часть сосуда. Аппарат должен стоять обязательно в строго вертикальном положении. В противном случае струи воды будут направляться по одной стороне сосуда, что может вызвать неравномерное вращение икринок и заморы в отдельных частях аппарата.



Рисунок 85 - Аппарат Вейса

Аппараты Вейса обычно монтируют по 10–40 шт. на одной стойке, причём для каждого из них обязательно независимое водоснабжение. Расход воды в аппарате 2–4 л/мин.

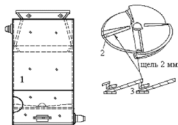
Инкубатор «Уралец» Н19-НИБ предназначен для инкубации икры сиговых рыб, а также икры карпа и карася. Отличается компактностью, что позволяет на единице площади размещать больше аппаратов Вейса, чем в других современных инкубаторах, использующих эти аппараты. Представляет собой двухярусный каркас, на котором закреплены аппараты Вейса.

Инкубационный аппарат «ИВЛ-2» предназначен для инкубации икры и выдерживания предличинок растительноядных рыб, карпа, буффало и других видов рыб. Состоит из корпуса и завихрителя (рисунок 86).

Работает следующим образом:

- оплодотворённую икру загружают в инкубационный аппарат, предварительно заполненный водой;
- устанавливают постоянный расход воды таким образом, чтобы икра находилась во взвешенном состоянии и не выносилась из аппарата за период инкубации;
- мёртвую икру, скапливающуюся в верхней части аппарата, удаляют сифоном;

- вылупившихся предличинки выдерживают до перехода на смешанное питание, а затем транспортируют по шлангу на разгрузочную площадку;
- после инкубации икры и выдерживания предличинки воду с отходами сливают через патрубок.



1 - цилиндрическая емкость с патрубками; 2 - диск, рассекающий воду;
3 - щель между секторами с направляющими планками.

Рисунок 86 - Аппарат ИВЛ-2

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

Благодаря совмещению в одном аппарате процессов инкубации икры и выдерживания предличинки в несколько раз сокращается площадь инкубационных цехов, повышается выживаемость предличинки.

Инкубатор «Амур» предназначен для инкубации икры и выдерживания предличинки растительноядных рыб, карпа, буффало и канального сома. Состоит из корпуса с системой водораспределения, заградительной сетки и подставки (рисунок 87). Принцип действия инкубатора основан на инкубации икры и выдерживании предличинки в равномерном спираль-восходящем потоке воды. Этот поток создается за счет конструкции узла водоподдачи. Коническое дно и конус способствуют дополнительному закручиванию потока воды. Отличается от существующих аппаратов системой водораспределения, под которой отсутствует камера, что облегчает чистку инкубатора, и креплением заградительной сетки.



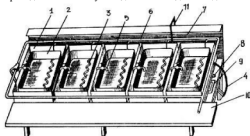
Рисунок 87 - Инкубатор «Амур»

Аппараты, применяемые для инкубации икры, находящейся периодически во взвешенном состоянии.

Аппарат П.С. Ющенко для инкубации икры рыба, кутума применяется для инкубации икры и выдерживания предличинки. Основные части аппарата: инкубатор, подвижная лопасть, сифонный ковшик, фильтр азратора и стол (рисунок 88).

Инкубатор состоит из металлической ванны размером $140 \times 50 \times 15$ см и вставленного в него металлического вкладыша размером $120 \times 45 \times 10$ см с сетчатым дном с ячейей 1-1,1 мм. Вкладыш разделён выдвижной перегородкой на две части: меньшую - инкубационную часть и большую - для вылупления предличинки. В инкубационную часть аппарата помещают 250 тыс. шт. икринок. Вода из крана водопровода (расход 7-8 л/мин) поступает на фильтр азратора, который состоит из трёх металлических ящиков, вложенных один в другой. Подвижная лопасть аппарата, помещённая под сетчатым дном инкубационной части вкладыша, укреплена на подвижной раме, которая при помощи тяги присоединена шарнирно к рычагу коромысла. Рама движется при помощи ползунков, установленных на металлических дорожках. Последние прикреплены к металлическим стойкам, расположенным с каждой стороны

стола аппарата. Лопасть, соединённая с тягой рычагов коромысла, приводится в движение при ходе ковша. От движения лопасти возникают вихревые струи воды, которые проникают к икре снизу через сетку вкладыша. Икра хорошо омывается водой и периодически поддерживается во взвешенном состоянии. В начале инкубации икры в течение первых 5-6 ч лопасть движется один раз за 5 минут. Затем скорость движения лопасти увеличивается до одного хода в минуту. Перед началом вылупления предличинки перегородка вкладыша удаляется и икра током воды, образующимся в результате движения лопасти, размещается равномерным слоем по всему его сетчатому дну. Вылупившиеся предличинки проходят сквозь сетку вкладыша и попадают на дно ванны.



- 1 - наружный ящик; 2 - внутренний ящик; 5 - лопасть; 4 - тяга;
5 - водоподающий кран; 6 - подвижная рама; 7 - борт; 8 - водоподающая труба; 9 - водоотводящий лоток; 10 - стол; 11 - регулятор движения лопасти.

Рисунок 88 - Инкубационный аппарат конструкции П. С. Ющенко

Оболочки икринок задерживаются на сетке вкладыша. Движение сифонного ковшика и лопастей аппарата прекращают, когда из всей заложенной на инкубацию икры вылупляется около $\frac{2}{3}$ предличинки. После окончания вылупления предличинки выдерживают до их перехода от придонного образа жизни к жизни в толще воды. По окончании выдерживания их выпускают из ванны через лоток вместе с водой в тару для подсчёта и транспортировки к прудам, где и производится их выращивание. Аппарат Ющенко также можно использовать для инкубации икры и выдерживания предличинки других рыб, для чего нужно изменить размер сетки вкладыша в

инкубаторе. Для кутума используется сетка вкладыша с ячейей $1,25 \times 1,25$ мм и $1,4 \times 1,4$ мм. Норма загрузки икры кутума в аппарат 120-150 тыс. шт. Существуют также инкубационный аппарат Ющенко с гидроприводом для икры осетровых рыб (П.С. Ющенко Ю-IV) (рисунок 89).



Рисунок 89 - Аппарат Ющенко (Ю-IV) для инкубации обесклеенной икры осетровых

Универсальный аппарат Н.А. Заманова, М.А. Касимова для инкубации икры осетровых. Использование этого аппарата позволяет отказаться от строительства специального инкубационного цеха на ОРЗ, сократить количество обслуживающего персонала, исключить травмирование предличинкок. Аппарат состоит из круглого металлического каркаса диаметром 220 см и высотой 30 см. Его устанавливают в обычном круглом бассейне для подращивания личинок осетровых. Внутри каркаса расположены секции (съёмные металлические ящики из оцинкованной жести, дно обтянуто латунной сеткой с ячейей 1×1 мм). Секции устанавливают с таким расчётом, чтобы между дном ящика и дном бассейна остался просвет 5 см для свободного перемещения лопастей пропеллера, благодаря чему икра перемешивается. На наружной торцевой части ящика, на расстоянии 20 см от дна устанавливают сифон — металлический патрубок длиной 90 мм для автоматической выборки предличинкок и подачи самотеком в бассейн для подращивания. При этом сифон выбирает только живых предличинкок,

мертвые остаются на дне секции. Лопасти пропеллера приводятся в движение с помощью механической системы, установленной над аппаратом и состоящей из ковша, противовеса, коромысла и блока конических шестерен. Вода поступает в ковш, приводя систему в движение, выливается в центральную часть аппарата и, омывая все секции, через сифон поступает в бассейн. Один аппарат обеспечивает личинками до 30 бассейнов (30-40 тыс. предличинок на один бассейн).

Инкубатор «Осетр» предназначен для инкубации икры осетровых рыб и отделения жизнестойких предличинок после вылупления. Инкубатор «Осетр» состоит из инкубатора и сортировочного устройства, соединённых между собой в технологическую линию (рисунок 90, 91). Инкубатор предназначен для инкубации обесклеенной икры.

Принцип действия инкубатора основан на том, что рыбоводный ящик в процессе инкубации совершает вертикально возвратно-поступательные движения. В результате этих движений (колебаний) вода, поступающая в рыбоводный ящик через сетчатое дно, и, проходя через слой икры снизу вверх, перемешивает последнюю. Колебания рыбоводного ящика способствуют также равномерному распределению икры в ящике с одновременной концентрацией мертвой икры, а также сапролегнии на выходе из ящика и обеспечивает выход вылупившихся предличинок в лоток через гибкий желоб, которым рыбоводный ящик соединен с емкостью. Сортировочное устройство предназначено для отделения жизнестойких предличинок от больных и мертвой икры, сапролегнии. Принцип действия основан на способности жизнестойких предличинок делать вертикальные движения.

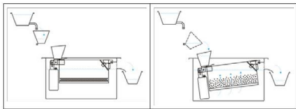


Рисунок 90 – Схема работы инкубационного аппарата «Осетр»



Рисунок 91 - Инкубатор «Осетр»

Аппараты для инкубации необесклеенной икры рыб (в приклеенном состоянии).

Лоточный аппарат конструкции И.А. Садова и Е.М. Коханской применяется для инкубации необесклеенной икры осетровых. Прост по конструкции, компактен, обладает достаточно большой емкостью (при объеме 1,2 м³ вмещает 16,8 кг икры осетра).

Работа с этим аппаратом менее трудоёмка, чем с другими инкубационными аппаратами для икры осетровых. Этот аппарат состоит из металлической рамы (длина 150 см, ширина 38 см, высота 210 см), внутри которой закрепляются дюралюминиевые уголки размером 2 × 5 × 150 см. На уголки устанавливаются лотки, изготовленные из пластика. Размер лотков: длина — 140 см, ширина — 36 см, высота бортиков — 2 см. В одном аппарате размещается 21 лоток (рисунок 92). Эти лотки загружаются икрой. Загрузка лотков икрой производится специальной сеялкой. Оплодотворённую икру помещают в сеялку и распределяют по дну лотков. На один лоток рассевывают 1 кг икры белуги, 800 г икры осетра и 500 г икры севрюги. После приклеивания икринок лотки устанавливают наклонно в раму аппарата. При этом в каждом двух последовательно устанавливаемых один за другим лотках уклон направлен в противоположные стороны. Благодаря такой установке

лотков вода, поступающая из крана в самый верхний лоток, самотёком проходит по всем лоткам, омывает на своем пути икринки и затем сбрасывается из нижнего лотка в канализационную сеть.

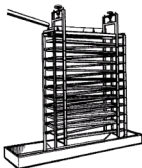


Рисунок 92 – Лоточный аппарат Садова – Коханской

Расход воды на один лоточный аппарат 18 л/мин. За несколько часов до вылупления предличинки лотки поочерёдно вынимают из аппарата и переносят в бассейн, 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 вытекала из другого конца в специальную ловушку, сделанную из оцинкованного железа. Вылупившиеся предличинки смываются водой из лотка в ловушку, затем они выносятся бассейном. Погибшие икринки и оболочки, оставшиеся после вылупления предличинки также смываются в ловушку, но из нее в бассейн не попадают. Когда же инкубация икры полностью закончится, из бассейнов вынимают лотки, подставки, ловушки, создают условия для содержания в них предличинки.

Моросильная камера Войнаровича применяется для инкубации мелкой и клейкой икры (судака, леща, сазана и др.) во влажной среде. Эта камера представляет собой помещение размером $5 \times 2,5 \times 2,5$ м с хорошей вентиляцией. Для создания необходимой влажности по обеим его боковым стенкам на высоте 2,2 м уложены водопроводные трубы, в которых через

каждые 30-50 см вмонтированы водораспылители. Пол имеет уклон к центру камеры, где устроен водоспуск. В середине камеры установлены поперечные стойки длиной 1,5 и высотой 1,6-1,8 м на которые вешают гнёзда с оплодотворённой икрой. Вдоль стен камеры оставлен проход шириной 0,5 м. В зависимости от вида икры и условий её инкубации водораспылители работают непрерывно или через определённые промежутки времени. За несколько часов до начала вылупления предличинки гнёзда с икрой в стадии вращающегося эмбриона снимают со стоек и переносят в заполненные водой желоба, ванны или непосредственно в водоём, где происходит её доинкубация. В такой камере можно одновременно инкубировать до 20 млн. икринок судака. Расход воды в камере небольшой. Каждый распылитель пропускает около 20 л воды в час. Вода выходит из распылителей под давлением 0,5-2,5 атмосферы. При таком методе инкубации икры требуется небольшое количество воды, которое практически можно (при необходимости) очистить, подогреть или охладить.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие аппараты используются для инкубации крупной икры, находящейся в неподвижном состоянии?
2. Какие аппараты используются для инкубации икры во взвешенном состоянии?
3. Назовите аппараты, применяемые для инкубации икры, находящейся периодически во взвешенном состоянии.
4. Перечислите аппараты для инкубации необесклеенной икры рыб (в приклеенном состоянии).

10 Лабораторная работа № 10

Культивирование живых кормов, неживые корма, кормовые смеси, комбикорма. Анализ качества кормов

Цель работы: изучить способы культивирования живых кормов, неживые корма, кормовые смеси, комбикорма.

Материал и оборудование: фотографии, слайды, плакаты, макеты.

Задание:

1. Изучить биологические основы культивирования ветвистоусых ракообразных, коловраток, артемии, олигохет, хирономид.
2. Изучить основные компоненты (низкобелковые и высокобелковые) комбикормов.
3. Изучить требования к качеству комбикормов.

Теоретический материал

Живые корма, биологические основы массового культивирования кормовых беспозвоночных

При подращивании личинок и выращивании молоди в бассейнах основной трудностью является обеспечение их полноценными, сбалансированными по основным компонентам и содержащими все необходимые вещества кормами.

Лучшими кормами являются живые корма, планктонные и донные беспозвоночные, которыми личинки и мальки питаются в естественных условиях. Эти корма содержат необходимые для рыбы элементы питания, хорошо усваиваются, развивают у рыб рефлекс охоты. Ежегодная потребность рыбоводства в мелком живом корме исчисляется сотнями тонн [15].

На первый взгляд, наиболее простой и удобный путь массового получения живого корма – это вылов водных беспозвоночных из естественных водоемов. Разработаны эффективные методы, позволяющие осуществлять массовый отлов планктонных животных. Однако таким путем нельзя обеспечить гарантированное стабильное получение живого корма в нужные

для рыбоводства сроки, поскольку подращивание личинок происходит в начале вегетационного периода, когда численность и биомасса зоопланктона очень низки. Важным обстоятельством, ограничивающим использование выловленного из водоема корма, является то, что вместе с ним могут быть занесены нежелательные организмы, такие как циклопы, приносящие вред личинкам рыб, а также переносчики заболеваний, паразиты рыб и др.

Основной путь массового, гарантированного получения живого корма – искусственное его разведение с применением методов инкубации и культивирования.

Разведение живого корма в производственных условиях впервые было начато на Куринском экспериментальном заводе А.Н. Державиным в 1936-1937 гг. Так как было известно, что в начальный период молодь всех видов рыб питается, главным образом, ракообразными, основное внимание было обращено на разведение дафний. Вопросами изучения питания дафний стали заниматься Н.С. Гаевская, И.Б. Богатова. Ими было установлено, что основной пищей дафний является фитопланктон и бактерии [13].

В 1947 г. В.С. Ивлев и А.А. Протасов разработали биотехнические нормативы для культивирования земляных малощетинковых червей – олигохет. Успешное разведение олигохет и применение их в качестве корма показало, что при кормлении молоди осетровых одними олигохетами обеспечивается высокий темп роста, но молодь формируется физиологически неполноценной (нарушается обмен веществ, происходят изменения в системе крови). Обмен веществ нарушается настолько, что молодь в итоге погибает. Поэтому для молоди осетровых стали применять рационы из олигохет и дафний. Молодь лососевых можно кормить олигохетами, у них не происходит ясно выраженного нарушения обмена веществ [16, 18].

В 1960 г. К.А. Воскресенский и А.Ф. Гунько предложили использовать для кормления молоди рыб жаброногого рачка *Artemia salina*, который откладывает громадное количество покоящихся яиц и обитает в ультрагалинных водоемах. Полученные из яиц науплиусы артемии являются хорошим кормом для личинок рыб. Накопленный к настоящему времени опыт мирового рыбоводства убедительно показывает особую ценность науплиусов артемии в качестве стартового корма для личинок рыб.

Особое значение для массового получения живого корма имеют представители отряда Cladocera – ветвистоусые ракообразные, занимающие

одно из первых мест по масштабам использования их в качестве живого корма для рыб. Из большого числа видов этого ряда в практике культивирования широко используется лишь несколько, характеризующихся высокой плодовитостью, быстрым ростом и выживаемостью. К их числу относятся дафнии, главным образом, моины. В последние годы начато освоение новых объектов культивирования – цериодафний и хидорусов.

Культивирование ветвистоусых ракообразных. Ветвистоусых из родов *Daphnia*, *Moina*, *Ceriodaphnia*, *Chydorus* и *Bosmina* (рисунок 93 - 97) разводят методами раздельного и совместного содержания с естественным кормом – водорослями.



Рисунок 93 - *Daphnia Manga*



Рисунок 94 - *Moina dubia*



Рисунок 95 - *Ceriodaphnia dubia*



Рисунок 96 – *Bosmina*



Рисунок 97 – *Chydorus sphaericus*

В специальных бассейнах глубиной около 1 м создают необходимый режим и выращивают водоросли *Scenedesmus* или *Chlorella*. В других бассейнах культивируют ракообразных, которым периодически вносят корм.

При другом методе бассейны или небольшие земляные пруды удобряют минеральными или органическими удобрениями и вносят культуру дафний из расчета 5-10 г на 1 м³ воды (рисунок 98). Через 8 - 10 суток добавляют новую порцию органического удобрения, а на 18 - 21 сутки отлавливают размножившихся рачков.



Рисунок 98 – Бетонные бассейны для культивирования дафний и мoini

Планктонных ракообразных можно разводить в сетчатых садках, устанавливаемых в водоеме. Благодаря непрерывному удалению из них продуктов обмена и поступлению естественного корма из водоема удается длительное время получать в сутки около $200-300 \text{ г/м}^3$. При использовании сетчатых садков маточная культура постоянно находится в садках, а молодь поступает в пруд через сетку.

Одним из наиболее ценных кормов для молоди является *Moina macroscopa* (рисунок 99). По сравнению с дафниями мoinы имеют меньший размер и более высокую питательную ценность. Они в зависимости от условий культивирования могут переходить от однополого к двуполому размножению, при этом в популяции появляются самцы и самки. Moiny разводят в бетонных или земляных бассейнах, подкармливают кормовыми дрожжами в виде суспензии из расчета 500 г/м^3 (рисунок 98). Последующие порции дрожжей вносят через сутки. Созревание культуры происходит на 4 - 5-е сутки после внесения маточного материала. Продукция мoin составляет $100-110 \text{ г/м}^3$ ежедневно на протяжении 10-15 суток.



Рисунок 99 - *Moina macroscopa*

Босмин нужно культивировать при температуре $16-22 \text{ }^{\circ}\text{C}$, pH 6,6-7,6 и содержания растворенного в воде кислорода не менее 27-30 % насыщения.

Полноценным кормом является дешевый продукт промышленной переработки хлореллы – мелкодисперсный сухой корм. Это отходы

производства эфирных масел и белкового гидролизата. При зарядке 10 г/м^3 на 25-е сутки культивирования босмин в чистой культуре продукция достигает около 100 г/м^3 .

Технологическая схема непрерывного культивирования рачков включает в себя следующие звенья: комовая суспензия – реактор – сборник урожая. Существуют аппараты для непрерывного культивирования ветвистоусых рачков вместимостью 1 м^3 . В дне реактора расположено 28 эрлифтов. Воздух подается со скоростью 20-25 л/мин на 1 м^3 . Освещенность на поверхности 1500 лк. В качестве среды для рачков используют воду без примесей. Питательная среда готовится в специальном сосуде. При использовании в качестве корма хлореллы суспензию можно готовить один раз в сутки. При кормлении смешанным кормом суспензию готовят в двух сосудах. Для выведения метаболитов одновременно с питательной смесью в аппарат подают свежую воду. Моин в нем культивирует при температуре 26-28 °С, дафний – около 22 °С. Ежесуточная продукция моин составляет 500 г/м^3 .

Культивирование коловраток. Коловратки благодаря небольшим размерам относятся к категории живых кормов для осетровых рыб. В качестве объектов массового культивирования используются в основном два вида *Brachionus calyciflorus*, *Brachionus rubens* (рисунок 100, 101).

Указанные коловратки используют для питания практически все кормовые ресурсы водоемов, имеются растительноядные виды, питающиеся фитопланктоном, потребляющие детрит и бактерии, хищные и всеядные формы.

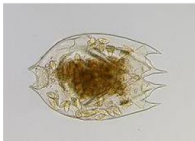


Рисунок 100 - *Brachionus calyciflorus*



Рисунок 101 - *Brachionus rubens*

Брахионусы относятся преимущественно к растительноядным видам, отфильтровывающим из толщи воды планктонные водоросли, мелкие клетки протококковых и диатомовых водорослей. Суточный рацион меняется в зависимости от концентрации пищи от 221 % до 57 %.

Оптимальной температурой для культивирования коловраток является 18-23 °С. Представители рода *Brachionus* выносят колебания pH среды от 4,5 до 11, оптимальные значения водородного показателя находятся в пределах 7-10. Эти коловратки выносят понижение содержания в воде кислорода до 2 мг/л и ниже.

Способ разведения коловраток разработан М.К. Аскеровым [13].

В каждый бетонный бассейн заливают по 2 м воды, удобряют ее кормовыми дрожжами и скошенной, слегка провяленной травой. На 1 м³ воды вносят 500 г дрожжей и 10 кг травы.

Коловраток вначале накапливают в одном из бассейнов, в котором они размножаются. Народившуюся молодь рассаживают по другим бассейнам. Величина маточной культуры не должна быть меньше 3 г на 1 м³ воды. В массовом количестве коловратки появляются в бассейнах при температуре воды 22-24 °С через 10-12 суток. Также возможно культивирование коловраток в специальных установках разной мощности (рисунок 102).

Интересной особенностью коловраток является их способность жить на теле многих животных. Часто коловратки обитают на монине – прекрасном корме молоди осетровых. Поэтому целесообразно одновременно разводить и монину и коловраток.



Рисунок 102 - Установка для культивирования коловраток

Получение науплиусов артемии. Биотехника массового получения науплиусов артемии (рисунок 103) включает следующие этапы: заготовку и очистку яиц, хранение, активацию и инкубацию яиц.

Заготовку яиц проводят отлавливая их из воды, применяя различные сачки, или собирают яйца вынесенные на берег. Для очистки яиц от механических примесей применяют различные системы сит, которые последовательно выдерживают сначала грубые, потом мелкие примеси и на последнем этапе задерживают яйца, с близкими к ним по размерам примесями. После механической очистки по размеру применяют разделение по удельному весу. В пресной воде легкие пустые скорлупки яиц всплывают вверх, а яйца и частицы песка оседают на дно. В соленой воде живые яйца всплывают в верхние слои воды, а песок оседает на дно. Производить очистку яиц артемии пресной и соленой водой очень удобно в аппаратах Вейса большой емкости. Высушивание очищенных яиц артемии производится в помещении с принудительным воздухообменом. Сушку производят или в барабанных сушилках, или на стеллажах слоем 1-1,5 см. Температура воздуха не должна превышать 40 °С.



Рисунок 103 - *Artemia salina*

Высушенные яйца насыпают в мешки из плотной ткани и в таком виде хранят в сухом помещении при комнатной температуре и более низкой.

Для повышения вылупления из яиц науплиусов артемии применяют различные вещества, оказывающие на них активирующее действие (сода, ацетон, этиловый эфир, перекись водорода).

Обычно яйца артемии инкубируют в 3-5 % раствора NaCl или Na_2SO_4 . Для инкубации яиц необходимо высокое содержание кислорода в воде. Плотность загрузки инкубационных устройств при хорошей аэрации может достигать 100 г сухих яиц на 1 л инкубационной среды.

Для инкубации яиц артемии предложены различные способы и устройства. Главная трудность заключается в отделении науплиусов от пустой скорлупы и невылупившихся яиц.

Наилучшие результаты инкубации яиц артемии получают при использовании стеклянных сосудов типа аппаратов Вейса. Аэрация воды в аппаратах производится при помощи компрессоров. После окончания инкубации и вылупления науплиусов обычно через 48 ч, содержимое аппарата сливают через сачок и переносят в такой же аппарат с пресной водой, где происходит отделение науплиусов от скорлупы и яиц с невылупившимися науплиусами по разности удельных весов.

Средняя суточная продукция науплиусов составляет 9-10 г/л или в пересчете на общепринятую единицу продуктивности 9-10 кг/м³ в сутки.

Культивирование артемии. В железобетонные бассейны объемом 25 м³ на 1 м³ воды вносят 50 кг хлористого натрия, который растворяют в ящике с сетчатым дном, подставленным под струю воды в бассейне. Затем в бассейны в качестве исходного фонда 30-50 г яиц или 10-15 г артемии на 1 м³ воды. Кормят артемию гидролизатными дрожжами, вносимыми по воде, и водорослями. Высокая численность водорослей поддерживается путем внесения на каждый кубический метр 1 кг сернокислого аммония, 0,5 кг суперфосфата, 0,5 кг калийной селитры и 10 кг садовой земли. Кормовые дрожжи вносят из расчета 20 г/м³ 1 раз в 5-7 дней. Вносят дрожжи, разбрызгивая их раствор по всей поверхности бассейна.

Маточную культуру помещают в бассейн на 3-4-й день после внесения в него солей и удобрений. Вылупление личинок начинается через 3-4 дня и заканчивается на 10-е сутки.

Для сохранения стабильного солевого режима систематически компенсирует потери воды на испарение. Однако пресную воду можно давать лишь после того как в емкости появятся взрослые формы. Наиболее интенсивный рост и развитие артемии наблюдается при температуре воды 25-27 °С. Артемию лучше всего выращивать в бассейнах, изготовленных из материалов, стойких к действию минеральных солей.

Устойчивая продукция культуры артемии за сезон составляет 1,5 кг/м³. Ее собирают периодически – один раз в течение 3-5 суток, что составляет 70-100 г/м³. Артемия в пресной воде, куда ее вносят для питания молоди рыб, живет до двух суток [13].

В период выращивания постоянно определяют количество молоди. При благоприятных условиях развития на одного взрослого рачка должно приходиться несколько десятков штук молоди и сотни их личинок. О таких условиях свидетельствуют наличие белых хлопьевидных образований, связанных с ростом и линькой, зеленый или вишневый цвет тела, энергичные движения артемии.

Культивирование олигохет. Для массового культивирования используют белого энхитрея (рисунок 104), который в природных условиях встречается в почве прибрежных участков пресных и солоноватых водоемов. Белый энхитрей (*Enchytraeus albidus*) – гермафродит (размножение перекрестное). В течение жизни один червь откладывает до 1000 яиц. Питаются разлагающимся органическим веществом растительного или

животного происхождения. Оптимальные условия для культивирования – температура 16-18 °С, влажность почвы 20-25 %, pH 6,3-6,8.

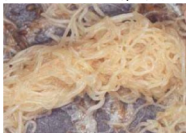


Рисунок 104 - *Enchytraeus albidus*

Культивирование осуществляют в специальных помещениях – олигохетниках. Для размещения олигохет используют деревянные ящики площадью 0,2-0,3 м², высотой 10-12 см (рисунок 105). Их заполняют мягкой почвой. Червей вносят вместе с землей из расчета 200-250 шт/м². В качестве корма используются ржаные отруби, картофель, кормовые дрожжи, овощи. Корм вносят один раз в неделю. К концу первого месяца биомасса червей увеличивается в 2 раза, за второй месяц – в 5-6 раз. С 1 м² грунта еженедельно можно получать 350 - 420 г червей.



Рисунок 105 – Ящики для выращивания олигохет в специальном цехе

Культивирование хирономид. Метод массового культивирования личинок комаров семейства хирономид предусматривает создание в закрытом помещении необходимых условий для прохождения всех этапов жизненного цикла хирономуса: оплодотворение, откладывание яиц, питание и рост личинок, окукливание и вылет. Нужны 2 изолированных помещения – в одном содержат маточный рой комаров и инкубируют яйца, в другом выращивают личинок (рисунок 106).



Рисунок 106 - Теплица для выращивания мотыля (Израиль)

Маточный рой выращивают при температуре 20-22 °С. Чтобы вылет комаров происходил непрерывно, зарядку яиц в специальные кюветы проводят с интервалом в 1-2 суток. Продолжительность жизни комаров не превышает 3-4 суток. Яйца хирономид откладывают в эмалированные кюветы высотой 4-5 см, заполненные водой на 2-3 см. В кюветах личинки вырастают до стадии куколки и вылета. Основную массу кладок с находящимися в них личинками переносят в выростное помещение. В нем расположены установки для выращивания личинок, где в 30-40 ярусов располагают плоские кюветы. В них вносят смешанный с водой до консистенции сметаны чистый речной ил слоем 1,2-1,5 см. Кладки с личинками равномерно распределяют по поверхности иловой массы из расчета 100-150 на 1 м². Для кормления

используют дрожжи, которые вносят 2-3 суток из расчета от 5 г/м² в день до 45 г/м² на 10-15 суток.

Выращивание личинок длится 15-18 суток. За 2-3 суток до отбора личинок содержимое кюветы просеивают через сито с ячейей 0,7-0,8 мм. Применение этого метода позволяет получать до 34 г личинок хирономид с 1 м² в сутки.

Неживые корма, их характеристика

Кормовые смеси составляют с учётом вида и возраста рыбы, её физиологического состояния, времени года и других факторов. Высокая продуктивность и рациональное использование кормов возможны в том случае, когда выращиваемая рыба полностью обеспечена необходимым количеством протеина с незаменимыми аминокислотами, жира с незаменимыми жирными кислотами, углеводов простых и сложных, минеральных веществ, микроэлементов, витаминно-ферментативными комплексами и получает достаточное количество энергии для осуществления своих жизненных функций.

Научно обоснованное применение витаминных, минеральных и ферментных препаратов в сочетании с другими биологически активными веществами позволяет значительно повысить эффективность кормления за счёт увеличения доступности и переваримости питательных веществ корма. Для рыб, независимо от возраста, незаменимыми являются десять аминокислот: лизин, гистидин, арганин, треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, триптофан.

Сбалансированность протеина корма по аминокислотному составу оказывает влияние на переваримость. Переваримость белка и доступность аминокислот кормов зависят от вида рыбы, их индивидуальной массы, физиологического состояния, условий выращивания, режима кормления, химического состава кормов и способа их изготовления. Поступление в организм рыбы незаменимых аминокислот в соотношении, отличающемся от потребностей конкретного вида, приводит к неэффективному использованию протеина кормов, замедлению роста. При дефиците даже одной незаменимой аминокислоты действует «закон минимума», согласно которому дефицит лишь

одной незаменимой аминокислоты ограничивает не только эффективность использования других аминокислот, но и всего рациона в целом.

Физиологические принципы кормления требуют, чтобы корма были полноценными, то есть содержали все компоненты питания, необходимые для нормального роста и жизнедеятельности организма. При этом корма должны быть сбалансированы по основным элементам питания. Чем разнообразнее состав корма, тем выше его питательность. Установлено, что максимальной эффективностью обладает кормовой белок, представляющий сумму белков животного, растительного и морского происхождения. Одним из наиболее важных и сложных вопросов в проблеме кормления рыб неживыми кормами является разработка рецептуры комбикормов. Основным принципом выбора рецептуры искусственных кормосмесей является полное удовлетворение пищевых потребностей рыб за счёт питания этими кормосмесями. Лучшие рецепты отечественных и зарубежных рыбных комбикормов содержат по 9–12 компонентов различной природы, не считая добавок: витаминов, минеральных солей и других биологически активных веществ.

Специальные добавки, антибиотики, гормоны, медикаменты, вкусовые и красящие вещества, антиокислители, ферменты, транквилизаторы, связующие вещества содержат более 20 % сырой клетчатки, классифицируются как грубые корма. Продукты, содержащие 20 % и более протеина, относятся к высокобелковым кормам. Продукты, которые включают 20 % протеина и менее 20 % сырой клетчатки, классифицируются как низкобелковые энергетические корма [15, 16, 18].

По своему составу комбикорма для рыб условно делятся на следующие виды:

- с высоким содержанием протеина (более 23 %);
- с низким содержанием протеина (до 23 %);
- с высоким содержанием крахмала (более 35 %);
- с высоким содержанием жира (более 8 %);
- с высоким содержанием клетчатки (более 11 %).

Низкобелковые компоненты комбикорма. Наиболее

распространёнными продуктами, относящимися к этому классу кормов, являются злаковые культуры (пшеница, рожь, ячмень, овёс, кукуруза). Они ценны как источники углеводов (до 70 %) и витаминов группы В. Злаки имеют большое значение в кормлении карпа. В составе кормов для других видов они

имеют меньшее значение. Содержание протеина в зерновых составляет, как правило, от 6 % до 20 %. Основная масса белков относится к альбуминам, глобулинам, проламинам и глютеинам. От общего количества углеводов в зерне злаковых на долю крахмала приходится 49–86 %, сахара - 3–5 %, клетчатки - 2–24 %. Жиры злаков представлены в основном линоленовой и олеиновой кислотами (до 85 %). Зерновые содержат значительное количество лецитина - 0,4–0,6 %. Среди макроэлементов доминируют фосфор и калий (до 80 %), а также магний (до 13 %). Других минеральных элементов в злаковых мало, что следует учитывать при минеральном балансе комбикормов.

Высокобелковые компоненты комбикорма. К этому классу кормов относятся продукты растительного и животного происхождения, а также микробиологического синтеза. Из растительных кормов выделяются бобовые культуры, а также жмыхи и шроты. К бобовым, используемым для кормления рыбы, относятся соя, горох, люпин, вика, чина и чечевица, содержащие 25–35 % протеина и значительное количество гидролитических ферментов, способствующих усвоению питательных веществ организмом животного. Протеин бобовых усваивается на 70–90 %. По питательности первое место среди бобовых занимает соя. Её аминокислотный состав приближается к составу аминокислот животного протеина. Однако семена сои используют редко. Как правило, в состав рыбных комбикормов входят продукты переработки сои — жмых и шрот. Горох является традиционным компонентом карповых кормосмесей. Среди его белков преобладают глобулины (более 60 %). Люпин используют реже. В ограниченном количестве используют вику и чечевицу, что связано с особенностями их состава. Так, вика содержит токсические соли синильной кислоты и плохо поедается рыбами. В бобовых имеется недостаток метионина, изолейцина, фениламина, лизина.

Отходами маслобойного производства являются жмыхи и шроты. Жмых получают при прессовании семян масличных культур для извлечения масла. Шроты — отходы маслоэкстракционного производства. В нашей стране увеличивается производство шротов и сокращается выработка жмыхов. Как правило, жмыхи содержат в 3–6 раз больше жира и в 1,5–2 раза меньше клетчатки, чем шроты. Концентрация протеина несколько выше в шротах по сравнению со жмыхами (соответственно 30–40 % и 40–44 %). Многие жмыхи и шроты содержат вещества, тормозящие усвоение протеина, вызывающие расстройства обмена веществ и даже токсичные. Для инактивации этих

веществ рассматриваемые продукты подвергают влаготепловой обработке в специальных аппаратах — тостерах. Питательность жмыхов и шротов зависит от вида и сорта зерна. Наибольшей пищевой ценностью отличается **соевый шрот** (рисунок 107), характеризующийся благоприятным аминокислотным составом.



Рисунок 107 - Соевый шрот

В последние годы соевым шротом заменяют более половины рыбной муки, сохраняя необходимый состав аминокислот. Кроме того, почти полная замена протеина рыбной муки протеином шротов при добавке синтетических аминокислот (метионина и лизина) в соответствии с потребностью рыбы не снижает эффективности рациона. Однако протеин сои препятствует усвоению цинка, молибдена, марганца, йода, так как в нём содержится антиметаболит триптофана и ингибитор трипсина. Для устранения их, шроты прогревают при температуре 50 °С в течение 60–90 минут.

Подсолнечный шрот (рисунок 108), по сравнению с соевым, менее ценен, так как содержит до 15 % клетчатки. Его количество в комбикормах может достигать 20–30 %.



Рисунок 108 - Подсолнечный шрот

К группе кормов животного происхождения, наиболее широко используемых при кормлении лососевых рыб, относятся продукты рыбной промышленности (рыбная мука, мука из ракообразных и моллюсков, свежая сорная рыба), отходы мясокомбинатов (селезёнка, мясокостная, мясная, кровяная и костная мука), птицекомбинатов (мясоперьевая мука), продукты переработки молока (обрат, пахта, сыворотка, молочно-белковый концентрат), шелкового производства (мука из куколок тутового шелкопряда) и др.

Рыбная мука (рисунок 109) должна содержать не менее 55 % протеина, не более 12 % жира, 5 % хлористого натрия, 28 % фосфорнокислого кальция. Срок хранения нестабилизированной рыбной муки - не более 6 месяцев, стабилизированной антиокислителем - 12 месяцев. Испорченная мука приобретает ржавый оттенок. Качество муки зависит от содержания в ней жира, поваренной соли и фосфата кальция. Чем меньше содержится в рыбной муке этих веществ и чем больше протеина, тем она ценнее в кормовом отношении. Протеин рыбной муки имеет полноценный набор незаменимых аминокислот, в нём много лизина, метионина, триптофана, валина. В составе жиров муки преобладают ненасыщенные жирные кислоты, что, с одной стороны, обеспечивает организм энергией и необходимыми элементами питания, а с другой стороны, делает компонент легко уязвимым. В состав комбикормов для рыб входит рыбная мука высшего или первого сорта. Она должна быть сухой, рыхлой, легко рассыпаться, без комков, плесени и

затхлого запаха. Цвет муки может быть от светло-серого до тёмно-жёлтого, причём, чем темнее мука, тем ниже её пищевая ценность.



Рисунок 109 - Рыбная мука

Мясокостная мука - хороший источник животного белка (рисунок 110).



Рисунок 111 - Мясокостная мука

Вырабатывают её из внутренних органов, отходов мяса, эмбрионов и др. В муке содержится много незаменимых аминокислот, особенно аргинина и гистидина. Вместе с тем наличие в ней большого количества жира, представленного в основном предельными жирными кислотами, ограничивает возможность её использования. Обычно уровень муки в комбикормах для рыб не превышает 10 %. Для кормления рыбы следует использовать мясокостную муку первого и второго сортов, содержащую не менее 48 % протеина, не более 16 % жира и от 12 % до 32 % фосфата кальция. Она должна быть серого цвета, сухой, рассыпчатой и без комков и плесени, со специфическим (негнилостным) запахом. Срок её хранения — не более 2 месяцев.

Мясная мука является разновидностью мясокостной, но содержание костей в ней не более 10 % (рисунок 111). Представляет собой порошок желтовато-серого и коричневого цветов с характерным запахом. Следует использовать мясную муку только первого сорта, содержащую не менее 60 % протеина и не более 12 % жира.



Рисунок 111 - Мясная мука

Кровяная мука (рисунок 112) вырабатывается из крови, фибрина, шлама и костей. Её добавляют в корма в количестве не более 5–10 %. Цвет муки от красновато-коричневого до чёрного, однако светлая мука более высокого качества, чем тёмная. Для введения в корм рыб допускается использовать кровяную муку первого сорта. В ней содержится не менее 70 % протеина и не более 5 % жира.

Питательная ценность кровяной муки невелика из-за несбалансированности по аминокислотному составу. Она плохо переваривается. Вместе с тем, небольшие дозы этого компонента в кормах для лососевых рыб оказывают положительное действие, стимулируя пищевую реакцию рыб.



Рисунок 112 - Кровяная мука

Костная мука имеет белый цвет с сероватым оттенком (рисунок 113).



Рисунок 113 - Костная мука

Она не должна иметь гнилостного запаха и примесей. В основном является минеральной добавкой. Допускается использование костной муки первого и второго сортов.

Крилевая мука является ценным источником протеина и ненасыщенных жирных кислот. Она богата каротиноидами. Промышленность вырабатывает муку двумя способами - прессово-сушильным и прямой сушки.

Мука, приготовленная первым способом, имеет розовато-красный цвет и размер частиц 1–2 мм.

Мука, полученная вторым способом, отличается тёмно-коричневым цветом и содержит более крупные частицы — до 5–6 мм.

Крилевая мука, полученная прессово-сушильным способом, обладает более высокой питательностью. Производится также обезжиренная крилевая мука (при экстракции жира одновременно происходит удаление каротиноидов), но она не уступает по биологической ценности натуральной. Срок хранения стабилизированной крилевой муки не должен превышать одного года.

Мясоперьевую муку (рисунок 114) вводят в комбикорма после гидролиза. В её составе сравнительно мало триптофана, метионина, лизина и гистидина.



Рисунок 114 - Мясоперьевая мука

Ценными ингредиентами кормосмесей для рыб, особенно молоди, являются **продукты молочного производства**, из которых наиболее доступны

сухой обрат и сухое обезжиренное молоко. Они являются источниками хорошо сбалансированного белка и легко доступных углеводов, а также витаминов группы В. Молочные корма должны быть свежими, доброкачественными, с содержанием протеина не менее 25 %, жира — не более 3 %. Вместе с тем, следует помнить, что в этих кормах много молочного сахара — лактозы, уровень которой в корме не должен превышать 12–13 % из-за возможных отклонений углеводного обмена.

В настоящее время широко внедряются методы получения высокобелковых кормов путём их промышленного биосинтеза с помощью низших автотрофных организмов — дрожжей.

Дрожжи являются полноценным кормом, источником легко усвояемого белка, углеводов, витаминов. Они содержат 44–72 % протеина, богатого незаменимыми аминокислотами, 0,4–10 % жира, 14–40 % безазотистых экстрактивных веществ и 6–12 % минеральных солей.

По биологической ценности протеин дрожжей незначительно уступает протеину животного происхождения. Дрожжи насыщены витаминами группы В, витаминами Е и Н, а также ферментами и гормонами, благоприятно влияющими на обмен веществ рыб. В рыбные комбикорма вводятся в количестве 10–15 %. Нельзя использовать дрожжи, в которых имеются живые клетки, так как они являются аутогетеротрофными по отношению к некоторым витаминам, особенно к биотину и тиамину, кроме того, они могут вызвать кишечные расстройства.

Кормовой концентрат лизина (ККЛ) содержит 17–21 % чистого вещества. Промышленностью выпускается в виде коричневого тонкодисперсного порошка. Его эффективно используют в комбикормах, в которых животные корма заменены (в эквивалентном количестве по протеину) шротами масличных культур и продуктами микробиологического синтеза. В тех комбикормах, в которых имеется дефицит лизина и метионина, используются препараты незаменимых аминокислот. Препарат лизина представляет собой кристаллический порошок коричневого цвета с содержанием 97–98 % активного вещества.

Препарат метионина — кристаллический порошок белого цвета с коричневым, желтоватым или сероватым оттенком. В препарате содержится 95–98 % активного вещества.

Жировые компоненты. Рыбе необходимы в основном жидкие жиры. Поэтому набор жиров в кормах для рыб весьма ограничен. К ним относятся, главным образом, жир мелких ракообразных, растительное масло и фосфатиды. **Рыбий жир** обладает высокой степенью неопределенности, богат витаминами А, Д и фосфолипидами. Его используют в основном в составе стартовых кормов для личинок и мальков рыб. Он представляет собой жидкость светло-жёлтого цвета (чем прозрачнее жир, тем выше его качество).

Рыбий жир выпускают в натуральном виде и с добавкой различного количества витаминов А и Д (витаминизированный). При длительном хранении он прогоркает, а содержащиеся в нём кальциферолы разрушаются с образованием ядовитого вещества — токистераола. Как правило, количество рыбьего жира в стартовых кормах составляет от 3 % до 10 % в зависимости от вида рыбы.

Растительные масла содержат много неопределённых жирных кислот и являются поставщиками энергии в комбикормах. Предпочтение нужно отдавать нерафинированным маслам, которые более устойчивы к окислению и богаче фосфолипидами. Наиболее широко используют подсолнечное масло. Применяются также соевое, кукурузное и льняное масло. Хлопковое масло использовать нежелательно.

Из масличных культур промышленность вырабатывает фосфатиды («фосфатидный концентрат», сырой лецитин), также применяемые в составе рыбных комбикормов в качестве источника энергии и фосфора. В фосфатидах содержится много ненасыщенных жирных кислот, особенно линоленового ряда. Фосфатиды являются источником фосфора и холина, предотвращающего жировое перерождение печени, а также анемию. Предпочтение следует отдавать жидким фосфатидам. Густые фосфатиды перед введением в корм разогревают, но не доводят до кипения. Для предохранения от окисления фосфатиды хранят в закрытой таре в прохладном месте, защищённом от солнечных лучей. При правильном хранении их можно применять в течение года. В нашей стране используются, как правило, подсолнечные фосфатиды, однако можно употреблять соевые, кукурузные и льняные. Хлопчатниковые фосфатиды применять не следует.

Перспективным источником жира в кормах может быть липидная биомасса. Это рыхлый рассыпчатый маслянистый порошок от светло-красного

до коричневого цвета с содержанием 25–30 % протеина, 55–56 % жира и 8–10 г/кг каротиноидов. Биомасса также богата витаминами группами В.

Минеральные добавки. Для обогащения кормов и сохранения их макро- и микроэлементного баланса используют различные минеральные добавки. Для восполнения дефицита кальция чаще всего применяют мел, хлористый кальций, известняки, гипс, яичную скорлупу, измельчённые раковины моллюсков, травертины (осадки целебных минеральных вод). В качестве источников кальция и фосфора используют костную муку, трикальцийфосфат, фосфорнокислый кальций, кормовые обесфторенные фосфаты. Хорошим источником фосфора и натрия является двуосновной фосфорнокислый натрий; магния, железа и меди — карбонаты и сульфиты; цинка — его окись; марганца и магния — их сульфаты и карбонаты; калия — его йодистая и хлористая соль; натрия — поваренная соль [3].

Комплексом микроэлементов богата мука из водорослей (фукуса, ламинарии, хлореллы и др.).

Витаминные добавки. Источниками витаминов в комбикормах служат собственно ингредиенты кормосмеси и добавляемые чистые витамины или витаминсодержащие препараты. Как правило, обогащение комбикормов витаминами производят с помощью поливитаминных премиксов, представляющих собой смесь витаминов и наполнителя. Обычно в качестве наполнителей используют отруби, шроты, кукурузную, пшеничную и травяную муку, дрожжи, муку из водорослей.

Премиксы обладают широким спектром действия и способствуют улучшению физиологического состояния рыбы, повышению темпа роста, выживаемости, сопротивляемости инфекционным и паразитарным заболеваниям, нормальной деятельности нервной пищеварительной, кровеносной и репродуктивной систем, предотвращают расстройства воспроизводительной системы рыбы в период полового созревания. Биологически активные вещества, вводимые в премиксы, должны быть устойчивы к наполнителю и обладать химической совместимостью. Для эффективного выращивания молоди различных видов рыб в кормах наряду с витаминами должны присутствовать и минеральные премиксы, которые улучшают продукционные свойства корма. Обычно количество минерального премикса или добавки составляет от 0,5 % до 4 % массы сухого корма и

зависит от рецепта премикса, содержания в нём элементов, состава корма, вида рыб.

Минеральные премиксы выпускают в рассыпном виде, часто с наполнителем, а также в виде таблеток, микрокапсул, жидкостей. В качестве наполнителя для минеральных премиксов чаще всего используются мел, соль, фосфаты, костная мука, отруби.

Ферментные препараты. Применяются в рыбоводстве с целью улучшения использования питательных веществ корма. Для обогащения кормов и рационов рыб используются в основном ферменты класса гидролаз — амилотические, протеолитические, пектолитические. Название каждого ферментного препарата складывается из названия основного фермента и видового названия микроорганизма — продуцента. Буквами Г и П обозначается способ культивирования продуцента: Г — глубоинный, П — поверхностный. Используются как очищенные (3 х ... 10 х ... — кратность очистки), так и неочищенные ферментные препараты.

В рыбоводстве используют следующие ферментные препараты:

- аминсубтилин ГЗх представляет собой порошок, полученный высушиванием культуральной жидкости, в которой производилось глубоинное культивирование *Bac. subtilis* специально подобранного штамма. Препарат содержит амилотические ферменты и незначительное количество протеолитических. При введении этого препарата в количестве 500 г на 1 т корма наблюдается увеличение прироста форели и карпа до 15 %;

- протосубтилин ГЗх представляет собой порошок из высушенной культуральной жидкости, в которой проводилось культивирование *Bac. subtilis*. Содержит протеолитические ферменты и незначительное количество амилотических ферментов;

- пектавоморин П10х — очищенный ферментный препарат, полученный осаждением этиловым спиртом диффузионных вытяжек из поверхностной культуры плесневого гриба *Aspergillus awamory*, штамм 22 на свекольном жоме и пшеничных отрубях. Содержит полигалактуроназу, пектингстеразу, кислую протеазу, гемицеллолазу и незначительное количество окислительных ферментов.

Антибиотики. Эффективность действия антибиотиков зависит от вида, возраста, физиологического состояния рыбы, а также соотношения в рационе других биологически активных веществ (витаминов, микроэлементов). Как

правило, в комбикорма добавляют не чистые антибиотики, а их кормовые препараты — биовит-20, -50 и -80, кормогризин. Из чистых антибиотиков используют стрептомицин, тетрациклин и др. Нужно иметь в виду, что применение антибиотиков при кормлении рыб изучено недостаточно. Целесообразно применять их только для лечения рыбы.

Вкусовые и красящие вещества. Известно, что рыбы обладают избирательным отношением к одинаково доступной пище.

Так, многие карповые рыбы предпочитают корм, содержащий альдегиды и кетоны — продукты окисления жиров, угорь — корм, содержащий глицин и аланин. Большинство продуктов животного происхождения (за исключением молочных) стимулируют пищевую активность лососевых рыб, а сухой обрат и сухая молочная сыворотка — пищевую активность карпа. Сильным привлекающим действием для основных культивируемых рыб отличается рыбий жир. Растительные масла стимулируют потребление пищи карпом, тогда как некоторые проходные лососи избегают запаха этого продукта. Определённое влияние на аппетит рыб и эффективность использования ими пищи оказывает цвет корма.

Установлено, что лососевые рыбы предпочитают корм, окрашенный в красный цвет. В качестве красителя используется, например, «Рубиновый СК», выпускаемый косметической промышленностью и разрешённый к употреблению Минздравом (дозировка 0,3 %). Натуральные красители в составе рыбных комбикормов используются редко.

Антиокислители. Известно большое количество антиоксидантов, предохраняющих от окисления липиды и витамины. Из естественных антиокислителей наибольшее значение имеют — токоферол, эфиры аскорбиновой кислоты и лецитин, доза введения которых в корма строго не ограничена. Среди синтетических препаратов следует выделить сантохин (это ксхин, сантоквин), бутилокситолуол (ионол), бутилоксианизол (бутилгидроксианизол), додецилгаллат, пропилгаллат, дилудин. Эти препараты обычно добавляют в кормосмеси в количестве до 0,02 %.

Связующие вещества. Их используют для повышения прочности комбикормов, а также предотвращения выливания питательных веществ и вводят как в гранулированные, так и в пастообразные корма. В состав гранулированных кормов вводят карбоксиметилцеллюлозу, полиакриловую кислоту, соли натрия, гислатин, активированные глютен, обработанный

крахмал и др. Для связывания пастообразных кормов применяют крахмал, поваренную соль, карбоксиметил-целлюлозу, альгиновую кислоту, лигносульфаты кальция и натрия.

Связующими элементами являются также отдельные компоненты рыбных кормов, такие как пшеничная, водорослевая и кровяная мука, сухой обрат.

Требования к комбикормам. Комбикорма для рыб должны быть быстроразбухаемыми и полноценными, водостойкими, прочными, сбалансированными и полноценными по питательным веществам. В зависимости от размера рыб комбикорма поставляют в виде крупки размером 0,1–2,5 мм и гранул диаметром 3,2–10 мм, длиной, не превышающей 1,5 значения диаметра. Для увеличения прочности и водостойкости гранул их поверхность должна быть полированной, без макро- и микротрещин. Максимальная влажность не должна превышать 13,5 %.

Водостойкость для стартовых комбикормов должна быть не менее 10 минут, для продукционных тонущих и плавающих – не менее 20 и 30 минут соответственно.

Вопросы для самопроверки:

1. Какие в рыбоводстве используют живые корма, основы культивирования?
2. Назовите требования к качеству корма?
3. Неживые корма, их характеристика.
4. Назовите основные компоненты комбикормов.
5. Какие в рыбоводстве используются ферментные препараты?

11 Лабораторная работа № 11

Методы транспортировки икры, личинок, молоди, производителей рыб. Транспортные средства, конструкция, емкость, условия применения, расчет

Цель работы: изучить способы транспортировки половых продуктов, посадочного материала и взрослых рыб.

Оборудование и материалы: фотографии, слайды, плакаты, макеты.

Задание:

1. Изучить способы перевозки спермы.
2. Изучить методы перевозки икры различных видов рыб.
3. Изучить способы транспортировки личинок и молоди рыб.
4. Ознакомиться с транспортными средствами, используемыми для перевозки икры, спермы и личинок рыб.
5. Изучить способы транспортировки производителей, оборудование и транспортные средства, используемые для этих целей.

Теоретический материал

Транспортировка половых продуктов, посадочного материала и взрослой рыбы может быть внутриводоемной и межводоемной. Непрерывные по времени внутриводоемные перевозки осуществляют в полиэтиленовых мешках, живорыбных контейнерах, молочных флягах и живорыбных автомашинах (в зависимости от вида и возраста рыб, а также расстояния перевозки). Для межводоемных перевозок на большие расстояния используют авиацию, железнодорожный и автомобильный транспорт.

Перевозка спермы

В связи с тем, что в семенной жидкости сперматозонды находятся в активном состоянии, сперму рыб можно перевозить на любые расстояния в сухих стерильных пробирках, установленных в термосе со льдом. При этом

необходимо учитывать сроки ее активности (таблица 6).

Таблица 6 - Длительность оплодотворяющей способности спермы разных видов рыб

Вид рыбы	Температура, °С	Срок активности
Окунь	18-20	8 суток
Ерш	18-20	6 суток
Сазан	0-2	6-8 суток
	2-5	2 суток
Форель	0	6 суток
	5-6	2 суток
Лососи	2	2-3 суток
Осетровые	4	10-12 суток

Хранению и перевозке подлежит свежесобранная сперма, помещенная в сухие пробирки отдельно для каждого самца с плотно пригнанными пробками во избежание попадания воды.

Пробирки с этикетками заворачивают в марлю и отпускают в термос, наполненный мелко наколотым льдом.

Перевозка икры

Для перевозки неоплодотворенной икры ее закладывают в сухую банку, которую плотно закрывают пробкой и помещают в термос. Банка должна полностью заполняться икрой без свободного воздушного пространства.

Перевозка оплодотворенной икры каждого вида рыб осуществляется на определенной стадии развития эмбриона. У осенне-нерестующих видов она возможна на первые сутки после оплодотворения, либо на стадии пигментации глаз у зародыша. Икра судака пригодна к транспортировке на V этапе развития, когда зародыш имеет один оборот вокруг желточного мешка.

Икру весенне-нерестующих рыб, в частности осетровых, перевозят в контейнерах на всех стадиях развития, однако, наиболее желательна перевозка на стадии пигментации глаз, а на последних стадиях развития (от стадии короткой сердечной трубки и до момента, когда хвост достигает головы)

можно транспортировать в течение не более 12 часов.

Как правило, икру транспортируют в стандартных пенопластовых контейнерах на деревянных рамках. На каждую рамку кладут марлевую салфетку, размер которой в два раза больше рамки, и опускают в лоток с водой на глубину несколько сантиметров. Икру размещают равномерно на салфетке слоем в 3 - 4 ряда. Затем рамки вынимают из лотка, ставят на некоторое время в наклонном положении для удаления избытка воды, обертывают их краями салфетки и укладывают их в изотермические пенопластовые контейнеры, при их отсутствии стопки рамок с икрой помещают в деревянные ящики размером на 15 - 20 см больше рамок для укладки в промежутки изоляционного материала.

Перевозку икры при температуре воздуха выше 7 °С осуществляют, как правило, в ящиках со льдом.

Нормы загрузки икры приведены в таблицах 7 и 8.

Транспортировка икры карпа может осуществляться в стандартных полиэтиленовых пакетах (40 литров) на оптимальных стадиях развития эмбрионов - стадии раннего онтогенеза и вращающегося эмбриона.

Таблица 7 - Нормы загрузки икры карпа при перевозке в полиэтиленовых пакетах, л.

Интервал температур, °С	Стадия развития икры					
	Ранний органогенез			Вращающийся эмбрион		
	Длительность транспортировки, ч					
	6	12	24	6	12	24
8-10	18	18	15	12	12	6
12-13	18	18	15	7,5	6	6
14-15	18	18	9	7,5	6	6
17-18	10,5	10,5	6	4,5	3	-
23-24	9	7,5	3	4,5	3	-

Перед транспортировкой икру из аппарата сливают в мерную посуду с небольшим количеством воды. После отстоя объем икры замеряют и осторожно переливают в полиэтиленовый пакет. Соотношение икры и воды в пакете устанавливают из расчета общего объема - 20 л. Пакет с икрой и водой

наполняют кислородом (его объем также должен составить 20 л) и упаковывают. Икру в пакетах можно транспортировать любым видом транспорта, желательно в горизонтальном положении для увеличения площади поверхности воды.

Таблица 8 - Нормы загрузки различных видов рыб в стандартный пенопластовый контейнер на 20 рамок

Виды рыб	Количество икры в контейнере при размещении на рамках в один слой, тыс. шт.	Масса икринок
Карп	680-780	2,0-3,0
Сазан	520-620	3,0-5,0
Лещ	480-680	3,0-6,0
Форель	120	65,0
Пелядь	520-600	4,0-5,0
Чудский сиг	260	13,0
Волховский сиг	250	14,0
Ряпушка	640-780	2,0-3,5
Белорыбца	260-280	12,5-14,0
Омуль	280-340	10,0-12,0
Кутум	250	14,0
Стерлядь	480-600	4,0-6,0
Белуга	130-140	35,0-40,0
Севрюга	240-260	13,0-15,0
Русский осетр	150-170	25,0-30,0
Сибирский осетр	170-200	20,0-25,0
Судак	900	1,0
Щука	260-280	12,0-13,0

Проведенные исследования показали, что время разовой остановки при перевозке икры в пределах указанных норм загрузки не должно превышать 30 минут. Максимальная гибель икры при транспортировке не должна превышать 5 %.

Аналогичным способом в полиэтиленовых пакетах можно перевозить икру и других видов рыб.

Оплодотворенную необесклеенную икру фитофильных рыб можно транспортировать на субстрате, размещенной в емкостях с водой.

Транспортировка личинок

Для транспортировки личинок рыб в основном используют стандартные полиэтиленовые пакеты объемом 40 л, длиной 65 см, с шириной рукава 50 см (рисунок 115). Перед перевозкой их упаковывают в стандартную картонную коробку размером 65 x 35 x 35 см. В каждый полиэтиленовый пакет наливают 10 - 12 л воды, помещают личинок, свободное пространство заполняют кислородом и закрывают пакет с помощью зажима Мора или резинового шланга.



Рисунок 115 – Полиэтиленовый пакет для перевозки личинок

Оптимальной температурой для перевозки в летнее время теплолюбивых рыб является 10 - 12 °С, холодолюбивых - 6 - 8 °С, а весной и осенью, соответственно, 5 - 6 °С и 3 - 5 °С.

В один пакет помещают 50 - 100 тыс. личинок карповых рыб, до 15 тыс. осетровых, до 160 тыс. лососевых, от 55 до 250 тыс. окуневых.

Транспортировку личинок рыб из инкубационного цеха можно также производить и в другой таре, например, в молочных флягах с крышкой. При температуре 4 - 5 °С и продолжительности транспортировки 2 часа допустимая плотность посадки 2-3 тыс. экз./л. После помещения личинок воду доливают до горловины фляг и плотно обвязывают двойным слоем марли, на марлю кладут деревянный брусок размером 2 x 2 см и опускают крышку, но не стягивают ее зажимом. Этим достигается постоянная аэрация воды и исключается выброс личинок с водой при толчках во время перевозки.

Перевозка посадочного материала и взрослой рыбы

На выживаемость перевозимой рыбы влияют ряд факторов, основными из которых являются: содержание кислорода в воде, накопление продуктов жизнедеятельности и свободное пространство. Большое значение имеет качество и физиологическое состояние перевозимых объектов.

Для перевозки живой рыбы необходимо использовать воду из открытых естественных водоемов. Не допускается использование воды из артезианских скважин, колодцев или водопровода. Вода для перевозки рыбы должна быть чистой, прозрачной, без химических и органических примесей.

Очень важно, чтобы перевозимая рыба не испытывала резких колебаний температуры. Разница температуры воды, в которой рыба находилась до погрузки, и воды, в которой она будет перевозиться, не должна превышать 1-2 °С, также как и при выгрузке рыбы (рисунок 116).

Важно, чтобы рыба была подготовлена к длительной перевозке. С этой целью ее отсаживают в отдельные бассейны с постоянным водообменом. Во время предварительного выдерживания допускается плотность посадки рыбы, при которой содержание в воде растворенного кислорода поддерживается на уровне 6 - 6,5 мг/л. Соотношение между временем выдерживания рыбы в чистой воде и длительностью транспортировки должна составлять 2:1. Во время выдерживания рыбу кормить нельзя.



Рисунок 116 - Контейнер для перевозки живой рыбы Н19-ИКВ

Перевозка в полиэтиленовых пакетах. Наиболее удобный способ транспортировки молоди и сеголетков рыб - в стандартных полиэтиленовых пакетах.

Плотность посадки молоди определяется в зависимости от ее длины, температуры воды и воздуха, видового состава перевозимых рыб и рассчитывается с помощью следующего уравнения:

$$B = [V(K_1 - K_2)] / (TM), \quad (2)$$

где B - масса рыбы, кг;

V - количество воды в емкости для перевозки, л;

K_1 - содержание кислорода в воде в начале перевозки, мл/л;

K_2 - содержание кислорода, при котором наступает угнетение рыбы, мл/л (таблица 9);

T - длительность перевозки, ч;

M - потребление кислорода рыбой, мл/(кг ч).

Для определения максимальных плотностей посадки личинок и молоди используют уравнение:

$$N = V / (V_1 n), \quad (3)$$

где N - количество организмов, экз.;

V - объем воды, л;

V_1 - объем, занимаемый движущимся организмом, л;

n - коэффициент свободного пространства (для маленьких водных организмов массой менее 1 г/л - 8 - 10, для более крупных организмов $n = 4 - 2$).

Перевозка автотранспортом. На автомашинах перевозят крупный посадочный материал (сеголетков и двухлетков) на расстояния от 10 до 1000 км. Для перевозки рыбы применяются живорыбные цистерны и установки различных модификаций (АЦЖР - 3, АЦПТ - 2,8/53А, ИКА, ИКА-4, ИКФ - 4, ИКФ - 5 и другие), смонтированные на базе автомобилей ЗИЛ - 164, ЗИЛ - 130. Они имеют емкости объемом до 3000 л, в которых поддерживаются необходимые температурный и газовый режимы (рисунок 117).



Рисунок 117 – Перевозка рыбы автотранспортом

При перевозке живой рыбы на короткие расстояния (до 50 км) отношение ее массы к массе воды должно находиться в пределах 1 : 2, при более длительной перевозке соответственно 1 : 4. Норма загрузки устанавливается в зависимости от массы, вида рыбы и длительности транспортировки (таблица 9-12).

Транспортировка в живорыбных вагонах

Живорыбные вагоны используют для транспортировки рыбы на расстояния более 1000 км.

Для осетровых рыб, которые постоянно держатся у дна, нормы посадки определяют по площади дна баков из расчета посадки их в один слой. В каждый живорыбный вагон помещают по 500 - 800 экз. производителей осетра или севрюги при продолжительности транспортировки 4-8 суток и температуре воды 6 - 8 °С.

Производителей сазана и карпа, перевозимых весной и осенью при температуре воды около 5 °С. (продолжительность перевозок 5-6 суток), помещают в вагон до 3 т, или 1,2-2 тыс. экз. (средней массой 1 - 2 кг). Численность производителей леща (средняя масса 0,6 - 1 кг) при транспортировке в течение 4 - 6 суток (температура воды 3 - 8 °С) доводят до 3300 экз., а судака - до 500 - 800 экз.

Таблица 9 - Пороговое содержание растворенного в воде кислорода для пресноводных рыб

Вид рыбы	Содержание кислорода, мг/л (при 10 °С и ниже)
Карп разновозрастной	0,7-1,0
молодь	1,7-2,7
Карась разновозрастной	0,07-0,09
Лещ разновозрастной	0,4-1,1
Пелядь разновозрастной	0,7-1,1
Сиг чудский личинки	1,3-1,8
разновозрастной	0,8-0,8
Форель разновозрастная	
при 6 °С	0,8
при 10 °С	1,3-1,8
Лосось годовики	0,7-0,8
молодь	0,8-1,3
личинки	0,8-2,1
Окунь разновозрастной	0,1-0,3
годовики	0,5-1,0
молодь	0,5-1,3
личинки	1,4-1,8
Судак разновозрастной	0,4-0,6
годовики	0,4
молодь	1,5
личинки	1,8-2,0

Для поддержания в транспортировочных емкостях удовлетворительных условий содержания рыбы необходима постоянная аэрация воды. При длительных перевозках транспорт помимо основного компрессора должен иметь запасной автономный бензокомпрессор или запас баллонного кислорода. Оптимальным содержанием кислорода в воде во время перевозки рыбы считается 7 - 8 мг/л, его снижение до 3 мг/л свидетельствует о критическом состоянии рыбы.

Таблица 10 - Плотность посадки лососевых рыб (кг) в живорыбную автомашину

Средняя масса особи, г	Температура воды, °С								
	10	15	10	15	10	15	5	10	15
	в течение, ч								
	12	14	14	18	18	27	16	25	40
	При 6 мг О ₂ /л		При 7 мг О ₂ /л		При 8 мг О ₂ /л		При 9 мг О ₂ /л		
0,5	-	-	-	-	-	30	-	-	20
1	-	-	-	-	-	30	-	-	20
5	-	-	-	-	-	40	-	-	20
10	-	70	-	60	-	40	-	70	20
20	-	90	-	70	100	50	-	80	30
40	-	90	130	70	120	50	-	90	30
80	-	100	160	80	130	50	-	90	30
100	-	100	170	80	130	50	-	90	30
200	180	110	170	80	130	60	-	100	30
500	230	110	190	80	150	60	260	110	30
1000	240	120	200	90	180	60	350	110	40

В большинстве специализированных транспортных средств предусмотрена термоизоляция. Перевозка рыбы в живорыбных вагонах может осуществляться при температурах воздуха от минус 40 °С до 30 °С.

Дальние перевозки рыбы и икры осуществляют также с помощью самолетов.

Перевозка в садках и прорезях. В ряде случаев производителей (в основном, сиговых рыб) приходится перевозить в живорыбных садках.

Живорыбный садок объемом 5 м³ имеет каркас из угловой стали, диаметром 50 мм, а стенки из деревянных реек (40 х 20 мм). Каркас крепят между двумя металлическими понтонами и при помощи червячной передачи поднимают и опускают на разную глубину (в пределах 1 м). Минимальная осадка понтонов 0,2 м. Длина всего сооружения 6 м., ширина 2,2 м., высота понтонов 0,6 м., осадка - 1м. Садок приводится в движение подвесным лодочным мотором мощностью 20 л.с. За рейс перевозят до 2 тыс. экз. произ-

водителей пеляди, масса особей которой в среднем составляет 400 - 700 г.

Таблица 11 - Плотность посадки осетровых рыб (кг) в живорыбную автомашину

Средняя масса особи, г	Температура воды, °С									
	15	20	15	20	15	20	10	15	5	10
	в течение, ч									
	13	16	16	20	20	40	22	40	40	40
	При 6 мг О ₂ /л		При 7 мг О ₂ /л		При 8 мг О ₂ /л		При 9 мг О ₂ /л		При 10 мг О ₂ /л	
0,5	70	40	60	30	40	10	70	30	70	40
1	80	40	60	30	40	20	80	30	80	50
3	90	50	80	40	60	20	90	30	90	60
5	100	60	90	40	60	20	100	30	100	60
10	110	60	100	40	70	20	110	40	110	70
20	130	70	110	50	80	30	130	40	130	80
40	140	80	130	60	90	30	140	40	140	90
60	150	90	140	60	100	30	150	40	150	100
80	160	90	140	60	100	40	160	40	160	100
100	170	100	150	70	100	40	170	50	170	100
200	180	100	150	70	110	40	180	50	180	110
500	200	110	160	80	120	40	190	60	220	110
800	230	120	180	80	130	40	210	60	240	120
1000	240	120	190	80	130	50	220	70	250	130
3000	270	140	210	100	150	50	240	80	360	140
5000	300	150	230	110	160	60	280	90	400	170
8000	310	170	250	120	160	60	300	100	400	180
10000	330	170	260	120	180	70	310	100	400	190

Часто для перевозки производителей используют специальные суда - прорези.

Это вид транспортировки самый простой и экономичный. В то же время она связана с возможностью заражения при контактировании с забортной водой. В прорезях можно также перевозить и молодь (таблица 12).

Таблица 12 - Нормы посадки в прорези с полезными объектом 30 м³

Вид рыб	Производители, шт	Молодь, тыс. шт.
Белуга	5	50-60
Осетр	10	50-60
Севрюга	16	50
Шип	10-12	50
Каспийский лосось	40	-
Белорыбца	20	-
Сазан	1500-2000	500-600
Лещ	2000-2500	1000-1500
Судак	800-1000	200-300
Рыбец	7000-7700	-

В настоящее время широко используются самоходные суда типа «Аквариум», «Осетр», «Белуга», что позволяет избежать контакта перевозимой рыбы с заборной водой.

Вопросы для самопроверки:

1. Какое оборудование используется для транспортировки икры и спермы?
2. Какие транспортные средства используются для перевозки личинок?
3. Какая оптимальная температура для перевозки весной, осенью, летом?
4. Каким образом осуществляется перевозка автотранспортом?
5. Как осуществляется перевозка в садках и прорезях?

12 Лабораторная работа № 12

Биологические основы рыбохозяйственной мелиорации

Цель работы: изучить биологические основы рыбохозяйственной мелиорации естественных и искусственных водоемов.

Оборудование и материалы: методические указания, плакаты, таблицы, фотографии.

Задание:

1. Изучить основные типы рыбохозяйственной мелиорации и проводимые мероприятия.
2. Изучить процесс аэрации воды.
3. Изучить методы борьбы с зарастанием водоемов.
4. Изучить способы борьбы с заилением.
5. Оценить возможность борьбы с врагами и конкурентами рыб.

Теоретический материал

При выращивании рыбы в прудах и водоемах комплексного назначения необходимо создавать условия для развития естественной кормовой базы. Это способствует увеличению выхода рыбоводной продукции.

Рыбохозяйственная мелиорация - это комплекс технических, химических и биологических мероприятий, которые улучшают природные условия водоемов для обитания рыб и кормовых организмов, а также рыбохозяйственное использование водоемов.

Рыбоводная мелиорация подразделяется на рыбоводнотехническую (борьба с зарастанием высшей водной растительностью и заилением водоема, улучшение условий водоснабжения и аэрации воды) и агорыбоводную (известкование, летование прудов и рыбосевооборот).

Б.И. Черфас (1956) выделил в рыбохозяйственной мелиорации **коренные мероприятия**, приводящие к глубоким изменениям режима водоема (их воздействие рассчитано на длительное время), и **текущие**, требующие постоянного повторения [17].

Коренные мероприятия по улучшению гидрологического режима

водоемов - строительство и модернизация гидротехнических сооружений для повышения уровня воды. Такие мероприятия позволяют проводить эффективную текущую мелиорацию.

Кроме того, выделяют механическую, химическую и биологическую мелиорацию.

Техническая (механическая) мелиорация может включать следующие коренные мероприятия:

- создание плотин, дамб для улучшения гидрологического режима водоема;
- углубление каналов между озерами, с целью улучшения гидрологического режима, снижения солености воды, улучшения миграции рыб;
- создание шлюзов на водоемах; дноуглубительные мероприятия;
- лесопосадки в береговой зоне водоемов выращивания рыбы для улучшения гидрологического режима и привлечения кормовых организмов, в частности насекомых.

Текущие мелиоративные мероприятия включают следующее:

- аэрация воды с помощью специального оборудования;
- механическая обработка ложа прудов в летний период для рыхления, а также вспашка ложа прудов после сброса воды и отлова выращенной рыбы;
- удаление излишней растительности прудов механическим путем;
- поддержание тоновых участков на водоемах в рабочем состоянии.

Химическая мелиорация (коренные мероприятия) включает внесение икhtiоцидов, разрешенных органами здравоохранения к применению в рыбном хозяйстве, для преобразования состава местной икhtiофауны.

Текущая химическая мелиорация включает:

- внесение извести, органических и минеральных удобрений;
- внесение гербицидов, разрешенных к применению.

К коренной биологической мелиорации относят акклиматизацию какого-то вида рыб с целью его естественного воспроизводства, а также для реконструкции икhtiофауны водоема. Кроме того, сюда можно включить акклиматизацию беспозвоночных организмов, служащих кормом для рыб.

Текущая биологическая мелиорация включает систематические посадки молоди ценных видов рыб в водоемы в моно- или поликультуре с целью выращивания товарной рыбы.

Аэрация воды

Одним из важных мероприятий по мелиорации является аэрация воды. Аэрация прудов в процессе выращивания молоди рыб по интенсивной технологии позволяет:

- снизить температурные, кислородные и химические различия в зоне аэрации;
- усилить теплообмен воды с атмосферой;
- ускорить деструкцию органического вещества в воде и иле;
- обеспечить развитие зеленых водорослей; увеличить эффективность потребления корма рыбами и скорость их массонакопления;
- повысить самоочистительную способность водоемов.

Недостаточное количество кислорода в рыбоводных прудах может привести к заморным явлениям, особенно в жаркое время года. Во избежание этого негативного фактора применяют аэрирование воды различными способами.

Механическое аэрирование осуществляют с помощью аэраторов (разбрызгивающие, перелопачивающие и нагнетающие). Разбрызгивающие - дождевальные установки, вертушки, колеса с лопастями (таблица 118). Аэраторы второго типа перемешивают воду с помощью винтов или гребных колес. Нагнетающие аэраторы - это компрессоры.



Рисунок 118 - Поверхностный аэратор AQUA-Hobby

Биологическое аэрирование воды осуществляется для стимулирования развития организмов фитопланктона. В прудах и водоемах с сильным развитием водорослей наибольшая концентрация растворенного кислорода и наименьшая - углекислоты наблюдается днем. Ночью увеличивается количество углекислоты. Сильное развитие в пруду синезеленых водорослей, сопровождающееся цветением воды, за ночь может резко сократить запасы кислорода. Развитие одноклеточных зеленых водорослей предпочтительнее. При массовом развитии зеленых водорослей насыщение воды кислородом может достигать до 300 % насыщения. Регулируя развитие этих водорослей и выращивая в прудах белого толстолобика, можно обойтись без механических средств аэрирования воды для поддержания оптимального насыщения воды кислородом.

Химическое аэрирование проводят крайне редко, лишь в случаях, когда требуется незамедлительно повысить уровень кислорода в водоеме. Для этого в воду вносят химические реагенты, такие как перекись водорода, перекись кальция, марганцовокислый калий и марганцовокислый натрий, надсернистый аммоний и др. При внесении в воду 4,5 кг перекиси кальция выделяется 2 кг кислорода.

Хорошие результаты получают при внесении марганцовокислого калия или марганцовокислого натрия в концентрации 0,28 г/м³. При этом повышается уровень кислорода в воде, а также быстро окисляется органическое вещество, что благотворно влияет на гидрохимический режим водоема.

Кроме того, в пруды можно вносить негашеную известь.

Борьба с зарастанием водоемов

Растительность - компонент водной экосистемы, который оказывает воздействие на биологический режим пруда. Водные растения являются кормом, субстратом для откладывания икры, средой для обитания молоди рыб и развития кормовой базы.

Площадь рыбоводных прудов, занятая растительностью, не должна превышать 20-25 % зеркала воды. Сильное зарастание водоема макрофитами снижает проникновение солнечных лучей в толщу воды, тем самым, ухудшая его температурный режим, условия для проведения контрольных обловов и

эффективность мелиоративных мероприятий.

Во избежание зарастания макрофитами можно повышать уровень воды в пруду, однако это не всегда приемлемо из-за ограничения уровня воды высотой дамб.

Для борьбы с растительностью применяют механический и биологический методы.

Механический метод заключается в удалении излишней растительности с помощью специальных механизмов (ручные цепные косы, камышекосилки «Эзокс», «Медведка» (рисунок 119), ВМЖ- 200).



Рисунок 119 - Камышекосилка «Медведка» Н19-ИМБ

Водную растительность выкашивают, выдерживают в воде 2-3 дня с целью обогащения воды биогенами, затем удаляют из пруда. В течение сезона необходимо проводить 2-3 выкашивания высшей водной растительности.

В прудах, где содержится избыточное количество азотистых веществ, развивается нитчатка. Эти водоросли опасны для личинок рыб, так как они могут запутаться в нитях водорослей и погибнуть. Поэтому рекомендуется незамедлительно удалять водоросли с помощью сачков, бредней.

Также применяют метод АзНИРХ, который включает вспашку ложа и посев сельскохозяйственных культур. Эти культуры являются конкурентами высшей водной растительности и не дают возможности для ее развития.

Механический метод борьбы с зарастанием водоемов является

трудоемким и энергоемким, поэтому целесообразно проводить данные мероприятия с помощью биологических объектов.

Биологический метод очистки водоемов от высшей водной растительности является экономически выгодным и эффективным, особенно в южных районах нашей страны. Данный метод, заключается в зарыблении водоемов растительноядными видами, а также можно проводить выращивание водоплавающей птицы (уток и гусей), нутрий, ондатр.

Белый амур обладает широким спектром питания. При температуре воды 22-28 °С он способен потребить объем растений, равный своей массе. Однако белый амур при недостаточном развитии кормовой базы может переходить на питание планктоном, т.е. становится конкурентом в питании с другими видами рыб. Поэтому необходимо соблюдать плотность посадки амура при использовании поликультуры. Оптимальная плотность посадки составляет 50-100 шт/га годовиков амура при средней зарастаемости прудов и 100-200 шт/га при высокой зарастаемости.

Также можно использовать белого и пестрого толстолобиков для борьбы с водной растительностью. Отфильтровывая большое количество фитопланктона, детрита и других органических веществ, толстолобики изменяют биопродукционные процессы, ускоряют круговорот веществ и энергии, улучшают гидрохимический режим и санитарное состояние водоема. Плотность посадки толстолобиков в пруды составляет 2-4 тыс. шт/га.

В средней полосе России эффективным мелиоратором являются утки. Плотность выращивания должна составлять 100-200 гол/га водной площади. Также используются гуси при плотности посадки 50-100 гол/га.

Борьба с заилением

При эксплуатации рыбохозяйственных водоемов происходит накопление иловых отложений. Это происходит в результате осаждения мути, продуктов жизнедеятельности водных организмов, отмирания растительности в водоемах. Слой ила толщиной 20-30 см необходим в водоеме для развития животных организмов, являющихся пищей для рыб. Большее количество ила содержит грубые остатки клетчатки, что приводит к ухудшению условий выращивания рыбы. В заиленных водоемах ухудшается кислородный режим, возрастает кислотность грунта и воды, снижается продуктивность.

Существуют следующие способы борьбы с заилением:

- склоны водосборной площади вспахивают в горизонтальном направлении, что уменьшает смыв почвы;
- проводят насаждение лесных полос на водосборной площади;
- на берегах водоемов, где выращивают рыбу, проводят посев трав;
- на водозаборные сооружения ставят фильтры для очистки воды;
- водоемы для выращивания рыбы периодически выводят на летование.

В это время проводят очистку ложа пруда от ила. В нагульных прудах летование проводят каждые 5-6 лет. Осушенными водоемы остаются в течение 1-2 лет. В этот период проводят мелиоративные работы, проводят восстановление водосборной и осушительной сетей. Во время осушения под влиянием воздуха, света и тепла минерализуются иловые отложения и погибают враги и паразиты рыб.

В мальковых и выростных прудах перед заливом проводят дискование ложа водоемов, вносят известь, вследствие чего ускоряется минерализация органического вещества.

Кроме того, можно использовать рыбосевооборот. При выращивании на осушенных прудах ячменя, пшеницы, кукурузы, сорго, бахчевых и овощных культур, в донных отложениях снижается количество азотсодержащих соединений, увеличивается количество биогенных элементов. После этого не наблюдается токсичности почвы. В почве происходит развитие нитрифицирующих бактерий, которые являются конкурентами патогенной для рыб микрофлоры, уменьшается количество моллюсков - промежуточных хозяев гельминтов рыб, погибают споры и цисты простейших и других патогенных организмов. Рыбосевооборот улучшает гидрохимические и гидробиологические показатели водоемов, снижается зарастаемость высшими водными растениями.

Борьба с врагами и конкурентами рыб

При заливке рыбоводных прудов из источника водоснабжения в них может попасть сорная и хищная рыба, а также хищные водные насекомые.

Конкурентами в питании карпа являются верховка, ерш, пескарь, золотой и серебряный карась и др. рыбы, вследствие чего происходит снижение продуктивности водоема. Кроме того, вместе с сорной рыбой в водоем могут

быть занесены болезни. При наличии в водоеме таких видов рыб, как окунь, ерш, щука наблюдается уничтожение выращиваемой рыбы. Особенно опасно попадание хищных рыб в нерестовые, мальковые и выростные пруды, где они поедают молодь.

Молоды рыб также могут наносить ущерб беспозвоночные. В осетровых прудах большой вред наносят листоногие рачки, щитни и лептостерии, которые являются конкурентами в питании молоди. Для борьбы с ними используют хлорную известь и гипохлорид калия. Их вносят в воду с помощью хлоратора, установленного на лодку.

Ущерб могут наносить циклопы, жуки и их личинки, поедая икру рыб. Так, жук-водолуб поедает за сутки третью часть икринок. Личинки стрекоз могут поедать молодь. Для уничтожения насекомых вносят ПАВ (поверхностно-активные вещества). При внесении ВЖС (высшие жирные спирты) на поверхности воды образуется пленка, вследствие чего нарушается обмен газообмен воды.

ВЖС вносят три раза: в первые дни после заливки прудов, в середине и в конце подращивания из расчета 0,7-1,0 кг/га.

Через 2-3 часа после внесения в пруды ВЖС погибают насекомые, дышащие атмосферным воздухом. На гидробионтов ВЖС токсического действия не оказывает. За счет использования ВЖС выход личинок рыб увеличивается на 15-20 %.

Наиболее эффективный метод предотвращения попадания сорной и хищной рыбы, а также водных насекомых в пруды является применение заградительных решеток (рыбосорозуловителей), которые устанавливают на водоподводящей системе.

Решетки изготавливают из сетки, металлических прутьев или деревянных реек. Предотвратить попадание в нерестовые пруды и инкубационные цехи вместе с водой врагов и вредителей рыб можно, используя ящики-фильтры. Они представляют собой деревянный каркас, дно и боковые стенки которого выложены керамическими пластинками. Также используют гравийнопесчаные фильтры.

С целью уничтожения сорной рыбы применяют также биологические средства. Для этого в прудах с карпом выращивают хищных рыб (сома, щуку, судака).

Химические средства применяют в не полностью спускных прудах, ямах

после вылова карпа. Для этого вносят хлорную известь из расчета концентрации свободного хлора 0,5 - 1 мг/л. При этом вся рыба погибает. После такой процедуры вода быстро дехлорируется, через 3-5 ч в ней остаются следы хлора, а через сутки хлор исчезает полностью.

Большой ущерб наносят земноводные. Лягушки способны поедать большое количество молоди рыб, а головастики - зоопланктон. Основной метод борьбы с земноводными - отлов отцеживающими орудиями лова.

Ущерб могут наносить рыбоядные птицы (чайки, бакланы, цапли). Борьбу ведут экологическими методами - уничтожают прошлогоднюю растительность, разрушают кладки яиц, устанавливают отпугивающие устройства, можно воспроизводить магнитофонную запись с отпугивающими криками птиц, предупреждающими об опасности.

Вопросы для самопроверки:

1. Объясните понятие рыбохозяйственной мелиорации.
2. Назовите основные типы рыбохозяйственной мелиорации.
3. Какие мероприятия включает техническая мелиорация?
4. Какие способы аэрации воды вы знаете? Как и когда они осуществляются?
5. Назовите методы борьбы с зарастанием водоемов. Как очищают водоемы с помощью биологического метода?
6. Перечислите способы борьбы с заилием.
7. Как борются с врагами и конкурентами рыб в водоемах?

Список использованных источников

1. Александров, С.Н. Прудовое рыбоводство: Биология прудовых рыб. Кормление и селекция. Болезни и вредители / С.Н. Александров, В.В. Пожидаев. – М.: АСТ, Сталкер, 2005. – 240 с.
2. Богданов, Н.И. Прудовое рыбоводство / Н.И. Богданов, А.Ю. Асанов. – Пенза: Пензенский НИИСХ, 2011. – 89 с.
3. Воробьев, В.И. Микроэлементы и их применение в рыбоводстве / В.И. Воробьев. – М.: Наука, 1983. – 255 с.
4. Власов, В.А. Рыбоводство / В.А. Власов. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 352 с.
5. Грищенко, Л.Н. Болезни рыб и основы рыбоводства / Л.Н. Грищенко, М.Ш. Акбаев, Г.В. Васильков. – М.: Колос, 1999. – 456 с.
6. Детлаф, Т.А. Развитие осетровых рыб / Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург, О.И. Шмальгаузен. – М.: Наука, 1981. – 224 с.
7. Иванов, А.А. Физиология рыб / А.А. Иванов. – СПб.: Издательство «Лань», 2011 – 288 с.
8. Кауфман, З.С. Эмбриология рыб / З.С. Кауфман. – М.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
9. Максеева, А.П. Эмбриология рыб / А.П. Максеева. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 216 с.
10. Опыт выращивания осетровых рыб в условиях замкнутой системы водообеспечения для фермерских хозяйств / Г.Г. Матишов, Д.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, В.А. Лужняк, В.Г. Чипинов, М.В. Коваленко, А.В. Казарникова. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. – 72 с.
11. Основы осетроводства в условиях замкнутого водообеспечения для фермерских хозяйств / Г.Г. Матишов, Д.Г. Матишов, Е.Н. Пономарева, М.Н. Сорокина, А.В. Казарникова, М.В. Коваленко. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. – 112 с.
12. Пономарев, С.В. Индустриальная аквакультура : учеб. для вузов / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. - Астрахань: Изд-во ИП Грицай Р.В., 2006. - 312 с.
13. Серпунин, Г.Г. Биологические основы рыбоводства / Г.Г. Серпунин. - М.: Колос, 2009. - 384 с.

14. Серпунин, Г.Г. Искусственное воспроизводство рыб: учебник. / Г.Г. Серпунин. - М.: Колос, 2010. - 256 с.
15. Скляров, В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре / В.Я. Скляров. - М.: Издательство ВНИРО, 2008. - 150 с.
16. Скляров, В.Я. Биологические основы рационального использования кормов в аквакультуре / В.Я. Скляров, Н.А. Студенцова. - М.: ФГНУ «Росинфомагротех», - 2001. - 55 с.
17. Скляров, Г.А. Рыбоводство / Г.А. Скляров. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. - 345 с.
18. Щербина, М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин - М.: Изд-во ВНИРО, 2006. - 360 с.
19. Яржомбек, А.А. Физиология рыб / А.А. Яржомбек. - М.: Колос, 2007. - 160 с.