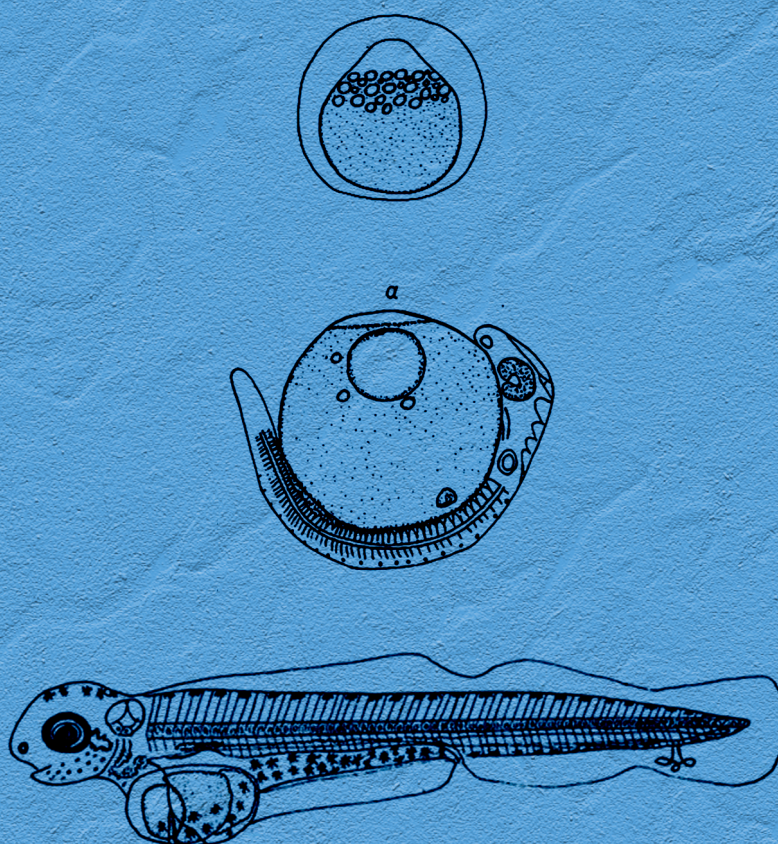


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»

ЭТАПНОСТЬ РАННЕГО ОНТОГЕНЕЗА ОСЕТРОВЫХ, ЛОСОСЕВЫХ, СИГОВЫХ, КАРПОВЫХ РЫБ

Учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Государственный аграрный университет Северного Зауралья»
Институт биотехнологии и ветеринарной медицины
Кафедра водных биоресурсов и аквакультуры

**ЭТАПНОСТЬ РАННЕГО ОНТОГЕНЕЗА
ОСЕТРОВЫХ, ЛОСОСЕВЫХ, СИГОВЫХ,
КАРПОВЫХ РЫБ**

Учебное пособие

Текстовое (символьное) электронное издание

Редакционно-издательский отдел ГАУ Северного Зауралья

Тюмень 2024

© А. В. Бакина, Н. В. Смолина, составление, 2024
© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

ISBN 978-5-98346-194-9

УДК 639.3
ББК 47.28

Рецензенты:

доцент, ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет», кандидат биологических наук О. А. Алешина;
ихтиолог-рыбовод, ООО «Пышма-96», кандидат биологических наук П. В. Исаков

Этапность раннего онтогенеза осетровых, лососевых, сиговых, карповых рыб : учебное пособие / авторы-составители А. В. Бакина, Н. В. Смолина. – Тюмень : ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024. – 70 с. – URL: <https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2024/bakina-smolina.pdf>. – Текст : электронный.

Учебное пособие включает как текстовую, так и визуальную информацию о специфике различных этапов и стадий эмбрионального, личиночного и малькового периодов онтогенеза представителей семейств осетровых, лососевых, сиговых или карповых рыб на примере одного вида.

Учебное пособие представляет интерес для рыбоводов, ихтиологов, экологов, гидробиологов, а так же других специалистов биологической направленности, деятельность которых связана с изучением и практическим применением сведений о морфологических, физиологических и экологических особенностях ранних стадий развития рыб вышеуказанных семейств.

Учебное пособие предназначено для обучающихся высших учебных заведений направления подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура, а также будет полезно для обучающихся других уровней высшего образования, осваивающих дисциплины биологического профиля и преподавателей.

Учебное пособие рекомендовано к изданию методической комиссией Института биотехнологии и ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья» (протокол № 3 от 27 ноября 2024 г.)

Текстовое (символьное) электронное издание

© А. В. Бакина, Н. В. Смолина, составление, 2024

© ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ РАННЕГО ОНТОГЕНЕЗА ОСЕТРОВЫХ РЫБ	6
1.1. Начальная информация	6
1.2. Эмбриональный период	6
1.3. Предличиночный период	20
1.4. Личиночный период	23
1.5. Мальковый период	23
1.6. Нарушения в эмбриональном и постэмбриональном периодах развития осетровых рыб	24
ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ РАННЕГО ОНТОГЕНЕЗА ЛОСОСЕВЫХ РЫБ	28
2.1. Начальная информация	28
2.2. Эмбриональный период развития	28
2.3. Личиночный период развития	32
2.4. Мальковый период развития	34
2.5. Критические этапы в развитии лососевых рыб	35
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ РАННИХ ПЕРИОДОВ РАЗВИТИЯ СИГОВЫХ РЫБ	37
3.1. Начальная информация	37
3.2. Эмбриональный период	38
3.3. Постэмбриональный (предличиночный) период	45
3.4. Личиночный период	46
3.5. Мальковый период	46
3.6. Нечувствительные стадии эмбрионального развития сиговых рыб	47
ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ РАННИХ ПЕРИОДОВ РАЗВИТИЯ КАРПОВЫХ РЫБ	48
4.1. Начальная информация	48
4.2. Эмбриональный период белого амура	48

4.3. Предличиночный период белого амура	51
4.4. Личиночный период белого амура	53
4.5. Мальковый период белого амура	54
4.6. Эмбриональный период белого толстолобика	55
4.7. Предличиночный период белого толстолобика	57
4.8. Личиночный период белого толстолобика	58
4.9. Мальковый период белого толстолобика	59
4.10. Видовые различия и аномалии в развитии растительноядных карповых рыб	60
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	64
ГЛОССАРИЙ	68

ВВЕДЕНИЕ

Изучение ранних стадий развития рыб имеет важное научное и практическое значение. Известно, что именно на ранних этапах жизни рыб: эмбриональном, личиночном и мальковом периодах складывается специфика взаимодействия с условиями среды и репродуктивный потенциал особи [1, 2], а на популяционном и биогеоценотическом уровнях формируются параметры численности поколений [3, 4].

В современной научной литературе широко представлены сведения о факторах, влияющих на скорость эмбрионального, личиночного и малькового развития рыб в природных условиях на различных участках ареала и при культивировании [5-13]. Такие факторы как температурный и газовый режимы, освещённость, солёность, а также сведения об устойчивости эмбрионов к стрессирующим воздействиям, в первую очередь, к механическому влиянию и действию разнообразных химических веществ, учитываются при проведении работ по искусственному воспроизводству ценных видов рыб и в товарном рыбоводстве, но материалы эти разрознены, что затрудняет их использование.

В практическом плане данное учебное пособие позволяет быстро получить актуальную информацию о морфологических маркерах, физиологических и экологических особенностях и аномалиях определённых стадий развития рыб из семейств осетровые, лососевые, сиговые и карповые.

Учебное пособие предназначено для освоения дисциплин «Биологические основы рыбоводства», «Ихтиология» и других, студентами высших учебных заведений направления подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура. Учебное пособие составлено в соответствии с требованиями ФГОС ВО и Профессионального стандарта «Специалист по водным биоресурсам и аквакультуре». Рекомендовано к широкому использованию в учебном процессе ВУЗов биологического направления, а также в профессиональной деятельности ихтиологов при исследовании естественных водных объектов и в разнообразных аспектах деятельности рыбоводов.

ГЛАВА 1. ОСОБЕННОСТИ РАННЕГО ОНТОГЕНЕЗА ОСЕТРОВЫХ РЫБ

1.1. Начальная информация

Особенности эмбрионального, предличиночного, личиночного и малькового периодов развития осетровых рыб рассмотрены на примере русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833 (латинское название вида взято с электронного ресурса «Позвоночные животные: обзор» [14]) с использованием сведений из различных учебных и научных публикаций [15-20].

Икринки осетровых рыб имеют сферическую или слегка эллипсоидную форму, диаметр колеблется от 2 до 4 мм, окрашены в коричневато-серый цвет. Пигмент в яйце распределён неравномерно. На анимальном полюсе имеется светлое «полярное» пятно, которое окружено тёмным кольцом и располагающимися ниже светлым и тёмным кольцами. Остальная часть яйца равномерно темная (рис. 1).

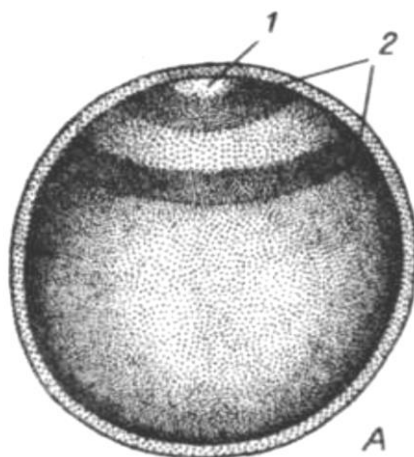


Рисунок 1 - Яйцо осетра до оплодотворения:

1 - полярное пятно, 2 - пигментные кольца

1.2. Эмбриональный период

В эмбриональном развитии осетровых рыб выделяют пять последовательных этапов, включающих 35 стадий.

1 этап - оплодотворение (1-3-я стадии).

Оплодотворение яйца вызывает кортикальную реакцию, наружная оболочка яиц становится клейкой и прочной. Через несколько минут наблюдается поворот яйца: вегетативное полушарие переходит вниз, а анимальное вверх. Затем между анимальной областью и оболочками создаётся перивителлиновое пространство. Происходит трансформация анимальной области яйца: тёмные пигментные кольца постепенно стягиваются к центру, образуя тёмное скопление, а светлое полярное пятно исчезает или сильно уменьшается в размере (рис. 2).

Некоторое время спустя после оплодотворения на краю анимальной области появляется очень светлая белая полоска протяжённостью около половины окружности. Полоска эта постепенно расширяется и превращается в светлый серп. Сторона яйца со светлым серпом становится затем спинной стороной эмбриона (рис. 3).

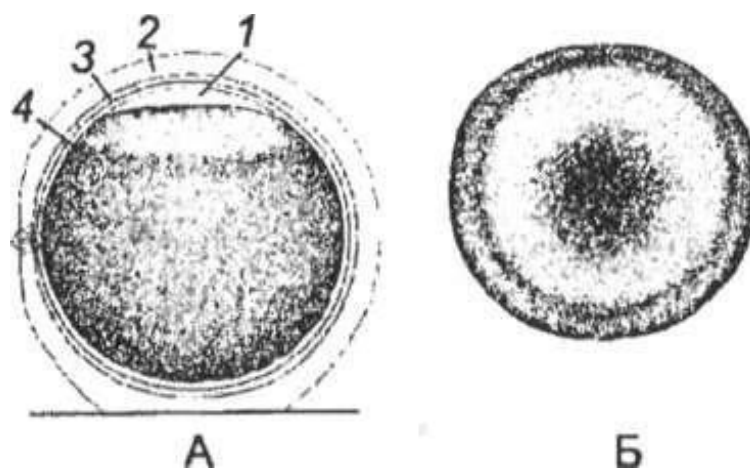


Рисунок 2 - Стадия 2 - яйцо осетра после поворота и выделения гидрофильного коллоида

А - вид с боку; Б - вид со стороны анимального полюса;

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

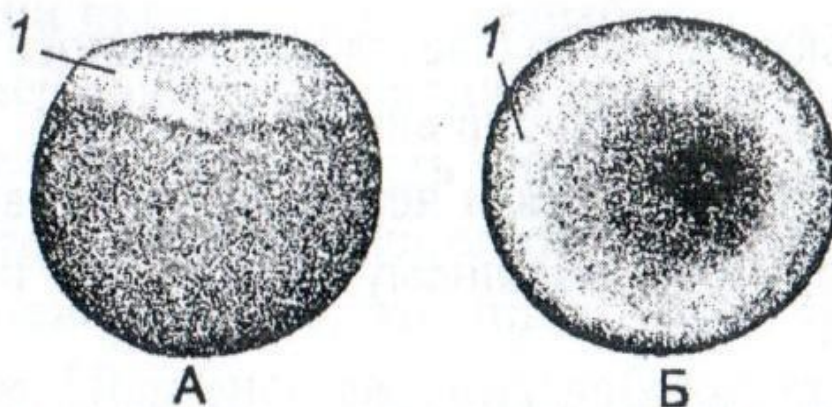


Рисунок 3 - Стадия 3 - яйцо осетра на стадии светлого серпа

А - вид сбоку; Б - вид сверху; 1 - светлый серп

II этап - дробление (4-12-я стадии).

В отличие от костистых рыб, у которых дробится только бластодиск, у осетровых делится всё яйцо. Наступление первого деления обнаруживается по появлению в области анимального полюса (ан) небольшой светлой полосы, посередине которой проходит одна тонкая тёмная линия - первая борозда дробления. Яйцо делится вначале на две части (два бластомера), потом каждая из них снова делится надвое (4 бластомера) и т.д. (рис. 4).

Стадии 6-10 - это стадии третьего, четвёртого, пятого, седьмого делений и позднего дробления.

Дробление у осетровых переходное от полного радиального к частичному дискоидальному. Первые три плоскости дробления - меридианальные.

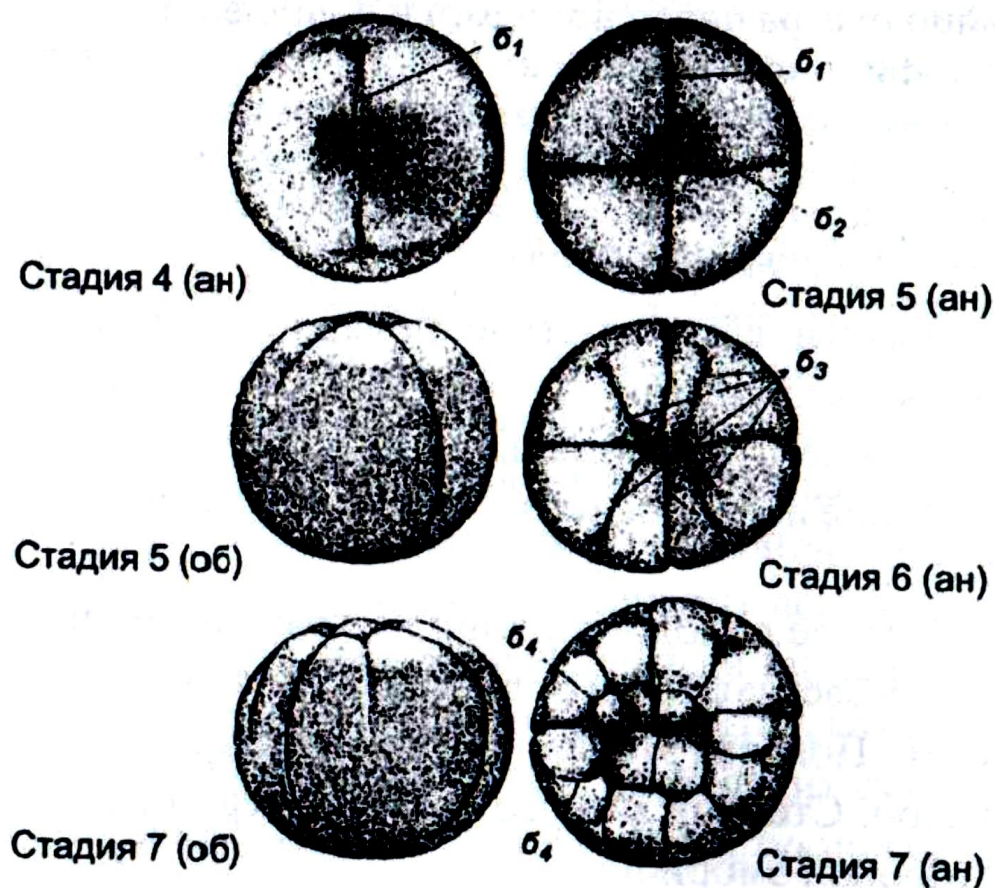


Рисунок 4 - Стадии 4 - 7 - первого, второго, третьего и четвёртого делений

б₁, б₂, б₃, б₄ - борозды первого, второго, третьего и четвёртого делений;

ан - анимальный полюс, об - вид сбоку

Дробление в вегетативной части происходит неравномерно (следствие неравномерного распределения в яйце запасных веществ), это ведёт к резкому отличию: бластомеры анимального полюса на всех стадиях дробления имеют значительно меньшие размеры, чем бластомеры вегетативного полюса. Постепенно в центре эмбриона между бластомерами накапливается жидкость, раздвигающая их, возникает полость и эмбрион приобретает строение полого шарика - бластулы (рис.5 - 8).

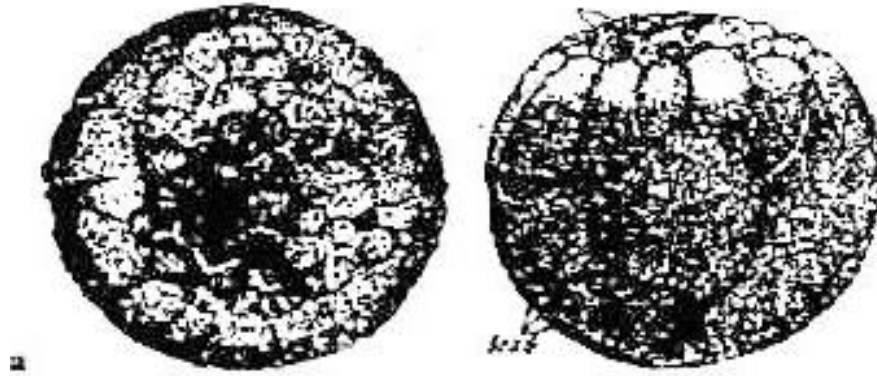


Рисунок 5 - Стадия 9 - седьмого деления (вид сверху и сбоку)



Рисунок 6 - Стадия 10 - стадия позднего дробления (вид сбоку и сверху)

1 - крупные blastomeres вегетативной области; 2 - мелкие blastomeres анимальной области

Стадия 11 - стадия ранней бластулы.

Постепенно полость бластулы (полость дробления) увеличивается, а крыша её утончается.

На стадии ранней бластулы клетки анимальной области ещё довольно велики и их можно различить при небольшом увеличении (рис. 7).

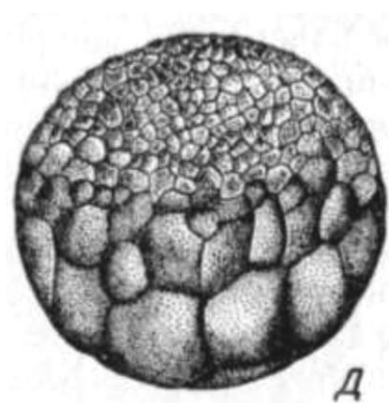


Рисунок 7 - Стадия 11 - ранней бластулы

Стадия 12 - стадия поздней бластулы.

Между мелкими анимальными и относительно крупными вегетативными бластомерами образовывается зона, носящая название краевой зоны. Именно с неё начинаются изменения, приводящие к переходу эмбриона на новый этап развития (рис. 8).

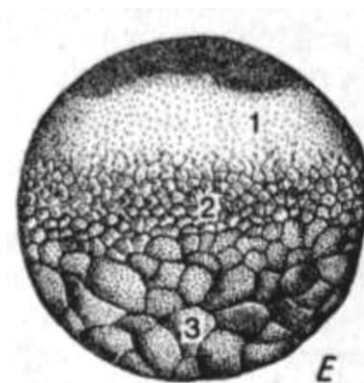


Рисунок 8 - Стадия 12 - поздней бластулы

1 - микромеры, 2 - краевая зона, 3 - макромеры

III-й этап - гаструляция (13-18-я стадии).

Гаструляция у осетровых рыб того же типа, что и у костистых, но начинается несколько позже, при обрастании (эпиболии) более 1/2 яйца.

После того как оплодотворенное яйцо превратилось в бластулу, в нем начинаются сложные перемещения: материал краевой зоны вворачивается

внутри, а светлая анимальная область разрастается и покрывает снаружи темные вегетативные клетки. Эти процессы называют гастрულიей, а зародыш в описываемый период - гастролой.

К концу гастрულიи снаружи остается только светлый материал анимальной области бластулы, который теперь покрывает всего зародыша и образует наружный слой стенки гастролы. Краевая зона и богатые желтком темные клетки вегетативной области все оказываются внутри, где они образуют внутренний, слой зародыша (рис. 9-12).

Стадия 13 - стадия начала гастрულიи.

Сначала приблизительно на уровне экватора, появляется более темная полоска, затем клетки уходят внутрь и образуется узкая щель, которая носит название первичного рта или бластопора. Щель бластопора короткая (рис. 9).

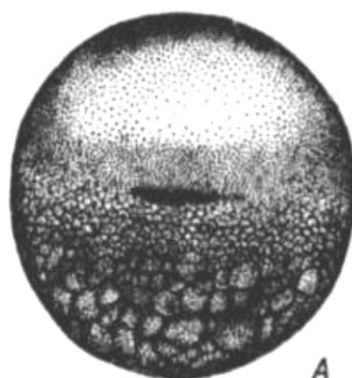


Рисунок 9 - Стадия 13 - начало гастрულიи

Стадия 14 - стадия ранней гастролы.

Щель бластопора распространяется в стороны и охватывает всё большую часть окружности эмбриона (рис. 10).

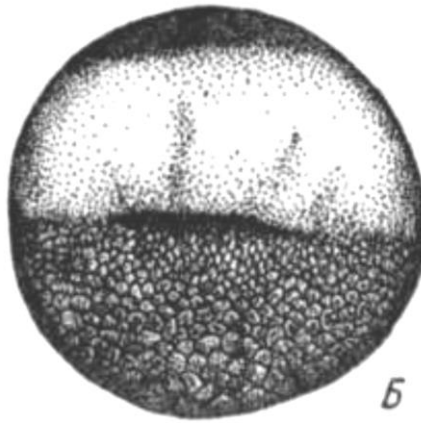


Рисунок 10 - Стадия 14 - стадия ранней гастролы

Стадия 15 - стадия средней гастролы.

На этой стадии светлый анимальный материал покрывает $2/3$ поверхности зародыша. Блостопор замыкается в кольцо (рис. 11).

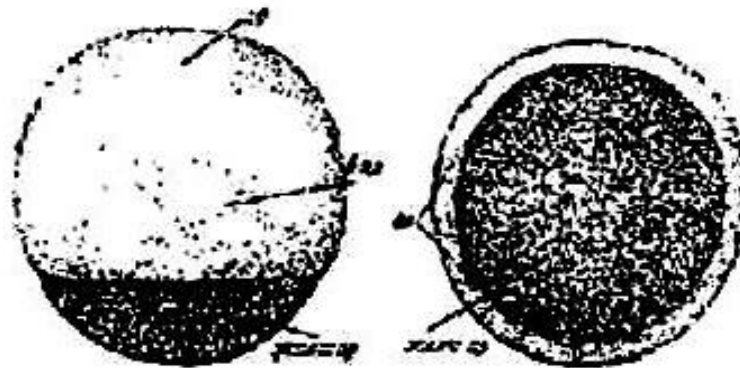


Рисунок 11 - Стадия 15 - средняя гастрולה

Стадия 16 и 17 - стадии большой и маленькой желточной пробки.

Щель бластопора замыкается в кольцо, происходит закрытие бластопора. Вся поверхность зародыша, за исключением желточной пробки, небольшого размера, покрыта светлым анимальным материалом (рис. 12).

Стадия 18 - стадия щелевидного бластопора.

Темный вегетативный материал полностью покрыт светлым анимальным (процесс гаструляции закончен). Края бластопора сомкнулись, между ними образовалась узкая щель. С этого момента начинается основное формирование эмбриона (рис. 12).

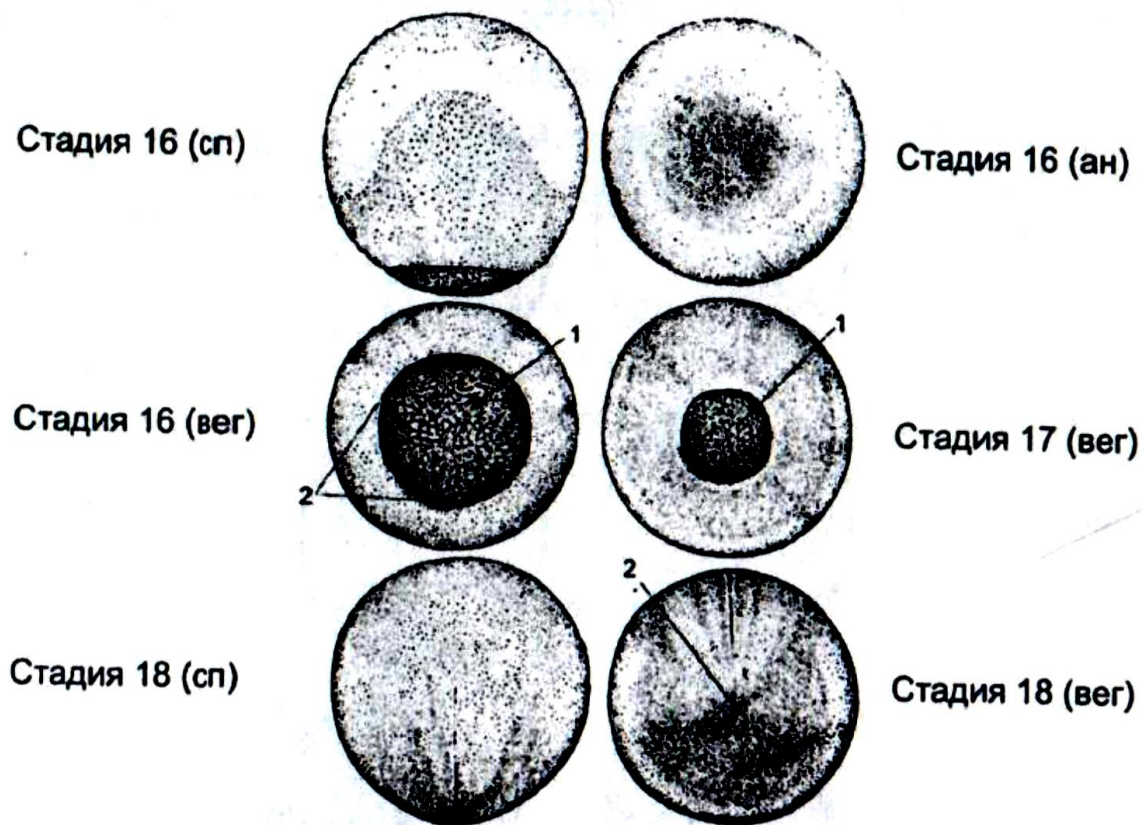


Рисунок 12 - Стадии 16-18 - стадии большой, маленькой желточной пробки и щелевидного бластопора

1 - желточная пробка; 2 - бластопор

IV-й этап - развитие эмбриона от конца гаструляции до начала пульсации сердца (19-28 стадии).

У эмбриона по окончании гаструляции постепенно формируются зачатки органов основных систем: нервной, пищеварительной и кровеносной, зачатки выделительной системы, также происходит развитие мускулатуры, хорды и нервной трубки. Зародыш на этом этапе развития неподвижен, питание эмбриона происходит за счёт желтка, дышит всей поверхностью тела.

Преобразование эмбриона в этот период развития называется нейруляцией, а сам эмбрион - нейрулой. Покровы зародыша очень тонки и полупрозрачны, поэтому внутренние органы просвечивают через них.

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 (рис. 13 А).

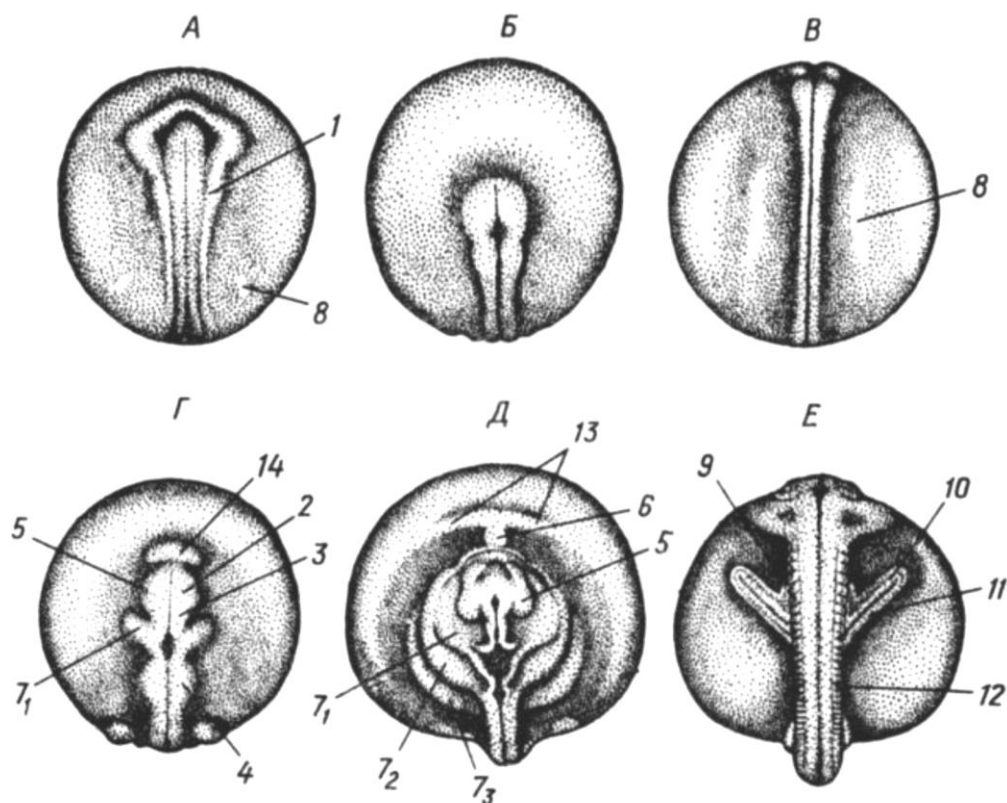


Рисунок 13 - IV этап - развитие зародыша русского осетра от конца гастрюляции до начала пульсации сердца

А - стадия широкой нервной пластинки;

Б, В - стадия поздней нейрулы - смыкание нервных валиков и образование нервной трубки (Б-головной, В-спинной отделы); Г - образование трех мозговых пузырей;

Д - слияние боковых пластинок и закладка сердца; Е - развитие предпочки;

1 - нервные валики; 2 - передний, 3- средний, 4 - задний мозговые пузыри; 5 - зачатки глаз; 6 – сердце; 7--зачатки жаберных дуг (7₁ - первой, 7₂ - второй, 7₃ - третьей пары); 8 - зачаток выделительной системы; 9 - почечные канальцы; 10 - собирательный канал; 11 - выносящий канал; 12 – сомиты; 13 - боковая пластинка; 14 - железа вылупления

Стадия 20 - стадия широкой нервной пластинки.

Нервные валики вокруг головного отдела нервной пластинки четко обозначены. В центре проходит продольный желобок, а по краям приподнимаются в виде подковы невысокие нервные валики. Расширенная передняя часть пластинки представляет собой зачаток головного мозга, а более узкая часть - будущий спинной мозг. Из нервной пластинки затем возникает нервная система. Постепенно срединная часть нервной пластинки углубляется, края правого и левого сближаются и смыкаются образуется нервная трубка. (рис. 13 Б).

Стадия 21 - стадия начала сближения нервных валиков.

Края нервной пластинки начинают сближаться, по бокам от неё становятся различимы неширокие короткие светлые полоски - обозначаются зачатки выделительной системы. Они располагаются по бокам от туловищного отдела нервной пластинки (рис. 13 В).

Стадия 22 - стадия поздней нейрулы.

Сближение нервных валиков в туловищном отделе продолжается. светлые полоски постепенно удлиняются и видны более четко (рис. 13 В).

Стадия 23 - стадия замкнувшейся нервной трубки.

Нервная пластинка свернулась в трубку, нервные валики сомкнулись, в области их слияния шов имеет вид неглубокой бороздки (рис. 13 В).

Стадия 24 - стадия появления глазных выростов и утолщения переднего конца зачатка выделительной системы.

Головной отдел нервной трубки увеличивается и делится на три мозговых пузыря - передний, средний и задний. В переднем мозговом пузыре образуются два боковых выступа - зачатки глаз. В заднем мозговом пузыре образуются - зачатки слуховых пузырьков. По бокам от переднего мозгового пузыря образуются два углубления - обонятельные ямки. Впереди головного мозга, примыкая к нему, обозначается светлая пластинка полулунной формы - зачаток железы вылупления. От головного мозга справа и слева образуются светлые

дуги, которые загибаются вперёд. Две парные дуги - зачатки скелета челюстного аппарата. Задние дуги - зачатки хрящевых жаберных дуг (рис. 13 Г).

Стадия 25 - стадия сближения боковых пластинок и образования утолщения в области зачатка хвоста.

Боковые пластинки достигли переднего конца головы, их суженные концы сближаются впереди зачатка желез вылупления; образовалось утолщение в области общего зачатка заднетуловищного отдела и хвоста (рис. 13 Г).

Стадия 26 - стадия слияния боковых пластинок и начала обособления хвостового отдела эмбриона.

Сблизившиеся ранее передние выросты боковых пластинок сливаются, в месте срастания боковых пластинок образуется коротенькая трубочка - зачаток сердца. Петля, образуемая выводным почечным каналом, значительно удлинилась. Начинается обособление зачатка хвоста, имеющего в это время форму короткой и широкой лопасти (рис. 13 Д).

Стадия 27 - стадия короткой сердечной трубки.

Начинается процесс обособления головы - зачатки головных органов, которые распластаны на брюшном отделе тела, начинают стягиваться к средне-спинной линии. Образовался зачаток сердца, имеющий вид короткой трубочки. Одновременно с ним начинают развиваться кровеносные сосуды и кровяные клетки. Зачаток хвоста удлинился и слился (рис. 13).

Стадия 28 - стадия прямой удлинённой сердечной трубки.

Зародыш неподвижен, туловищные мышцы не реагируют на раздражение сокращением. Сердечная трубка удлиняется и образует небольшой изгиб. Голова заметно приподнята. Зачаток железы вылупления приобрел палочковидную форму (рис 13 Е).

V-й этап - развитие эмбрионов от начала пульсации сердца до вылупления (29-35-я стадии).

На протяжении этапа значительно меняется внешняя форма эмбриона: происходит обособление и небольшое увеличение головы, в её основании появляется ротовая ямка, в жаберном отделе возникают наружные жаберные

карманы, также снизу, растут внутренние жаберные карманы, в процессе железа вылупления смещается на нижнюю поверхность головы.

Продолжается развитие головного мозга - появляется зачаточный мозжечок, в продолговатом мозге нейромеры (энцефаломеры), передний мозг слегка изгибается вниз; также органов чувств - по бокам от переднего мозга появляются обонятельные ямки - зачатки обонятельных мешков; размеры глаз зародыша увеличиваются; развивается хрусталик; в наружной оболочке глаза появляется пигмент. Слуховые пузырьки увеличиваются, стенки их становятся тонкими.

В процессе этапа происходят существенные изменения в хвостовом отделе эмбриона. Хвост сильно вырастает в длину, распрямляется и становится плоским, на спинной и брюшной сторонах его образуется широкая плавниковая оторочка - непарная плавниковая складка. Хвост, прижатый оболочками к желточному мешку, по мере удлинения, загибается на брюшную сторону, при этом конец его постепенно достигает сердца, головы и заходит за голову.

Желточный мешок изменяется мало, сохраняет крупные размеры имеет яйцевидную форму. Кровь бесцветная или желтовато - розовая.

Продолжается развитие нервной, мышечной и других систем эмбриона. Внутри оболочек возрастает подвижность зародыша, происходит перемешивание перивителлиновой жидкости, в связи с этим улучшаются условия дыхания эмбриона. В конце этапа у зародыша начинают функционировать железы вылупления (выделяется фермент, разрушающий яйцевую оболочку). Эмбриональная моторика в период вылупления содействуют выходу эмбриона из оболочек.

Стадия 29 - стадия образования изгиба сердечной трубки (рис. 14).

Стадия 30 - конец хвоста приближается к сердцу (рис. 14).

Стадия 31 - конец хвоста достигает сердца (рис. 14).

Стадия 32 - конец хвоста достигает головы (рис. 14).

Стадия 33 - конец хвоста немного заходит за голову (рис. 14).

Стадия 34 - конец хвоста достигает начала продолговатого мозга (рис. 14).

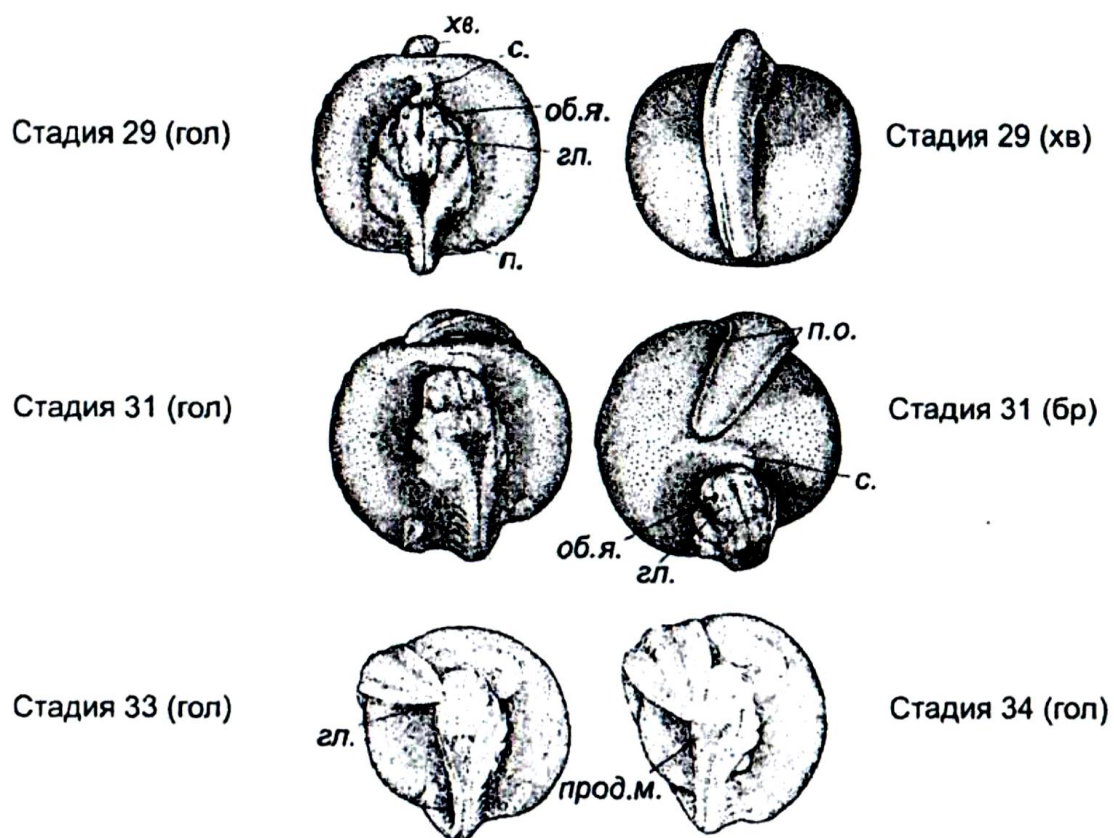


Рисунок 14 - V этап - Стадии 29 - 34

бр. - вид с брюшной стороны; гол. - вид со стороны головы; хв. - вид со стороны хвоста; гл. - глаз; с. - сердце; об.я. - обонятельная ямка; п. - петля, образуемая собирающим и выводным почечными каналами; прод. м. - продолговатый мозг;

п.о. - плавниковая оторочка

Стадия 35 - стадия начала вылупления единичных предличинок (рис. 15).

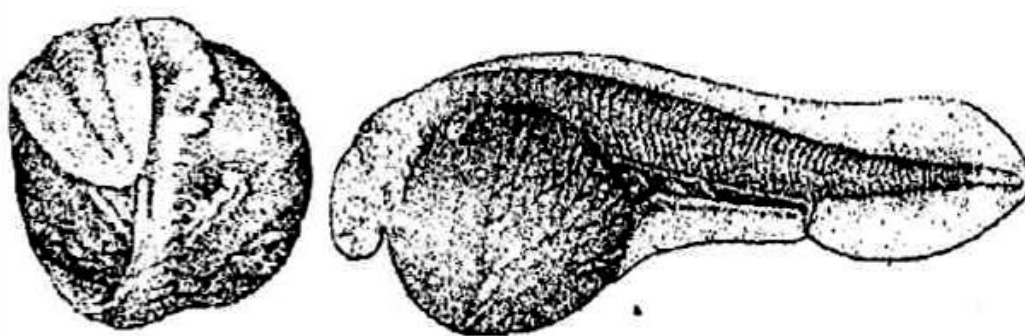


Рисунок 15 - V этап - Стадия 35 начало вылупления единичных предличинок

1.3. Предличиночный период

Для этого периода свойственно свободное состояние организма вне яйцевой оболочки и продолжение питания желтком. Вылупление предличинок из яйцевых оболочек происходит неодновременно.

Особенность этого периода - смена личиночных органов (непарная плавниковая складка, наружные жабры, запас желтка и др.) и формирование ряда признаков, которые имеют систематическое значение и характерны для взрослого организма. В этом периоде изменяются отношения развивающегося организма со средой, это сказывается на его поведении (отношении к свету, субстрату, течению и др.).

Предличиночное развитие осетровых рыб может быть подразделено на два этапа - от вылупления до начала активных дыхательных движений и от начала этих движений до перехода на смешанное питание.

1-й этап (36-40-я стадии).

Стадия 36 - предличинка на стадии массового вылупления.

Ротовое отверстие и жаберные щели отсутствуют. Видна железа вылупления, в глазах чёткое пигментное пятно, кровь розовая.

Стадия 37 - Появляются зачатки усиков. Прорывается ротовое отверстие. Начинается разделение желточного мешка на желудочный и кишечный отделы. Чётко выражены зачатки грудных плавников в виде небольших складочек кожи. Зачатки жаберных лепестков отсутствуют. Появляется зачаток боковой линии сейсмодатированной системы.

Стадия 38 - Становятся 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 1-й жаберной дуге. Боковая линия сейсмодатированной системы достигает уровня кювьерова протока.

Стадия 39 - Желудок отделён от кишечника. Обособились спинной и анальный плавники. Боковая линия сейсмодатированной системы достигает уровня

заднего края грудного плавника; появляется добавочный ряд сейсмочувствительной системы.

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

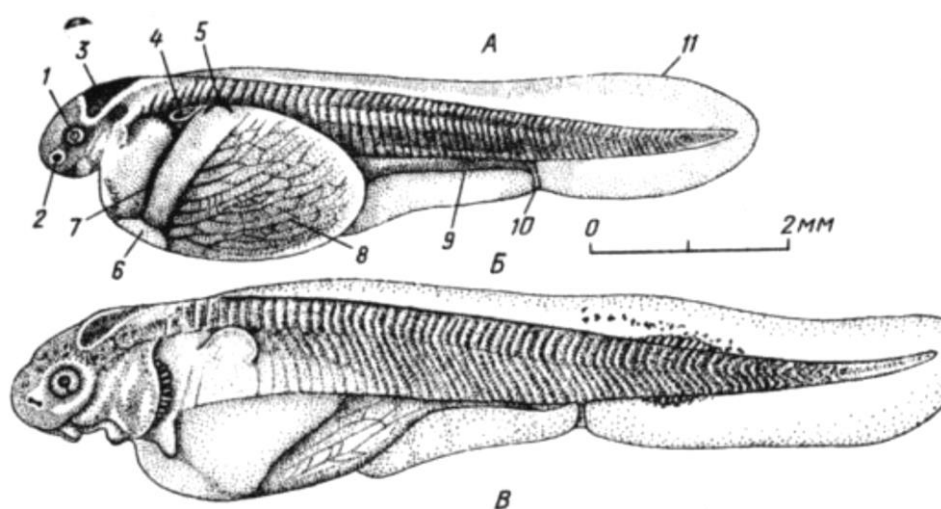


Рисунок 16 - Развитие предличинки русского осетра

А - предличинка после вылупления на I этапе - пассивная миграция;

1 - глаза, 2 - обонятельный мешок, 3 - продолговатый мозг, 4 - петля собирающего и выводящего каналов предпочки, 5 - зачаток грудного плавника, 6 - сердце, 7 - кювьеров проток, 8 - сосуды на промежуточной кишке, 9 - задняя кишка, 10-клоака, 11 - плавниковая складка. Б - предличинка на II этапе - оседания на дно

II-й этап (41-45-я стадии).

Стадия 41 - Края обонятельных лопастей смыкаются, но ещё не сращены. Движения нижней челюсти часты. Боковая линия сейсмочувствительной системы заканчивается над спиральной кишкой, её добавочный ряд заходит за заднюю границу грудного плавника; образуется короткий зачаток спинного ряда.

Стадия 42 - Появляется зачаток пилорического придатка. Лопasti обонятельного органа сращены. Боковая линия достигает уровня переднего края брюшного плавника; спинной ряд начинает изгибаться (рис. 17).

Стадия 43 - Рострум принимает горизонтальное положение. Брюшной плавник достигает края прианальной складки. Появляются зачатки вторичных лепестков в 1-й жабре. Боковая линия достигает уровня заднего края брюшного плавника, добавочный ряд заканчивается над спиральной кишкой; спинной ряд изогнут и начинает расти параллельно боковой линии (рис 17).

Стадия 44 - Основания усиков выносятся вперёд 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 общий зачаток спинных жучек. Боковая линия заходит за уровень заднего края брюшного плавника, дополнительный ряд не доходит до передней границы брюшного плавника (рис. 17).

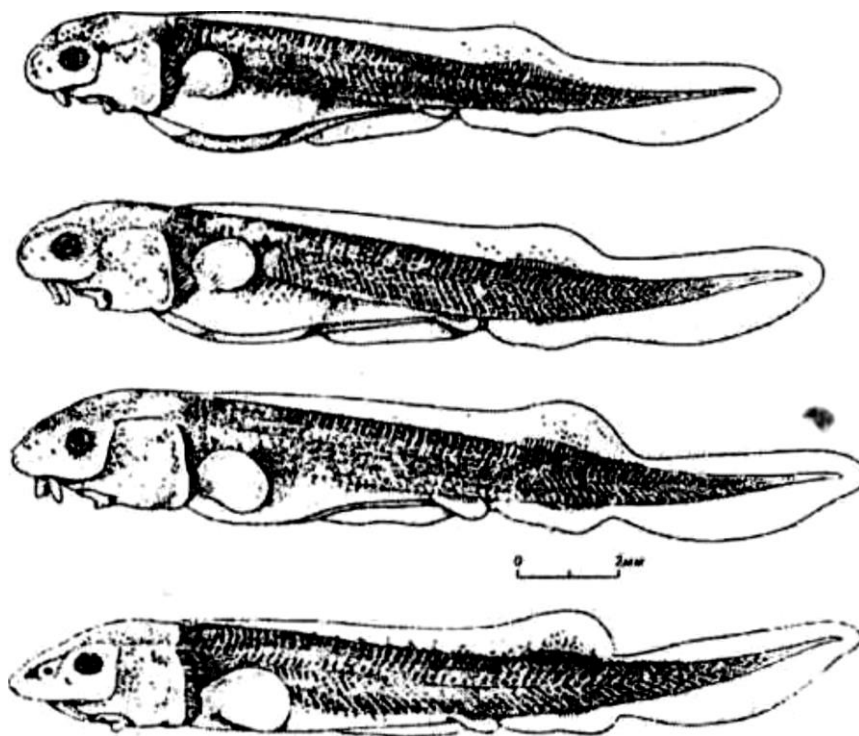


Рисунок 17 - Предличиночное развитие русского осетра (стадии 42-45)

Стадия 45 - стадия перехода на смешанное питание.

Видны отдельные зачатки жучек в спинной плавниковой складке. Боковая линия заходит за уровень средней части спинного плавника, добавочный ряд почти достигает уровня переднего края брюшного плавника, спинной ряд заходит за уровень заднего края грудного плавника (рис. 17).

1.4. Личиночный период

В личиночном периоде осетровых рыб обычно выделяют два этапа:

I личиночный этап - этап смешанного питания.

Дыхание становится наружно-жаберным. Появляются зачатки брюшных плавников. Рот нижний, перед ним четыре усика. Голова большая. Рыло постепенно становится заостренным. Плавниковая кайма на месте непарных плавников обособляется. Хвостовой плавник большой, гетероцеркальный. Вдоль спинного края плавниковой складки начинают появляться бугорки - зачатки жучек. Сначала они еще не выходят за пределы складки. На верхней челюсти закладываются зубы. Питание у зародышей смешанное, этап длится 3 дня, анальное отверстие замкнутое, у личинок сформированное. Меланин, имевшийся в кишечнике зародыша выделен.

II личиночный этап - экзогенного питания.

Личинки переходят на питание внешней пищей - желточный мешок полностью резорбировался, начинают питаться малоподвижными организмами. Рот личинки при открывании выдвигается, но ротовой трубки, еще нет.

Увеличивается число и длина жаберных лепестков. Жаберная крышка разрастается, покрывая собой наружные жаберные лепестки почти до трети их длины. Образовался спиральный клапан. Длина личинок 21 мм.

1.5. Мальковый период

Личиночные плавниковые складки резорбируются. Вентральная поверхность туловища малька становится плоской, имеются ряды спинных, боковых и брюшных жучек. На голове развиваются покровные типы. Жучки и костные пластинки образуют на теле малька защитный и колючий панцирь.

Жаберные крышки разрастаются, полностью прикрывая жаберные лепестки, начинают функционировать, как всасывающий аппарат, вследствие этого утрачивается необходимость удерживать добычу зубами, и у мальков осетровых рыб исчезают зубы. Питание малька бентосом.

1.6. Нарушения в эмбриональном и постэмбриональном периодах развития осетровых рыб

Развитие большинства осетровых происходит при температуре от 9-10 до 20-21°, но оптимальные температуры для каждого вида различны, нарушение температурных условий содержания рыб может привести к овуляции незрелых или перезрелых ооцитов при задержке их в фолликуле.

Причины нарушения развития в раннем онтогенезе весьма разнообразны.

Большинство уродств имеет своей причиной нарушения, возникающие на ранних стадиях, в период созревания ооцитов, оплодотворения и гастрюляции. Глубокие нарушения гастрюляции часто являются следствием полиспермного оплодотворения. Существуют нарушения гастрюляции, затрагивающие не только обрастание вегетативных бластомеров, но и процесс вворачивания клеточного материала.

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 (рис. 18).

Встречаются эмбрионы с двумя головами, раздвоенным хвостом, аномалиями сердца, водянкой окологердечной полости (рис. 19).

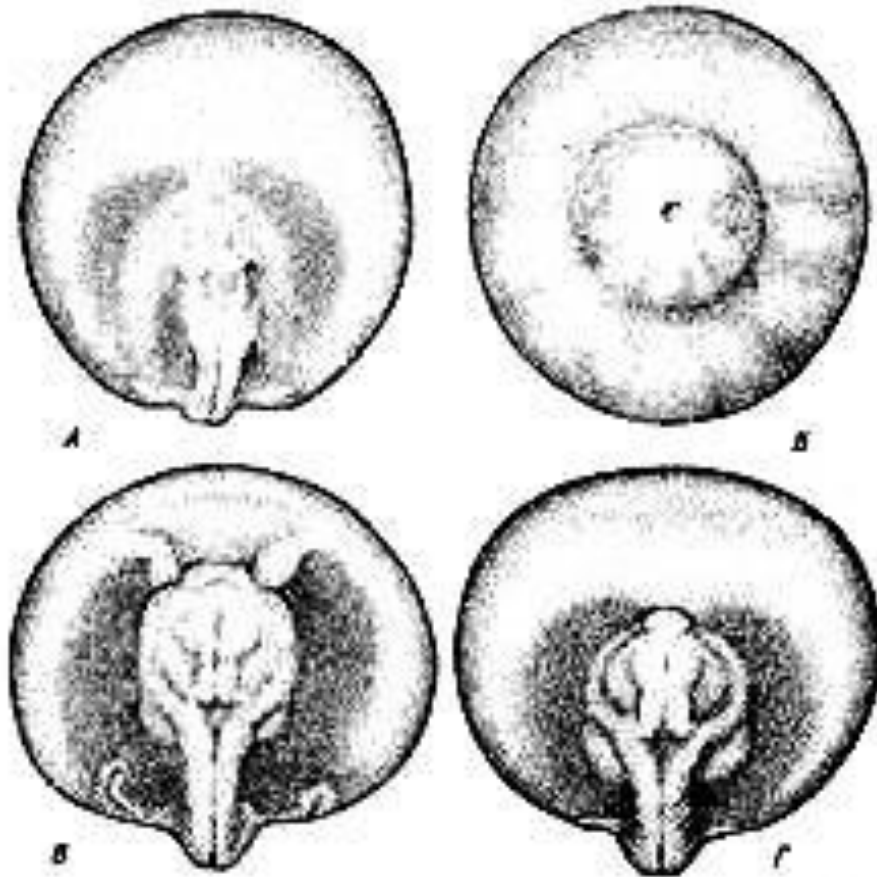


Рисунок 18 - Зародыши атипичного строения на стадиях 26 и 28:

А и Б - уроды на стадии 26 с недоразвитыми отделами тела (А - передний мозговой пузырь отсутствует, Б - отсутствуют головной и переднетеловищный отделы осевых органов, развился только зачаток заднетеловищного и хвостового отделов);
 В и Г - уроды на стадии 28 с нарушениями закладки сердца (В - развилось два зачатка сердца, Г - зачаток сердца отсутствует).

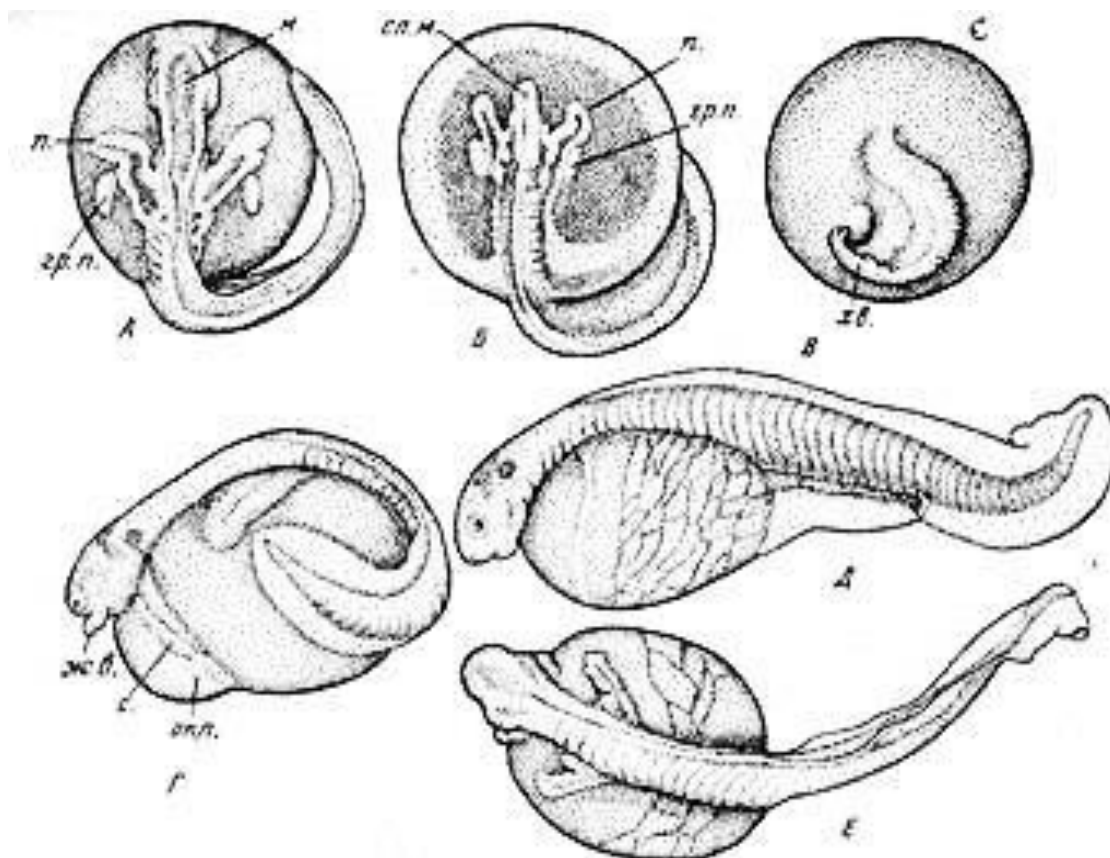


Рисунок 19 - Уродливые зародыши русского осетра на стадии 35

А - отсутствуют передний и промежуточный мозг; Б - безголовый зародыш; В - развились только дефектные заднетуловищный и хвостовой отделы; Г - урод с не полностью отделившейся головой, искривленными укороченными заднетуловищным и хвостовым отделами; Д, Е - укороченные зародыши с искривленными хвостами.

гр.п. - зачаток грудного плавника; ж.в. - железа вылупления; м. - дефектные задние отделы головного мозга; ок.п. - окологердечная полость; п. - петля, образуемая собирающим и выводным почечными каналами; с. - сердце; сп.м. - спинной мозг; хв. - хвост

В биотехнике подращивания предличинок осетровых рыб следует обращать особое внимание на периоды постэмбрионального развития, сопряженные с риском, как: переход на жаберное дыхание и переход на экзогенное питание. Нарушения в развитии перечисленных систем и функций вызывают гибель предличинок.

Аномалии осетровых в предличиночный период связаны с неблагоприятными условиями внешней среды:

- при недостатке кислорода или повышенной температуре возникают водянки окологердечной полости;

- фенольные соединения - тормозят пигментацию покровов и образование пигмента в глазах, нарушают кровообращение, повреждают висцеральный скелет, нарушают ориентацию и структуру мышечных волокон, угнетают двигательную активность;

- соли тяжелых металлов приводят к нарушению пропорций тела, укорочению усиков и жаберных крышек, дефектам пищеварительной системы.

ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ РАННЕГО ОНТОГЕНЕЗА ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

2.1. Начальная информация

Особенности эмбрионального, личиночного и малькового периодов развития лососевых рыб рассмотрены на примере радужной форели *Parasalmo mykiss irideus* Gibbons, 1855 [14] с привлечением различных информационных источников [10, 16, 17, 18, 21].

Жизненный цикл радужной форели при заводском воспроизводстве находится под контролем рыбоводов. Для правильного развития и формирования целостности организма создают оптимальные условия инкубации икры форели. Это, прежде всего, температурный, кислородный режим, проточность, затемнённая, стараются избегать травмирования икринок. От условий развития рыбы на разных стадиях зависит успех рыбоводного процесса.

В раннем онтогенезе радужной форели выявлены три периода:

Эмбриональный: в эмбриональном периоде выделено 7 этапов, продолжительность которых при благоприятных условиях составляет 49-50 суток.

Личиночный: Личиночный период также состоит из 7 этапов продолжительностью 48-49 суток.

Мальковый: в мальковый период исследованы 3 этапа, в результате прохождения которых молодь достигает товарной навески. Продолжительность малькового периода радужной форели составляет 12-14 месяцев.

2.2. Эмбриональный период развития

Икра радужной форели окрашена от бледно-желтого до оранжевого цвета, Цвет икринок зависит от количества каротина находящегося в желтке. 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.

Продолжается в течение 8-9 часов при температуре 7,5 - 8,0 °С (рис. 20).

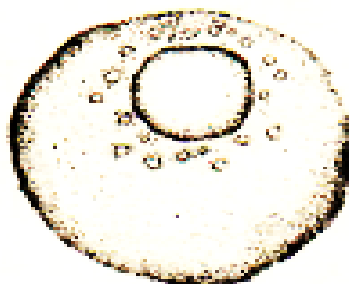


Рисунок 20 - Образование зародышевого диска

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. Окунтирование 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).

II этап - дробление зародышевого диска (бластуляция).

Начинается через 10 - 10,5 часов после оплодотворения икры (рис. 21).



Рисунок 21 - Бластуляция

Вторая борозда дробления появляется в возрасте 17-18 часов, а в середине вторых суток уже насчитывается 32 blastomeres (температура 8,0 °С). Жировые капли к этому времени укрупняются и сосредотачиваются на анимальном полюсе. В конце седьмых суток края blastodiscs несколько утолщаются и приподнимаются, начинается образование эпителиальной blastule. Диаметр blastodiscs - 1,5 мм.

III этап – гаструляция.

При температуре воды 7,8 - 8,8 °С начинается в возрасте 9 суток (рис. 22).

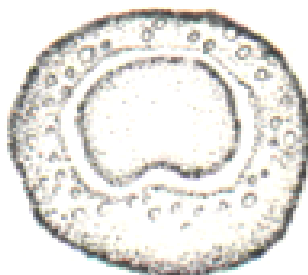


Рисунок 22 - Гаструляция

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.

IV этап - дифференциация зародышевых пластов на зачатки органов (органогенез).

Начинается в возрасте 12 суток (при температуре 8,3 - 8,9 °С) (рис. 23).

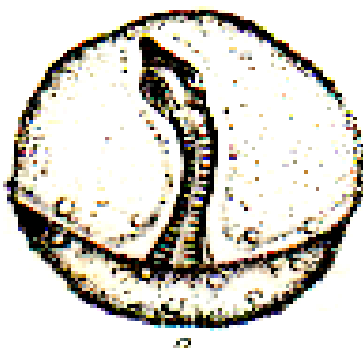


Рисунок 23 - Органогенез

В это время дифференцируются отделы головного мозга и закладываются глазные пузыри. Одновременно начинается сегментация переднего отдела туловища. Бластодиск занимает 3/4 поверхности желтка. Перед замыканием «бластопора» усиливается линейный рост, и зародыш занимает половину окружности желтка. Туловище полностью сегментировано, образуются слуховые пузыри и хрусталики глаз.

V этап - дифференцировка хвостовой почки и образование подкишечно-желточной системы кровообращения.

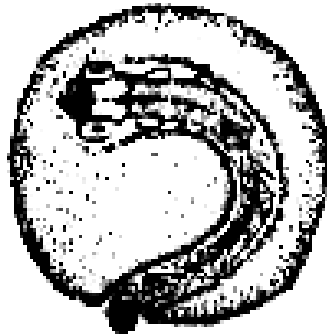


Рисунок 24 - Рост хвостовой почки

После дифференцировки начинается интенсивный рост хвостовой почки и обособляется хвостовой отдел тела. Закладываются грудные плавники, а позади жаберных крышек дифференцируются жаберные дужки. 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. (возраст 23 суток) (рис. 24).

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.

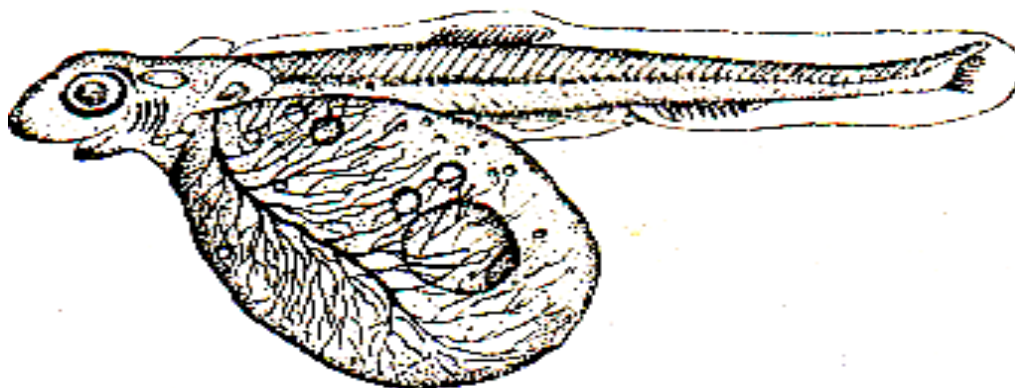


Рисунок 25 - Выклев

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 вылупления.

На 49-50-й день после оплодотворения икры начинается выклев личинок, который может длиться до 27 суток. Выклюнувшиеся из икры личинки очень неактивны и большую часть времени находятся на дне. Вес их колеблется от 38 до 60 мг, длина от 12,2 до 16,1 мм. Вес желточного мешка составляет 76,3 % от общего веса личинки (возраст 41 сутки) (рис. 25).

2.3 Личиночный период развития

1 личиночный этап - жаберное дыхание.

Начинается в конце первых суток (температура 11,3 °С). К этому времени полностью заканчивается формирование жаберного аппарата, появляется возможность для начала активного жаберного дыхания. Дыхание личинок осуществляется за счет сети кровеносных сосудов желточного мешка и теменной 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 гипуралии 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, в других наблюдается их появление. Желточный мешок овально-вытянутой формы, пигментация тела значительно увеличивается. Личинки ориентируются головой против течения воды. Средние размеры 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 верхнюю часть 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. 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 (рис. 26).



Рисунок 26 - Смешанное питание

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 (рис. 27).

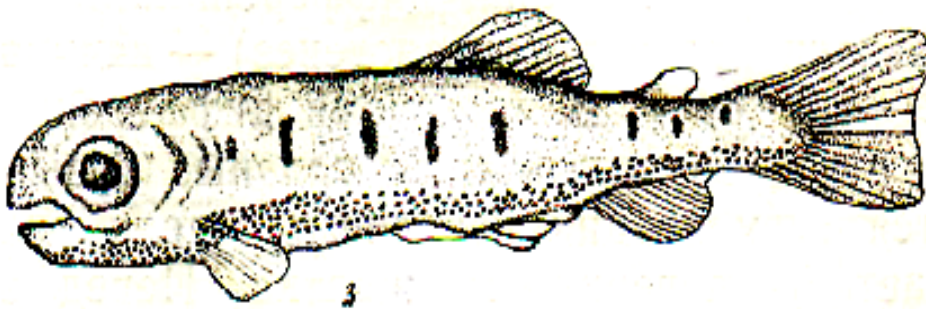


Рисунок 27 - Активное питание

VII личиночный этап - образование каналов боковой линии.

Возраст 38 суток. Характеризуется появлением каналов боковой линии не только на туловище, но и на голове. Личинки сильно пигментированы, активность их увеличивается, появляются маленькие стайки.

2.4. 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 молоди способствовала ускорению роста.

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, у зимнего бахтака - на 25-е, у летнего бахтака - на 16-е, у гегаркуни - на 20-е и у радужной форели - на 12-е сутки; соответственно, продолжительность данного этапа составляет 23, 22, 12, 12 и 11 суток. Это явление может быть обусловлено различными условиями инкубации икры, выдерживанием личинок и выращиванием мальков. В зависимости от вида рыб икру лососевых инкубируют в относительно широком диапазоне температур - от 0,1 до 10 °С.

2.5. Критические этапы в развитии лососевых рыб

У радужной форели, как и у всех рыб, существуют критические периоды в развитии эмбрионов, которые характеризуются высокой чувствительностью клеток зародышей к воздействию внешних факторов.

На протяжении эмбриогенеза особо чувствительными являются этапы:

- дробления;
- обрастания и начала формирования эмбриона - самая чувствительная стадия. Икринка белеет (погибает), если ее только пошевелить пером;
- образования хвостовой почки и отделения хвоста;
- начала пигментации глаз;
- сегментации хвоста и начала движений и особенно перед выклевом.

Нельзя производить любые операции с икрой на стадии бластулы - начала гастрюляции, на стадии закрытия бластопора и перед вылуплением эмбрионов (предличинок).

В конце эмбрионального периода начинает усиленно функционировать железа вылупления, поэтому в это время следует увеличить проточность аэрированной воды, иначе фермент вылупления будет интенсивно накапливаться в воде и способствовать преждевременному вылуплению недоразвитых эмбрионов (предличинок).

Знание объективных требований молодого развивающегося организма к факторам среды позволяет вносить усовершенствования в биотехнику рыбоводного процесса.

ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ РАННИХ ПЕРИОДОВ РАЗВИТИЯ СИГОВЫХ РЫБ

3.1. Начальная информация

Особенности эмбрионального, постэмбрионального (предличиночного), личиночного и малькового периодов развития сиговых рыб рассмотрены преимущественно на примере байкальского омуля *Coregonus migratorius* (Georgi, 1775) (латинское название вида взято с электронного ресурса «Позвоночные животные: обзор» [14]) на основании материалов из различных научных и учебных публикаций [5-8, 16-18, 21-23].

Эмбриональный период развития протекает с момента оплодотворения икринки до выхода личинки. В это время зародыш растет и развивается только за счет запаса питательных веществ, содержащихся в икринке.

На обложке этого учебного пособия представлены рисунки эмбрионов сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmelin, 1789) соответственно возрастом 14 часов (сформирован бластодиск), 41 сутки (начало пигментации) и 102 суток (зародыш перед выклевом) [6].

Диаметр зрелых икринок байкальского омуля до набухания равен 2,2 мм, а масса 7 мг. Оболочка прозрачная, слабая, плотно прилегает к поверхности яйца. Желток содержит многочисленные, разной величины жировые капли, которые расположены ближе к анимальному полюсу. Жировые капли, как и желток, являются питательным материалом для зародыша и, кроме того, играют роль гидростатического приспособления, благодаря которому анимальный полюс всегда занимает верхнее положение.

Оболочка икринки имеет небольшое воронкообразное углубление, на дне которого имеется маленькое отверстие - микропиле.

В яйцеклетку сперматозоид проникает через микропиле, где его ядро соединяется с ядром яйца и происходит оплодотворение.

3.2 Эмбриональный период

Эмбриональный период развития делится на несколько этапов:

I этап - оводнение икринок, образование бластодиска (5 мин - 4 часа).

Икра имеет две оболочки - наружную и внутреннюю. Через 5 минут после оплодотворения и пребывания в воде между яйцом и его оболочками появляется узкая щель - перивителлиновое пространство, отделяющее желток с зародышем от оболочки. Размер икринки увеличивается почти в полтора - два раза. Оболочка икринки становится упругой - это предохраняет развивающийся эмбрион от механических повреждений.

Икринки имеют светло-оранжевую окраску, что обусловлено наличием в них каратиноидных пигментов. Пигменты играют важное значение при дыхании и обмене веществ эмбриона. В период набухания плазма начинает собираться у анимального полюса, постепенно формируется плазменный бугорок - бластодиск. Перивителлиновое пространство занимает к концу набухания треть объема икринки (рис. 28 а-г).

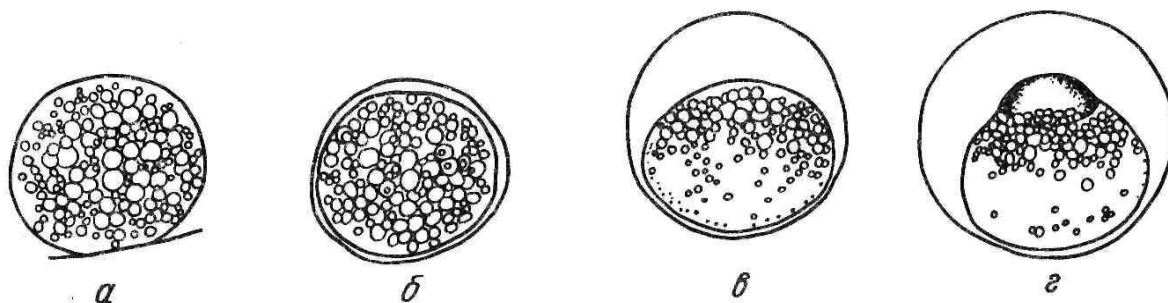


Рисунок 28 - I этап эмбрионального развития байкальского омуля

II этап - дробление бластодиска от двух бластомеров до бластулы.

Начало дробления - образование 2, 4, 8, 16 бластомеров (возраст 8, 12, 24, 48 ч, соответственно). После начала дробления можно хорошо отличить оплодотворенную икру от неоплодотворенной. У неоплодотворенной икры плазменный бугорок не имеет четких границ между отдельными бластомерами, как это наблюдается у оплодотворенной (рис. 29 а-г).

Стадия крупноклеточной морулы. Образование 32 бластомеров. Дальнейший подсчет количества бластомеров становится затруднительным. Средняя морула (рис. 29 д, е).

Поздняя или мелкоклеточная морула. Длится 2-3 суток (рис. 29 ж).

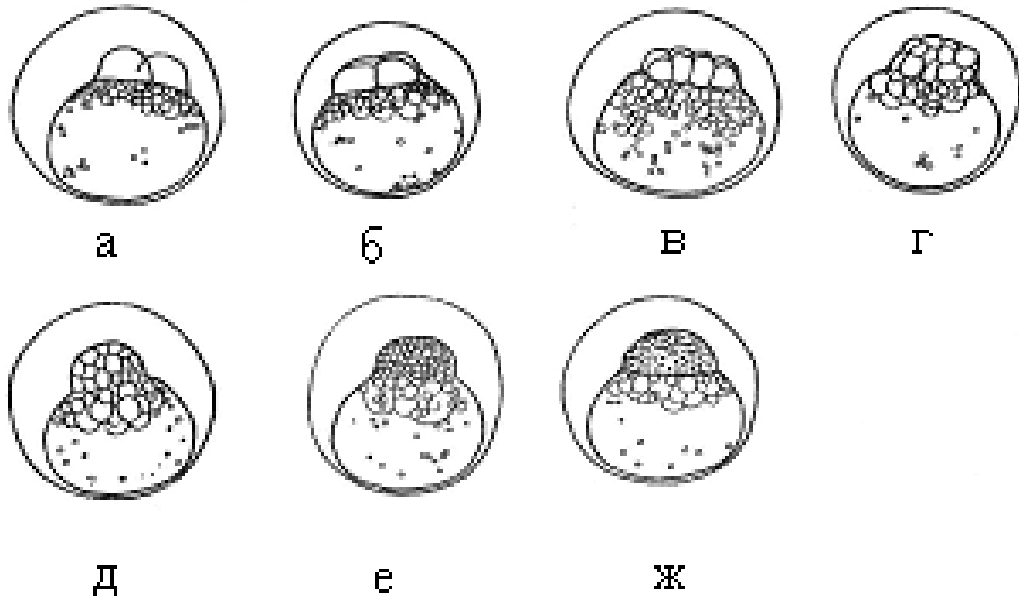


Рисунок 29 - Дробление и образование морулы

III этап - бластула.

Возраст эмбриона 8 суток: процесс дробления заканчивается образованием эпителиальной бластулы. Области скопления мелких бластомеров образует полость бластоцеля (рис. 30).

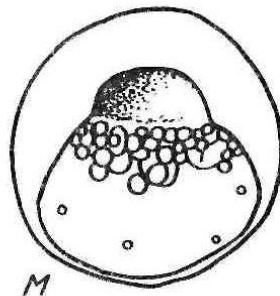


Рисунок 30 - Образование полости бластоцеля

IV этап - гастрюляция.

Возраст эмбриона 11 суток: после образования бластулы начинается процесс гаструляции. Диаметр бластодиска увеличивается, образуется бластодерма, которая постепенно разрастается на поверхности желточного мешка в сторону вегетативного полюса (рис. 31 а). На бластодерме перед началом эпиболлии (обрастания желтка бластодермой) образуется утолщение, называемое краевым узелком, из которого при последующем развитии формируется головной отдел эмбриона (рис. 31 б, в). Нарастающая краевая часть бластодиска окружена пояском краевой мезодермы, которая темноватой полоской охватывает прозрачную сферу желточного мешка

Бластоцель заметно увеличивается, верхняя сторона его становится тоньше и выпячивается, образуя перибластический синус (рис. 31 г). Нарастающая краевая часть бластодиска окружена пояском краевой мезодермы, которая темноватой полоской охватывает прозрачную сферу желточного мешка.

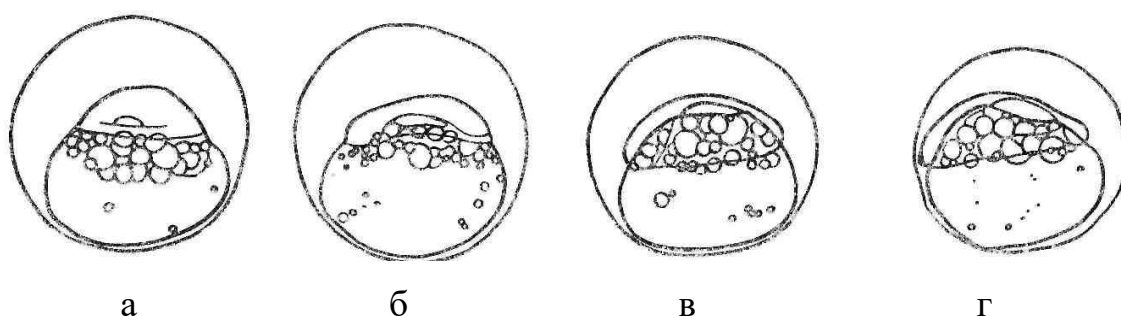


Рисунок 31 – Гаструляция

У этап - органогенез.

Возраст эмбриона 15 суток: после гаструляции начинается формирование зародыша. Начало сегментации мезодермы (рис. 32 а). Три четвертых желточного мешка покрыты бластодермой. Головной отдел эмбриона расширен, видна нервная бороздка (рис. 32 б). В течение этой стадии у зародыша закладывается сердечная трубка и хорда, появляются зачатки грудных плавников.

Возраст эмбриона 25-27 суток: нарастающая бластодерма постепенно покрывает уменьшающуюся свободную часть желточного мешка, именуемую

желточной пробкой. В хвостовой части зародыша появляется купферов пузырек (рис. 32 в).

Возраст эмбриона 35 суток: образование глазных пузырей. Полностью замыкается желточная пробка и зарастает бластопор. В теле эмбриона 16 миотомов. По бокам головы глазные пузыри (рис. 32 г).

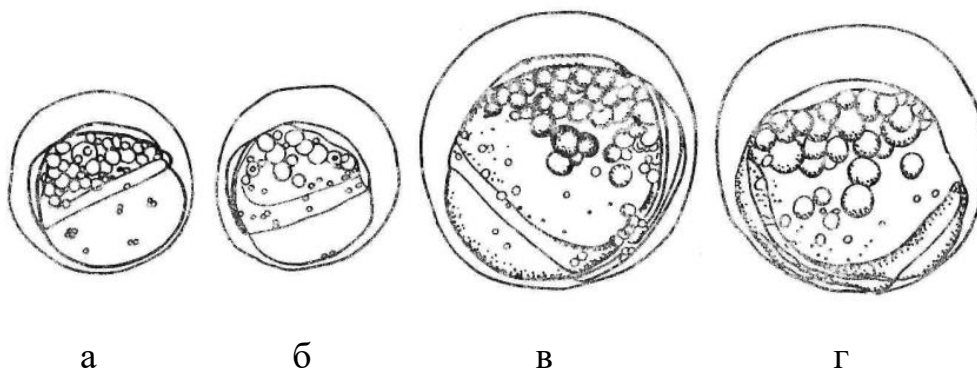


Рисунок 32 - Органогенез

VI этап - обособление хвостового отдела от желточного мешка.

Возраст эмбриона 40 суток: образование хрусталика в глазах эмбриона. В головном отделе обособились передний, средний и продолговатый отделы мозга. Задняя часть хвоста начинает обособляться от желточного мешка (рис. 33).

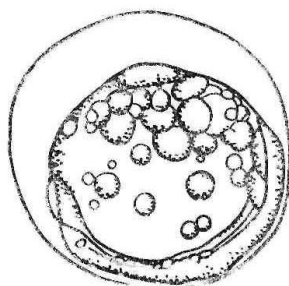


Рисунок 33 - Обособление хвостового отдела от желточного мешка

VII этап - появление системы кровообращения.

Возраст эмбриона 45 суток: начало пульсации сердечной трубки. Хвост значительно обособился от желточного мешка. Эмбрион медленно переваливается с боку на бок внутри оболочки. Под хордой закладывается

кишечная трубка. Появляется слуховая капсула. В области 7-8 миотомов образовались зачатки грудных плавников (рис. 34 а).

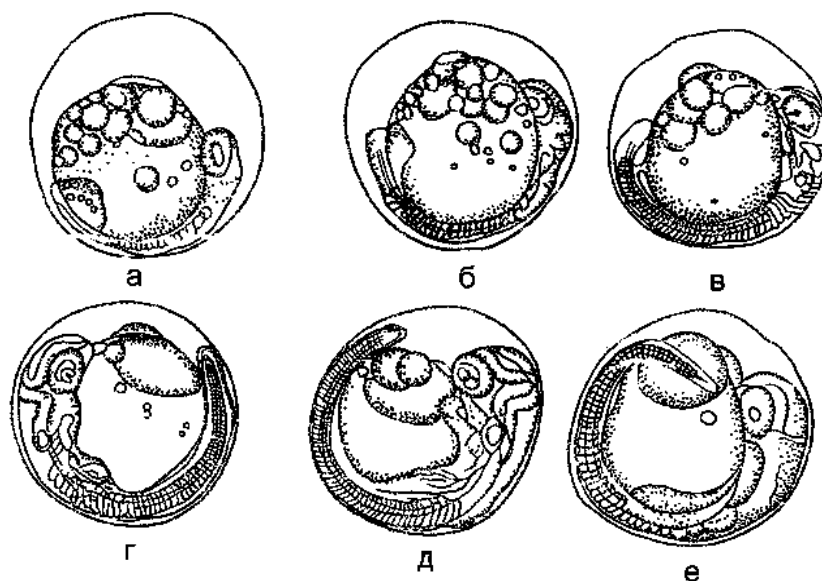


Рисунок 34 - Появление системы кровообращения

Возраст эмбриона 55 суток: начало пигментации глаз. В глазах появился черный пигмент - меланин. В теле эмбриона 60 сегментов. Пульсирующая сегментная трубка изогнута под прямым углом, передняя ее часть - зачаток желудочка, задняя - предсердия. В задней части кишечника образуется анальное отверстие (рис. 34 б).

Возраст эмбриона 60-70 суток: начало оформления форменных элементов крови. Сердце пульсирует еще медленно. На желточном мешке, с правой стороны сердечной трубки, расположен кроветворный мешочек, наполненный эритробластиками. Глаза сильно пигментированы. На желточном мешке вдоль тела появились первые меланофоры (рис. 34 в).

Возраст эмбриона 75 суток: начало кровообращения (рис. 34 г). Пигментированные глаза хорошо просматриваются через оболочку икринки. Меланофоры покрывают туловищный и хвостовые отделы эмбриона. Печень полностью обособилась от кишечной трубки. Появились зачатки жаберных крышек. Грудные плавники увеличились (рис. 34 д, е).

Возраст эмбриона 80 -85 суток: образование подкишечно-желточной системы кровообращения. Меланофоры расположены вдоль спинной части туловища, кишечной трубки и задней половины желточного мешка, омываемой кровью. На нижней стороне головы появилось немного едва заметных желез вылупления (рис. 35 А).

Возраст эмбриона 90 суток: исчезает перибластический синус и кроветворный мешочек. В головном отделе появляются меланофоры. Голова отделилась от желточного мешка. Железы вылупления большими скоплениями расположены на перикардии, верхней и нижней челюстях, зачатке жаберной крышки, между глазами и слуховыми капсулами (рис. 35 Б).

Возраст эмбриона 110 суток: появление гиоидных дуг аорты. Жаберная крышка покрывает первые две жаберные дуги. Меланофоры расположены по всей поверхности желточного мешка (рис. 35 В).

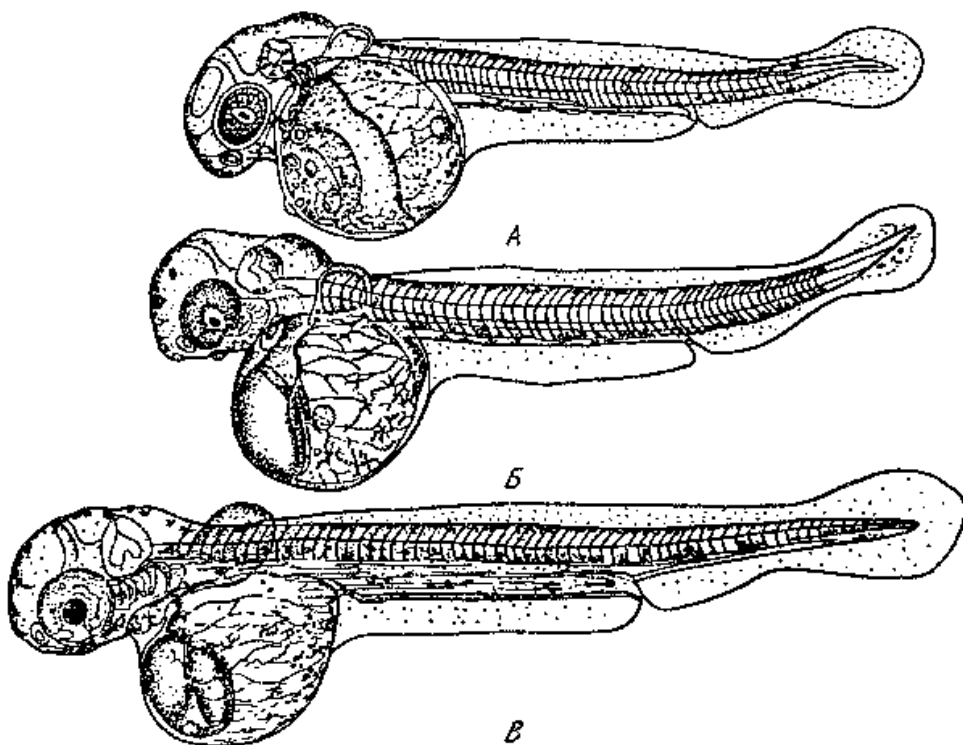


Рисунок 35 - Развитие системы кровообращения у сиговых рыб

VIII этап - подвижное состояние челюстей.

Возраст эмбриона 130 суток: начало движения челюсти эмбриона. Активные движения грудными плавниками.

В спинной плавниковой складке появилась выемка, делящая ее на передний и задние отделы (зачатки спинного и жирового плавников). Нижняя челюсть подвижна. Она густо покрыта железами вылупления. Эмбрионы, искусственно вылупленные из оболочки, активно плавают у поверхности (рис. 36 а).

Появление и образование жаберных лепестков и псевдобранхий. На жаберных дужках появились зачатки жаберных лепестков. Начинается вылупление и скат свободных эмбрионов с нерестилищ. Нормально развитые эмбрионы выклёвываются вперед хвостом, резким движением которого они прорывают размягченную оболочку и сбрасывают ее с себя через голову.

В искусственных условиях в это время вылупляются только ненормально развитые зародыши. Вылупление, как правило, происходит головой вперед, и такие эмбрионы погибают (рис. 36 б).

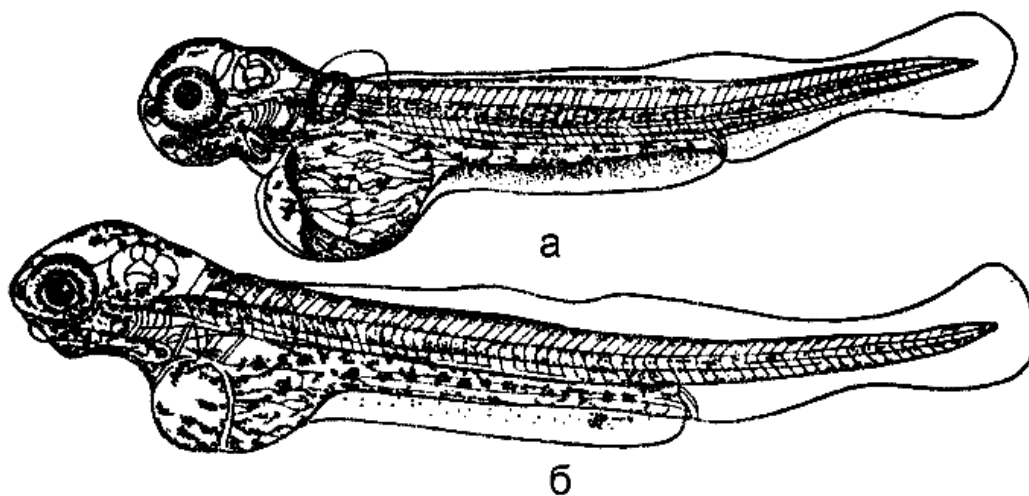


Рисунок 36 - Эмбрионы байкальского омуля в возрасте 130 суток

IX этап - вылупление.

Возраст эмбриона 220 суток: зародыши освобождаются из оболочек не все одновременно. Выклев начинается с появления единичных личинок, затем количество их увеличивается. Момент, когда в аппарате уже имеется несколько десятков личинок, можно считать началом выклева. При хороших условиях

развития число личинок быстро увеличивается, и наступает массовый выклев. Освобождение зародышей от оболочек происходит следующим образом. В железе вылупления зародыша образуется особое вещество, которое с приближением стадии выклева начинает выделяться из железы вылупления в перивителлиновое пространство. Выделение фермента происходит постепенно и приводит к перевариванию оболочек, в результате снижается их прочность. Двигаясь в ослабленных оболочках, зародыш растягивает, а затем и разрывает их. Сначала появляется голова личинки или хвост, а потом освобождается вся личинка.

Свободный эмбрион. Запасы желтка сильно сокращены. Печень позади желточного мешка. Грудные плавники сильно увеличены (рис. 37).

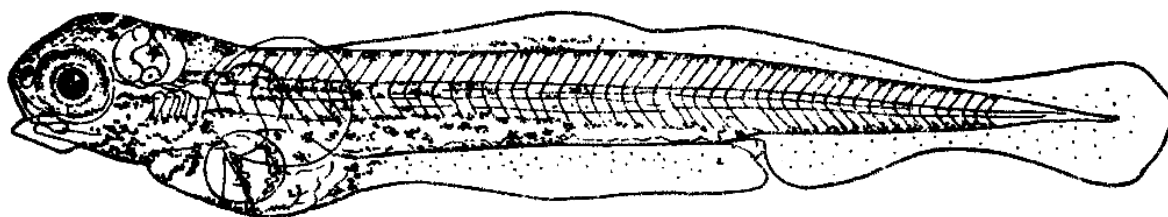


Рисунок 37 - Свободный эмбрион байкальского омуля

3.3. Постэмбриональный (предличиночный) период

Длина личинки равна 11-11,5 мм, желточного мешка – 1,0 мм. Тело выклюнувшейся личинки окаймлено со спинной и брюшной стороны прозрачной складкой первичного плавника, который начинается на спине несколько позади вертикального заднего края желточного мешка, огибает задний конец тела, образует хвостовую лопасть и заканчивается на заднем конце желточного мешка, образуя в зоне анального отверстия глубокую вырезку. Рот у предличинок нижний. Питание осуществляется за счет запасов желточного мешка.

3.4. Личиночный период

Только что вышедшие из икры личинки омуля очень подвижные. При длине 11,3 мм они продолжают развиваться за счет желточного мешка, но в то же время захватывают ртом микроскопические организмы, живущие в толще воды. Когда личинки достигают длины 12 мм, желточный мешок полностью рассасывается, и личинка переходит на питание только внешней пищей.

В 34-дневном возрасте у личинок омуля байкальского происходит закладка лучей в хвостовом и спинном плавниках.

В целом для личинок сиговых рыб при переходе на внешнее питание (смешанное или экзогенное) наблюдается видовая специфичность: для личинок чира и сига-пыжьяна температуры воды для перехода нежна не ниже 4-5°C, а для пеляди - от 8°C [5].

3.5. Мальковый период

В 55-дневном возрасте в естественной среде заканчивается личиночный период развития омуля байкальского. В искусственных условиях развития, гораздо более благоприятных, чем в природе, к возрасту 25-30 суток у сигов полностью завершается личиночный период. С этого времени рыбки становятся мальками, так как приобретают все морфологические признаки взрослых особей своего вида - сформирована чешуя и лучи в плавниках (рис. 38).



Рисунок 38 - Малёк байкальского омуля в возрасте 55 дней

3.6. Нечувствительные стадии эмбрионального развития сиговых рыб

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

В начале развития икра сиговых рыб характеризуется слабой дыхательной активностью и может переносить довольно низкое содержание кислорода в воде. После образования эмбриональной системы кровообращения и далее, вплоть до выклева, дыхательная активность эмбрионов значительно возрастает, что даже при кратковременном нарушении проточности может привести к гибели икры.

При инкубации вне зависимости от видовой принадлежности, после завершения оводнения икры, начиная с первых дроблений бластодиска и до завершения гастрюляции, происходит снижение прочности внутренней оболочки икринок. С органогенеза и до середины этапа - начала формирования системы кровообращения ее прочность возрастает и стабильно высокая. Перед выклевом зародышей прочность оболочки желточного мешка несколько снижается. Наиболее уязвима икра сигов с начала дробления бластодиска (при завершении этапа дробления бластодиска - критически) и до конца гастрюляции. Последующее быстрое снижение смертности зародышей сменяется стабилизацией на низком уровне, наступающей в интервале от начала органогенеза до образования хрусталика глаза.

ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ РАННИХ ПЕРИОДОВ РАЗВИТИЯ КАРПОВЫХ РЫБ

4.1. Начальная информация

Особенности эмбрионального, предличиночного, личиночного и малькового периодов развития карповых рыб рассмотрены на примере растительноядных видов, в основном белого амура *Stenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844), а также проведено сравнение с развитием других растительноядных видов, используемых в аквакультуре: белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844) и пестрого толстолобика *Aristichthys nobilis* (Richardson, 1846) [14]. Информация обобщена на основе анализа различных публикаций [9, 12, 13, 16, 17, 20, 21, 24].

4.2. Эмбриональный период белого амура

I этап - появление перивителлинового пространства и образование бластодиска.

Стадия 1. Диаметр неоводнённой икринки после оплодотворения 1,2-1,3 мм.

Яйцевая оболочка плотно прилегает к поверхности яйца, она неклеякая и представлена первичной радиальной оболочкой. Икра прозрачная, бесцветная или слегка желтоватая (рис. 39 а).

Стадия 2. Возраст - 10 минут после оплодотворения.

Оболочка яйца отделяется от желтка и происходит концентрация плазмы на анимальном полюсе в виде прозрачной серповидной зоны (рис. 39 б)

Стадия 3. Возраст - 40 минут.

Образуется резко очерченный бластодиск. В основном завершается оводнение перивителлинового пространства. Диаметр икринки - 3,8-4,0, а собственно яйца - 1,2-1,3 мм. Такое огромное перивителлиновое пространство уменьшает массу икринки и обеспечивает её плавучесть в потоках воды; в стоячей воде икринка опускается на дно и погибает (рис. 39 в)

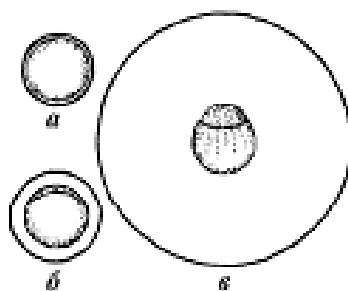


Рисунок 39 - Первый этап эмбрионального периода развития икры белого амура

II этап - дробление бластодиска до бластулы.

Стадия 4. Возраст - 1 ч.

Образование двух бластомеров (рис. 40 г).

Стадия 5. Возраст - 1 ч 20 мин.

Образование четырёх бластомеров (рис. 40 д).

Стадия 6. Возраст - 1 ч 40 мин.

Образование восьми бластомеров (рис. 40 е).

Стадия 7. Возраст - 2 ч.

Образование шестнадцати бластомеров (рис. 40 ж).

Стадия 8. Возраст - 2 ч 30 мин.

Крупноклеточная морула (ранняя) (рис. 40 з).

Стадия 9. Возраст - 4 ч 50 мин.

Мелкоклеточная морула (поздняя). Завершение оводнения перивителлинового пространства. Диаметр оболочки - 4,32-5,32 мм (рис. 40 и).

Стадия 10. Возраст - 6 ч.

Бластула (рис. 40 к).

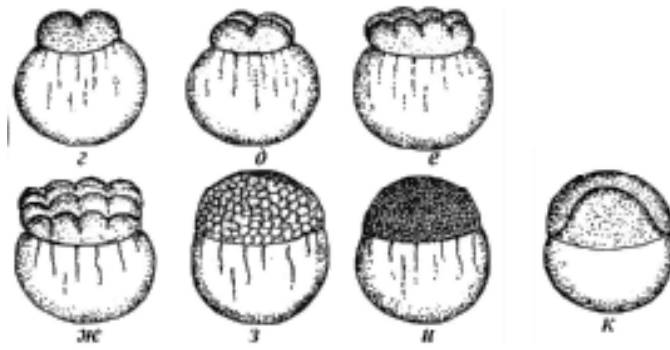


Рисунок 40 - Второй этап эмбрионального периода развития икры белого амура.

III этап - гаструляция - образование зародышевых пластов.

Стадия 11. Возраст - 7 ч 10 мин.

Происходит обрастание бластодермой поверхности желтка (рис. 41, л).

Стадия 12. Возраст - 10 ч.

Образовывается желточная пробка ((рис. 41 м).

Стадия 13. Возраст - 12 ч 10 мин.

Желточная пробка замыкается. Зачаток тела приобретает вид утолщённого валика, расширенный головной отдел его начинается на анимальном полюсе и хвостовая часть заканчивается на вегетативном полюсе ((рис. 41 н).

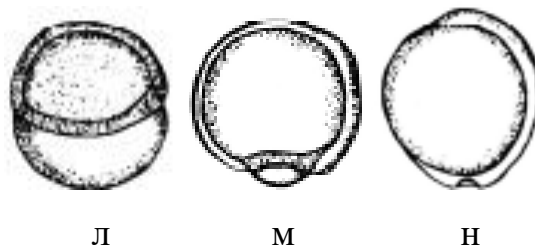


Рисунок 41 - Третий этап эмбрионального периода развития икры белого амура

IV этап - органогенез - дифференциация зародышевых пластов на зачатки основных органов.

Стадия 14. Возраст - 15 ч.

Образование глазных пузырей, закладка хорды, начало сегментации мезодермы. Закладка мозговых пузырей ((рис. 42 о)

Стадия 15. Возраст - 18 ч.

Появление глазных бокалов и щелевидного углубления в зачатках глаз, сегментация тела на миотомы. Хорда хорошо заметна (рис. 42 п).

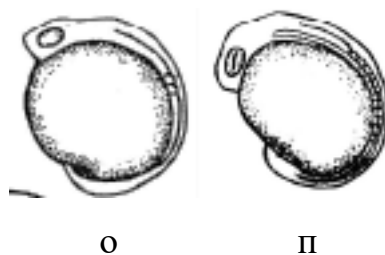


Рисунок 42 - Четвертый этап эмбрионального периода развития икры белого амура

V этап - обособление хвостового отдела от желточного мешка, начало активного движения тела.

Стадии 16-18. Возраст - 29-32 ч.

Идет процесс выпрямления тела эмбриона. Наблюдается начало энергичных колебательных движений и вращательных поворотов. Появляются на голове и в сердечной области железы вылупления.

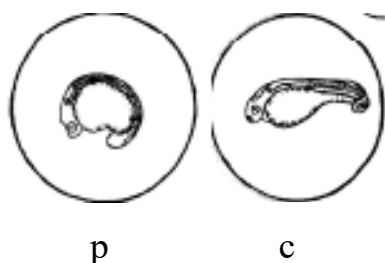


Рисунок 43 - Пятый этап эмбрионального периода развития икры белого амура

4.3. Предличиночный период белого амура

I этап - вылупление зародыша из оболочки

Стадия 19. Возраст - 34 ч.

Наблюдается выклев. Предличинки имеют длину - 5-5,2 мм. В туловище отмечается 29-31 сегмент, в хвосте - 12-14. Тело без пигмента, окаймлено недифференцированной плавниковой складкой. В глазах имеется чёрное

пигментное пятнышко. Предличинки малоподвижны. В природных условиях пассивно сносятся течением в толще воды (рис. 44 а).

II этап - образование эмбриональной сосудистой системы, начало кровообращения.

Стадия 20. Возраст - 51 ч.

Длина предличинки - 6,5 мм. Эмбриональные органы дыхания (хвостовая вена и кювьеровы протоки) располагаются на передней части желточного мешка. Движение предличинки пассивное, питание эндогенное (за счет собственного желтка) (рис. 44 б).

III этап - образование и начало функционирования подвижного жаберно-челюстного аппарата.

Стадии 21-22. Возраст - 76-96 ч.

Предличинка длиной - 7,5 мм. Наблюдается начало жаберного дыхания. Рот полуконечный, подвижный. Происходит полная пигментация глаз. Предличинки становятся более подвижными. Питание желточное. У предличинки на голове, над кишечником и в хвостовом отделе, а также на желточном мешке появляются меланофоры (чёрные пигментные клетки). Осуществляется редукция (исчезновение) эмбриональных органов дыхания (кювьеровы протоки), закладка плавательного пузыря (рис. 44 в-г).

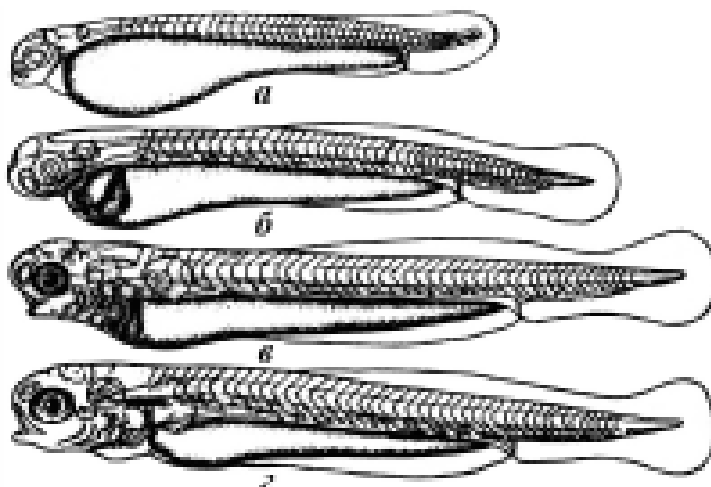


Рисунок 44 - Предличиночный период развития белого амура

4.4. Личиночный период белого амура

I этап - смешанное (эндогенно-экзогенное) питание личинок.

Стадии 23-24. Возраст - 4,5-6 суток.

Длина личинки - 7,5-7,8 мм. Дыхание жаберное. Задняя камера плавательного пузыря заполнена воздухом. Личинка активно плавает в толще воды, заглатывает пищу, но продолжает также питаться за счёт желточного мешка. Пигментация тела усиливается. На этом этапе рекомендуется перевозить личинок на дальние расстояния или высаживать в пруды (рис.45 а, б).

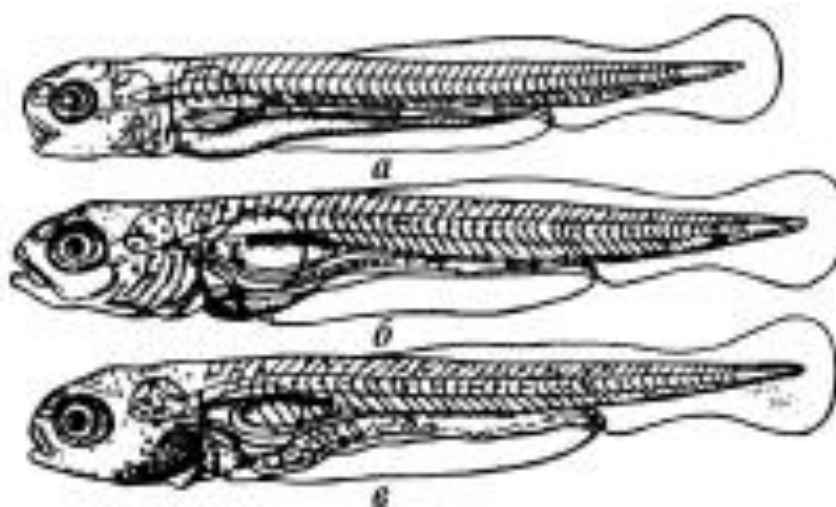


Рисунок 45 - Первый и второй этапы личиночного периода развития белого амура

II этап - экзогенное питание личинок.

Стадия 25. Возраст - 7 суток.

Длина - 7,6 мм. Происходит полная резорбция желточного мешка. Питается личинка исключительно экзогенно, в основном зоопланктоном. Происходит обособление лопастей непарных плавников. Жаберно-челюстной аппарат подвижный (рис.45, в).

III этап - формирование непарных плавников.

Стадия 26. Возраст - 9 суток.

Длина - 8 мм. Образование лучей в нижней лопасти хвостового плавника. К 16 суткам все непарные плавники имеют плавниковые лучи (рис. 46 г).

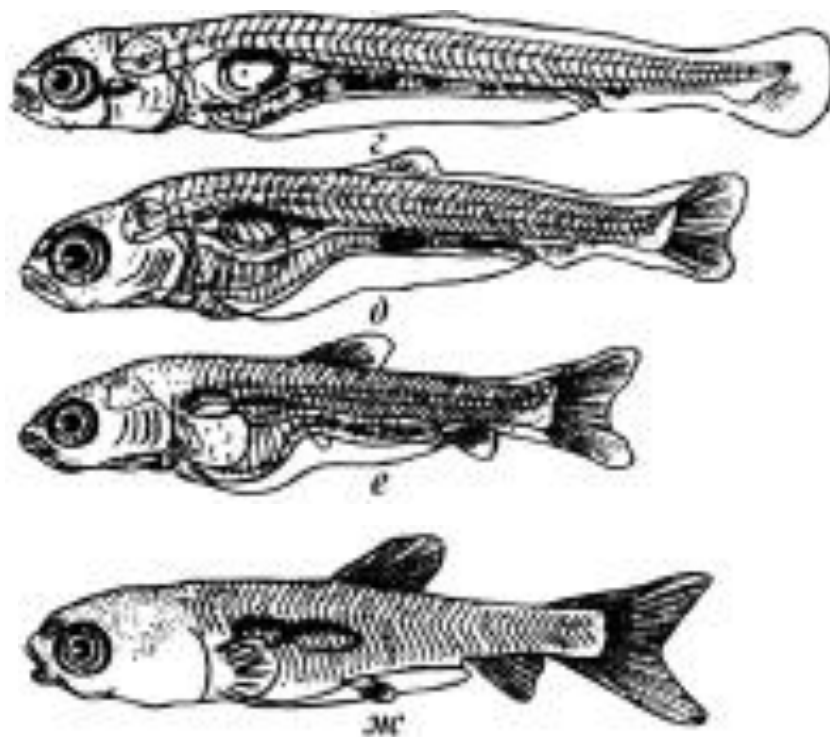


Рисунок 46 - Третий этап личиночного периода развития белого амура

Стадии 27-28.

У личинки конец хорды загнут кверху. В хвостовом плавнике образовывается выемка. Передний отдел плавательного пузыря заполняется воздухом. Начинается закладка брюшных плавников (рис. 46 д, е).

IV этап - формирование парных плавников.

Стадии 29-30. Возраст - 20-22 суток.

Длина личинки - 14,2 мм. В парных плавниках образуются плавниковые лучи. Преанальная плавниковая складка сохраняется (рис. 46 ж).

4.5. Мальковый период белого амура

I этап - закладка чешуи.

Возраст - 1 мес. Длина - 2 см. Вдоль боковой линии появляется чешуя. малёк переходит на питание высшей водной растительностью (рис. 47 а).

II этап - малёк с чешуйчатым покровом.

Возраст - 1,5 мес. Длина 4-5 см. Полностью исчезает преанальная складка. Тело покрыто чешуёй. Видны отверстия канала боковой линии (рис. 47 б).

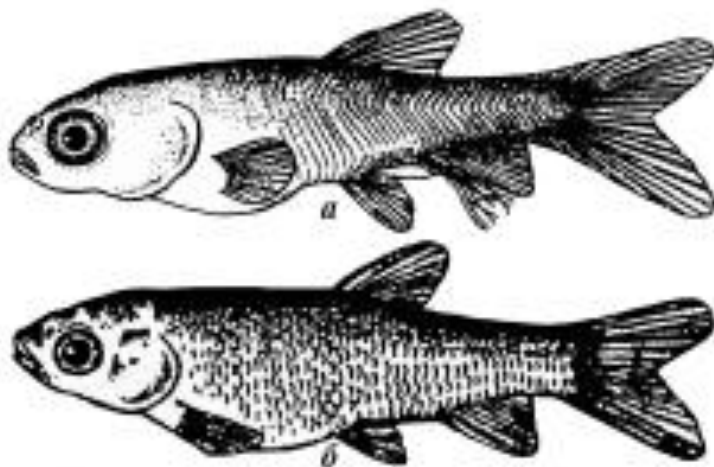


Рисунок 47 - Мальковый период развития белого амура

4.6. Эмбриональный период белого толстолобика

I этап - оводнение околожелточной полости.

Стадия 1 - неоводнённая икринка диаметром 1,2 мм (рис. 48 а).

Стадия 2 - начало оводнения околожелточной полости, возраст - 10 мин (рис. 48 б).

Стадия 3 - окончательно оводнённая икринка диаметром 4,5 мм, возраст - 45 мин (рис. 48 в).

II этап - дробление бластодиска.

Стадия 4 - 2 бластомера, возраст - 50 мин (рис. 48 г).

Стадия 5 - 4 бластомера, возраст - 1 ч 10 мин (рис. 48 д).

Стадия 6 - 8 бластомеров, возраст - 1 ч 30 мин (рис. 48 е).

Стадия 7 - 16 бластомеров, возраст - 2 ч (рис. 48 ж).

Стадия 8 - крупноклеточная морула, возраст - 2 ч 30 мин (рис. 48 з).

Стадия 9 - мелкоклеточная морула, возраст - 4 ч 30 мин (рис. 48 и).

Стадия 10 - бластула, возраст - 6 ч (рис. 48 к).

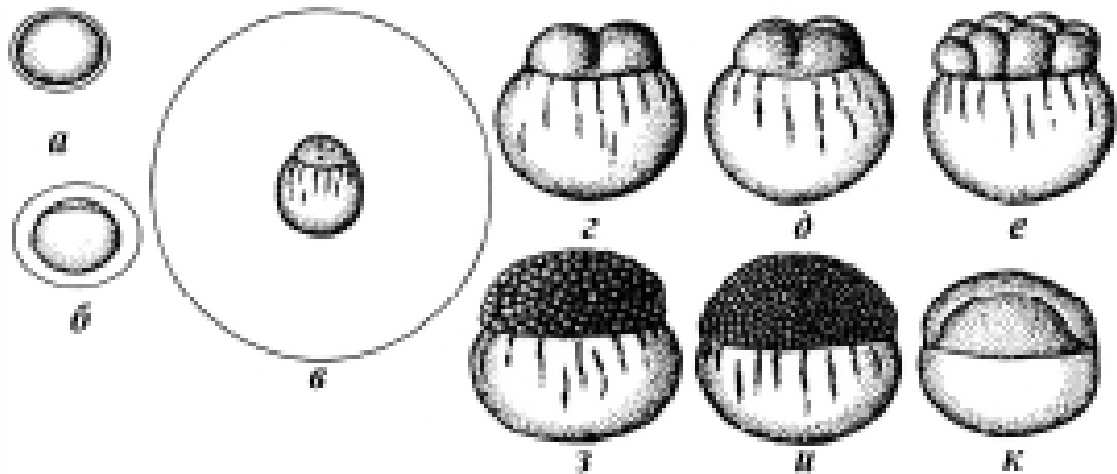


Рисунок 48 - Первый и второй этапы эмбрионального периода развития
белого толстолобика

III этап – гастрюляция.

Стадия 11 - начало гастрюляции, возраст - 7 ч 10 мин (рис. 49 л).

Стадия 12 - желточная пробка, возраст - 10 ч (рис. 49 м).

Стадия 13 - окончание гастрюляции, замыкание желточной пробки, возраст - 12 ч 10 мин (рис. 49 н).

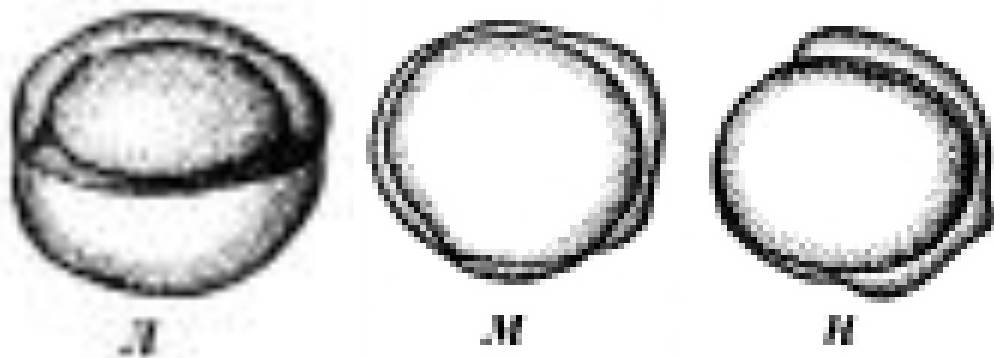


Рисунок 49 - Третий этап эмбрионального периода развития белого
толстолобика

IV этап – органогенез.

Стадия 14 - образование глазных пузырей, начало сегментации мезодермы, возраст - 15 ч (рис. 50 о).

Стадия 15 - образование глазных бокалов, возраст - 18 ч (рис. 50 п).

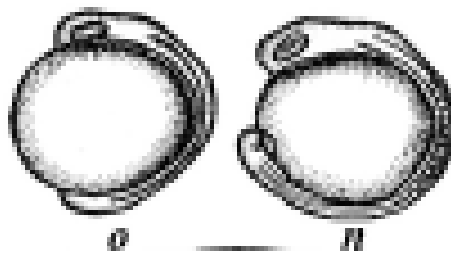


Рисунок 50. Четвертый этап эмбрионального периода развития
белого толстолобика

V этап - обособление хвостового отдела зародыша от желточного мешка.

Стадии 16, 17 - начало обособления хвоста, возраст - 21 ч; выпрямление и начало изгиба тела зародыша, длина тела - 3,3 мм, возраст - 23 ч (рис. 51 р).

Стадия 18 - начало активного вращения зародыша, длина тела - 4,9 мм, возраст - 29 ч (рис. 51 с).



Рисунок 51 - Пятый этап эмбрионального периода развития
белого толстолобика

4.7. Предличиночный период белого толстолобика

VI этап - вылупление эмбриона из оболочки.

Стадия 19 - только что вылупившийся эмбрион, возраст - 1 сут. 12 ч, длина тела - 5,2 мм (рис. 52 а).

VII этап - появление развитой эмбриональной сосудистой системы.

Стадия 20 - эмбрион с развитой сосудистой системой, длина - 6,2 мм, возраст - 2 сут. 15 ч (рис. 52 б).

VIII этап - появление подвижного жаберно-челюстного аппарата.

Стадия 21 - начало подвижного состояния жаберно-челюстного аппарата, длина тела - 7 мм, возраст - 3 сут. 5 ч (рис. 52 в, г).

Стадия 22 - редукция эмбриональных органов дыхания, закладка плавательного пузыря; длина тела - 7,2 мм; возраст - 3 сут. 15 ч (рис. 52 д).

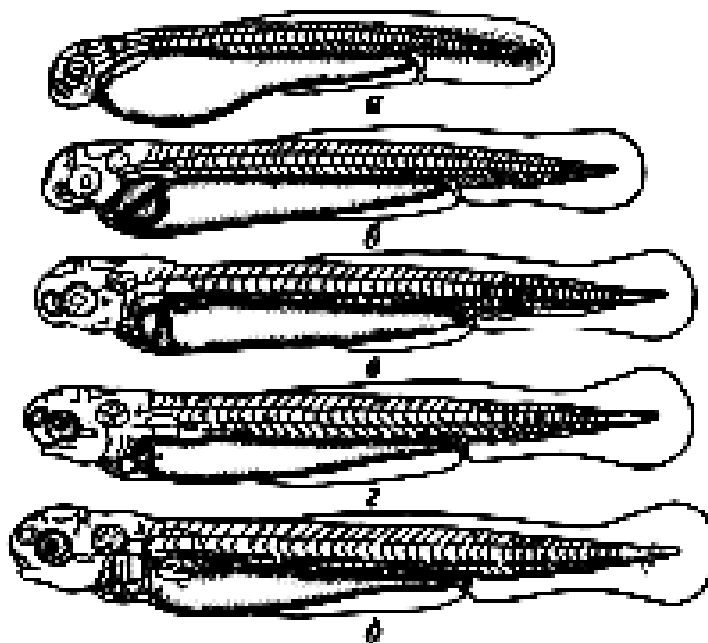


Рисунок 52 - Предличиночный период развития белого толстолобика

4.8. Личиночный период белого толстолобика

I этап - смешанное питание личинки.

Стадия 23 - начало смешанного питания личинки с преобладанием желточной пищи, длина тела - 7,4 мм, возраст - 4 сут 15 ч (рис. 53 а).

Стадия 24 - смешанное питание с преобладанием внешней пищи, длина тела - 7,7 мм, возраст - 5 суток 20 ч (рис. 53 б).

II этап - полный переход личинки на внешнее питание.

Стадия 25 - начало исключительно внешнего питания личинки, длина тела - 7,1 мм, возраст - 7 суток (рис. 53 в).

III этап - образование непарных плавников.

Стадия 26 - образование скопления мезенхимы в местах закладки спинного и анального плавников, длина тела - 8,2 мм, возраст - 8,5 суток (рис. 53 г).

Стадия 27 - в непарных плавниках происходит образование плавниковых лучей, длина тела - 8,7 мм, возраст - 14 суток (рис. 53 г).

IV этап - появление второго отдела плавательного пузыря.

Стадия 28 - появление переднего отдела плавательного пузыря, закладка брюшных плавников, длина тела - 9,4 мм, возраст - 18 суток (рис. 53 д).

V этап - образование плавниковых лучей в парных плавниках.

Стадия 29 - в грудных плавниках появляются плавниковые лучи, длина тела - 11,2 мм, возраст - около 3 недель.

Стадия 30 - наличие плавниковых лучей в грудных и брюшных плавниках, длина тела - 12,8 мм, возраст - 22 суток (рис. 53 е).

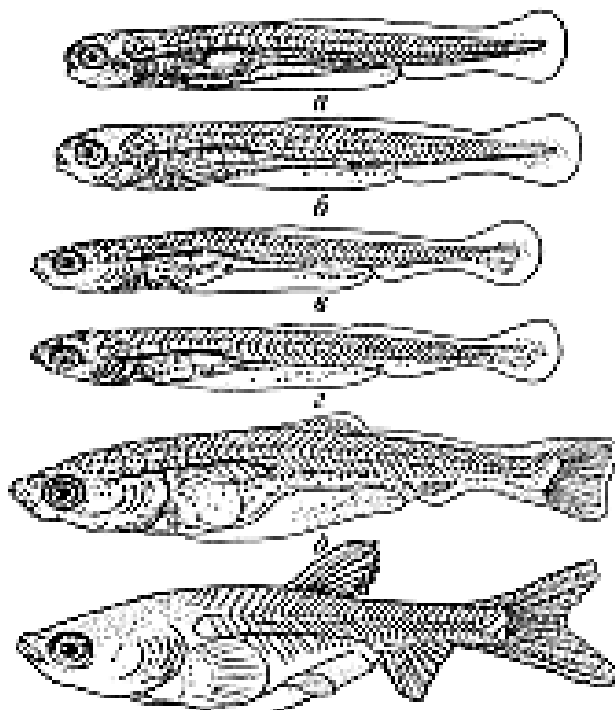


Рисунок 53 - Личиночный период развития белого толстолобика

4.9. Мальковый период белого толстолобика

I этап.

Резкое увеличение длины кишечника, переход малька на питание преимущественно водорослями; длина тела - 13-15 мм, возраст - 25-28 сут. (рис. 54 а).

II этап.

Расщепление плавниковых лучей в непарных плавниках, длина тела - 18 мм, возраст - 1 мес. (рис. 54 б).

III этап.

Начинают появляться чешуйки, длина тела - 22-25 мм, возраст - около 1 мес. 10 дней (рис. 54 в).

IV этап.

Смещение глаз вниз, длина тела - 50 мм, возраст - 1,5-2,0 мес. (рис. 54 г).

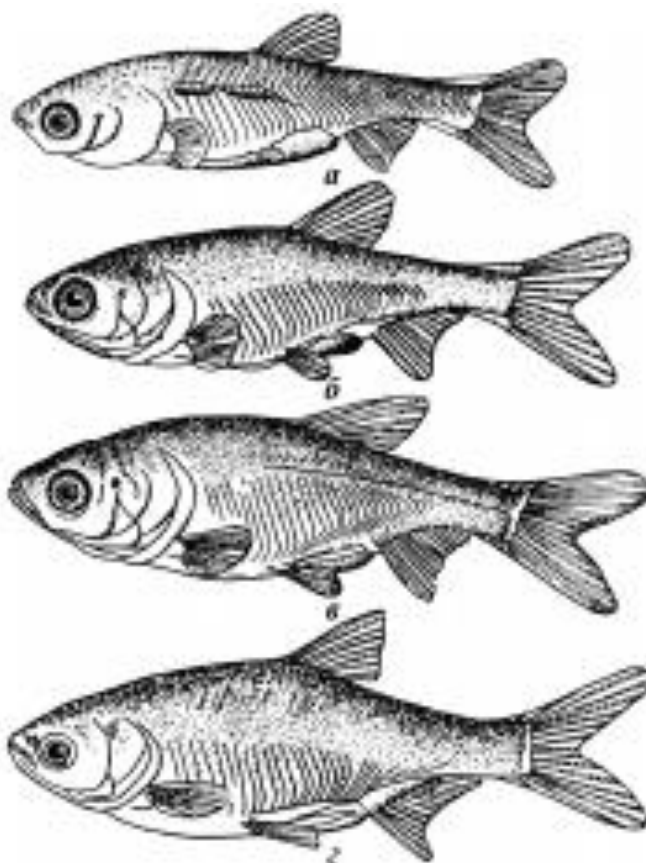


Рисунок 54 - Мальковый период развития белого толстолобика

4.10. Видовые различия и аномалии в развитии растительноядных карповых рыб

Морфологические различия исследованных периодов трех представителей амурского растительноядного комплекса приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Различия в развитии растительноядных карповых рыб

Морфологические и морфометрические признаки	Белый амур	Белый толстолобик	Пёстрый толстолобик
<i>Икра (набухшая)</i>			
Средний диаметр, мм			
оболочки	4,38-5,22	3,80-4,50	4,82-5,63
желточного мешка	1,21-1,36	1,10-1,20	1,42-1,50
<i>Предличинки</i>			
Количество миотомов:			
в туловище	29-31	24-26	24-26
в хвосте	12-14	14-17	14-17
Отношение длины туловища к длине хвоста	2,5	2,0	2,0
Наличие чёрного пигмента на желточном мешке	пигмент только спереди	пигмент спереди и на брюшной части	пигмент спереди и слабо на брюшной части
<i>Личинки</i>			
Пигментация преанальной плавниковой складки	пигмент отсутствует	пигмент развит обильно	пигмент развит несколько слабее
Соотношение развития челюстей, начиная с третьего этапа	челюсти оканчиваются на одном уровне	челюсти оканчиваются на одном уровне	нижняя челюсть выступает вперёд
Развитие грудных плавников на последнем 4-м этапе	далеко не доходят до основания брюшных плавников	далеко не доходят до основания брюшных плавников	заходят за основание брюшных плавников
Развитие спинного плавника	оканчивается, не доходя до уровня начала основания анального плавника	оканчивается на уровне начала основания анального плавника	оканчивается на уровне середины или конца основания анального плавника
<i>Мальки</i>			
Соотношение развития челюстей	как у личинок		
Развитие грудных плавников	то же		
Развитие спинного плавника	то же		
Число лучей в анальном плавнике	8-9	11-14	11-14
Чешуйный покров	чешуя крупная	чешуя мелкая	чешуя мелкая
Развитие брюшного кия	киль отсутствует	киль развит от основания грудных плавников до ануса	киль развит от основания, брюшных плавников до ануса

На каждом этапе развития могут быть обнаружены характерные аномалии, зависящие как от качества икры, так и от условий среды.

Одной из причин неудовлетворительного качества икры и уродства личинок может быть передержка икры в теле самки после ее овуляции. У недоброкачественной икры нередко можно наблюдать высокий процент оплодотворения, но процесс развития протекает ненормально. Поэтому показатель процента оплодотворения икры не может служить критерием качества. Например, наблюдаются аномалии набухания, причиной которых 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 встречаются при склеивании икринок. Это происходит в том случае, если не качественно произвели биотехнику искусственного оплодотворения икры (в момент добавления воды после осеменения не произошло тщательного перемешивания). 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 недостатками в большинстве случаев доживают до вылупления, но при переходе на предличиночный период развития оказываются нежизнеспособными и погибают в значительных количествах.

Особо происходит ложное развитие неоплодотворенной икры: 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 разноразмерные, асимметрично расположенные псевдобластомеры, представляющие собой безъядерные выпячивания цитоплазмы. 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, цитоплазма приобретает ровную поверхность и начинает совершать ложную гастрюляцию.

Псевдогастрюляция 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 - аномалия заключается в чрезмерном увеличении и оводнении околосоудочной полости, может образоваться позади околосоудочной полости, под передним или задним отделом кишечника, в мочевом пузыре и др. Чаще проявляется после начала образования сердца. Высокая степень водянки приводит к значительной деформации сердца. Жизнеспособными бывают лишь зародыши с очень слабо выраженными признаками водянки.

Деформации 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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ранний гаметогенез сиговых рыб Сибири : монография / А.Г. Селюков, Е.В. Ефремова, Г.Н. Бондаренко, Е.В. Микодина. - М.: Изд-во ВНИРО, 2018. - 118 с. - ISBN 978-5-85382-466-9. - Текст : непосредственный.
2. Павлов, Д.С. Биохимическая дифференциация у эмбрионов и личинок атлантического лосося *Salmo salar* (Salmonidae) и её возможная связь с миграционным полиморфизмом / Д.С. Павлов, В.В. Костин, М.А. Ручьев. - Текст : непосредственный // Вопросы ихтиологии. - 2023. - Т. 63, № 5. - С. 602-607.
3. Необходимые объемы искусственного воспроизводства сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна / А.К. Матковский, П.А. Кочетков, Н.В. Янкова [и др.]. - Текст : непосредственный // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Тезисы Девятого Международного научно-производственного совещания. Под общей редакцией А.И. Литвиненко, Ю.С. Решетникова. - 2016. - С. 64-66.
4. Архипов, А. Г. Применение результатов изучения раннего онтогенеза морских промысловых рыб в рыбохозяйственной деятельности / А. Г. Архипов. - Текст : непосредственный // Труды ВНИРО. - 2015. - Т. 156. - С. 16-37.
5. Богданов, В.Д. Экологические аспекты ската личинок сиговых рыб при длительном миграционном пути / В.Д. Богданов, Е.Н. Богданова - Текст : непосредственный // Экология. - 2012. - № 4. - С. 290-297.
6. Головкова, Г.А. Эмбриональное развитие сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* (Gmel.) в условиях ЦЭС ГосНИОРХ «Ропша» / Г.А. Головкова. - Текст : непосредственный // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. - Л., 1986. - Вып. 247. - С. 44-54.
7. Смешливая, С.В. Зависимость скорости дробления бластодиска зародышей сига-пыжьяна, тугуна и муксуна от температуры / Н.В. Смешливая, С.М. Семенченко. - Текст : непосредственный // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Материалы седьмого

международного научно-производственного совещания. Под редакцией А.И. Литвиненко, Ю.С. Решетникова. - 2010. - С. 274-277.

8. Семенченко, С.М. Температурные условия перехода на активное питание личинок сиговых рыб / С.М. Семенченко, Н.В. Смешливая. - Текст : непосредственный // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб. Материалы Восьмого международного научно-производственного совещания. - 2013. - С. 214-220.

9. Озернюк, Н.Д. Адаптационные особенности энергетического метаболизма в онтогенезе рыб / Н.Д. Озернюк. - Текст : непосредственный // Онтогенез. - 2011. - Т. 42, № 3. - С. 235-240.

10. Ефанов, В. Н. Экологические особенности и оптимизация условий искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на современных рыболовных заводах Сахалинской области : монография / В. Н. Ефанов, А. В. Бойко. - Южно-Сахалинск : изд-во СахГУ, 2014. - 124 с.

11. Шумилина, А.К. Методические рекомендации по формированию ремонтно-маточных стад нельмы в индустриальных условиях / Авторы-составители А.К. Шумилина, В.В. Костюничев, А.А. Лютиков. - М.: Изд-во ВНИРО, 2024. - 56 с.

12. Кириллов, В.Н. Морфофункциональные особенности адаптации молоди белого амура к различным уровням солености воды / В.Н. Кириллов. - Текст : непосредственный // Вестник Астраханского государственного технического университета. - 2008. - № 3 (44). - С. 68-70.

13. Ашрапов, А.А.Ў Особенности эмбрионального развития белого амура (*Hypophthalmichthys molitrix*) в условиях искусственного воспроизводства в Узбекистане / А.А.Ў. Ашрапов, Х.Т. Юлдошев, Б.Г. Камилов. - Текст : непосредственный. // Life Sciences and Agriculture. - 2020. - № 2. - С. 106-110.

14. Позвоночные животные России: обзор : сайт. - Москва, 2010. - URL: http://www.sevin.ru/vertebrates/index.html?pre_fishes.html (дата обращения: 15.11.2024). - Режим доступа: свободный. - Текст : электронный.

15. Детлаф, Т.А. Зародышевое развитие осетровых рыб (севрюги, осетра и белуги) в связи с вопросами их разведения / Т.А. Детлаф, А.С. Гинзбург. - М.: Изд-во Академии наук СССР, 1954. - 216 с. - Текст : непосредственный.
16. Привезенцев, Ю.А. Рыбоводство / Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов. - М.: Мир, 2004. - 456 с. - Текст : непосредственный.
17. Мухачев, И.С. Биологические основы рыбоводства: учебное пособие для студентов специальности «Зоотехния» и «Водные биоресурсы и аквакультура» / И.С. Мухачев. - Тюмень: ТГСХА, 2005. - 260 с. - Текст : непосредственный.
18. Калайда, М.Л. Общая гистология и эмбриология рыб / М.Л. Калайда, М.В. Нигметзянова, С.Д. Борисова. - СПб: Проспект Науки, 2011. - 144 с. - Текст : непосредственный.
19. Чебанов, М.С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Технические доклады ФАО по рыбному хозяйству и аквакультуре. Анкара, ФАО. № 558. / М.С. Чебанов, Е.В. Галич. - 2011. - 297 с. - Текст : непосредственный.
20. Неваленный, А.Н. Биологические основы рыбоводства: учебник / А.Н. Неваленный, Е.Н. Пономарева, М.Н. Сорокин.- М.: МОРКНИГА, 2016. - 434 с. - Текст : непосредственный.
21. Герасимов, Ю.Л. Основы рыбного хозяйства / Ю.Л. Герасимов. - Самара: Изд-во «Самарский университет», 2003. - 108 с. - - Текст : непосредственный.
22. Богданов, В.Д. Эмбриональное развитие сиговых рыб на естественных нерестилищах в уральских притоках Нижней Оби / В.Д. Богданов, Е.Н. Богданова - Текст : непосредственный // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. - 2006. - № 6-2. - С. 3-17.
23. Семенченко, С.М., Взаимосвязь динамики элиминации и устойчивости к механическим воздействиям эмбрионов сиговых рыб Coregonidae при инкубации / С.М. Семенченко, Н.В. Смешливая, Т.В. Белослущая - Текст :

непосредственный // Вестник рыбохозяйственной науки. - 2019. - Т. 6. - № 1 (21).
- С. 59-73.

24. Пашинова, Н. Г. Товарное рыбоводство: лабораторный практикум /
Н. Г. Пашинова, Г. А. Москул. - Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2014. - 155 с. -
Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-8209-1022-7.

ГЛОССАРИЙ

Аквакультура - выращивание и разведение водных организмов (рыб, ракообразных, моллюсков, водорослей и пр.) в естественных и искусственных водоёмах, а также на специально созданных морских плантациях;

Ареал - географическое понятие, область обитания биологического вида;

Бластодиск - (зародышевый диск) небольшой диск цитоплазмы, он является частью, образующей эмбрион на желтке икринки рыб;

Бластомеры - клетки зародыша на этапе дробления зиготы;

Бластула - это стадия развития зародыша многоклеточных животных, рыб в частности, завершающая период дробления оплодотворённого яйца, на этой стадии зародыш имеет полость - бластоцель и слой клеток - бластодерму, состоящую из бластомеров;

Водные биоресурсы - запасы рыбы, водных беспозвоночных, водных млекопитающих, водорослей, других водных растений и животных, обитающих в водных объектах и на участках дна;

Воспроизводство рыбных биоресурсов - биолого-биотехнический процесс, представляющий собой разведение, подращивание и выпуск молоди рыбных и других биоресурсов в среду их обитания;

Гастрюляция - процесс эмбрионального развития, в ходе которого клетки, возникшие в результате дробления зиготы, формируют три зародышевых листка: эктодерму, мезодерму и энтодерму;

Зигота - у рыб это клетка, образующаяся в результате слияния яйцеклетки (женской гаметы) и сперматозоида (мужской гаметы), также ее называют оплодотворённым яйцом;

Инкубация - процесс получения личинок рыб из икры;

Личинка - период развития организма рыб от перехода на внешнее питание до появления чешуи или лучей плавников;

Малёк - период развития организма рыб от закладки чешуи или у рыб без чешуи от закладки лучей плавников до формирования облика, характерного для данного вида рыб;

Оплодотворение - слияние мужской и женской половых клеток - гамет, в результате чего образуется зигота, способная развиваться в живой организм;

Перивителлиновое пространство - пространство между прозрачной зоной и клеточной мембраной яйцеклетки (неоплодотворённой или оплодотворенной);

Предличинка - (свободный эмбрион) период развития организма вне икринки до перехода на внешнее питание;

Рыбное хозяйство - вид хозяйственной деятельности по устойчивому использованию рыбных ресурсов и других водных животных;

Рыбные ресурсы - общий запас рыб в водоеме, выраженный в единицах массы или количества;

Культивирование - выращивание, разведение;

Рыбоводство - деятельность по разведению (выращиванию) рыбы, является составной частью аквакультуры;

Сеголетка - возраст рыбы в период после формирования полного чешуйного покрова до одного года;

Эмбрион - (зародыш) начальный период развития многоклеточного организма, у рыб он проходит в яйцевой оболочке; начинается с момента слияния яйцеклетки и сперматозоида и завершается выходом из икринки.

Размещается в сети Internet на сайте ГАУ Северного Зауралья
<https://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2024/bakina-smolina.pdf>,
в научной электронной библиотеке eLIBRARY, РГБ, доступ свободный

Издательство электронного ресурса
Редакционно-издательский отдел ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья».
Заказ № 1255 от 27.12.2024; авторская редакция
Почтовый адрес: 625003, Тюменская область, г. Тюмень, ул. Республики, 7.
Тел.: 8 (3452) 290-111, e-mail: rio2121@bk.ru

ISBN 978-5-98346-194-9



9 785983 461949 >