

## **Направление вебинара: Аквакультура и рыбоводство.**

### **Вебинар на тему: «Основные этапы эмбрионального развития рыб»**

**11.10.2022 г.**

Лектор: Мурзашев Т.К. - кандидат биологических наук, доцент

Эксперт: Галимуллина М.Р. – магистр экономических наук

#### **Размножение и развитие**

Развитие организма представляет собой совокупность количественных и качественных изменений в результате взаимодействия организма со средой.

Размножение и развитие рыб отличаются рядом специфических особенностей, обусловленных водным образом жизни.

Размножение – важнейший жизненный процесс, обеспечивающий существование вида. В органическом мире размножение может происходить двумя способами – бесполом и половым. Рыбам свойственно половое размножение, хотя у многих видов зрелые половые клетки, попав в воду, начинают развиваться партеногенетически, т. е. без оплодотворения. Икринки, выметанные и развивающиеся в разных экологических условиях, обладают рядом особенностей, которые способствуют их приспособленности к среде.

Рыбы размножаются в самых различных условиях и на разном субстрате, поэтому выделяют следующие экологически группы.

Литофилы — размножаются на каменистом грунте (в реках на течении или на дне олиготрофных озер или прибрежных участках морей) в местах, богатых кислородом. Это осетры, лососи, подусты и др.

Фитофилы — размножаются среди растительности, откладывая икру в стоячей или слаботекущей воде на отмершие или вегетирующие растения. При этом кислородные условия могут быть разными. К этой группе принадлежат щука, сазан, лещ, плотва, окунь и др.

Псаммофилы — откладывают икру на песок, иногда прикрепляя ее к корешкам растений. Часто оболочки икринок инкрустируются песком. Развиваются обычно в местах, богатых кислородом. К этой группе принадлежат пескари, некоторые гольцы и др.

Пелагофилы — выметывают икру в толщу воды. Икра в свободные эмбрионы развиваются, свободно плавая в толще воды, обычно в благоприятных для дыхания условиях. В эту группу входят почти все виды сельдей, тресковых, камбал, некоторые карповые (чехонь, толстолобик, амур и др.).

Остракофилы — откладывают икру внутрь мантийной полости моллюсков и иногда под панцири крабов и других животных. Икра может развиваться и без достаточного количества кислорода. Это некоторые пескари, горчаки и др.

Эта классификация охватывает не всех рыб, имеются промежуточные формы: рыбец может нереститься на растительности и на камнях, т. е. одновременно как фитофильная и литофильная рыба.

Резервный материал для питания зародыша – желток овоцита – состоит преимущественно из белков, основная масса которых представлена липофосфопротеидами (ихтулин) и небольшим количеством альбумина, и липидов, имеется небольшое количество полисахаридов и нейтральных жиров.

У многих рыб цитоплазма овоцита содержит жировые капли, состоящие преимущественно из нейтральных жиров – глицеридов. Яйца рыб характеризуются большим количеством воды.

Сильно колеблется в них содержание белков и жиров. Таким образом, главным источником энергии при развитии зародыша являются белки, за счет которых покрывается до 70% расходуемой энергии.

У большинства рыб осеменение наружное. В отличие от наземных животных зрелые половые клетки рыб выводятся в воду, здесь происходит оплодотворение икры и дальнейшее ее развитие.

Осеменение, оплодотворение и инкубация икры в воде, вне материнского организма, влечет за собой большую гибель потомства на ранних стадиях развития. Для обеспечения сохранения вида в процессе эволюции у рыб выработалась или большая плодовитость, или забота о потомстве.

Плодовитость рыб намного выше, чем у наземных позвоночных. Это приспособительное свойство к условиям существования. Количество икры, откладываемой разными видами, очень сильно варьирует - от нескольких штук у полярной акулы до 200 млн у морской щуки и 300 млн у рыбы-луны.

У рыб имеет место избирательность оплодотворения. Поэтому использование при осеменении икры спермы от двух ил

более особей повышает ее оплодотворяемость.

В индивидуальном развитии рыб можно выделить ряд крупных отрезков (периодов), каждый из которых характеризуется общим для разных видов свойствами.

1. Эмбриональный период – от момента оплодотворения яйца до перехода молоди на внешнее питание. Эмбрион питается за счет желтка – запаса пищи, полученного от материнского организма. Этот период подразделяется еще на два подпериода:

- 1) подпериод икринки, или собственно эмбриона, когда развитие происходит в оболочке;
- 2) подпериод свободного эмбриона (предличинки), когда развитие идет вне оболочки.

2. Личиночный период начинается с момента перехода на питание внешней пищей. Внешний облик и внутреннее строение ещё не приняли формы взрослого организма. У личинок имеются специфические личиночные органы, которые в дальнейшем пропадают.

3. Мальковый период — внешний облик близок к облику взрослого организма. Исчезают личиночные органы, появляются характерные для взрослых органы и функции. Половые органы почти не развиты. Энергетические ресурсы расходуются главным образом на рост. Вторичнополовые признаки обычно отсутствуют.

4. Период полувзрослого (неполовозрелого) организма — начинается быстрое развитие половых желез и вторичнополовых признаков, но организм еще не способен к размножению.

5. Период взрослого (половозрелого) организма — состояние, при котором в определенный период года организм способен воспроизводить себе подобных; вторичнополовые признаки, если они свойственны данному виду, энергия тратится преимущественно на развитие половой системы и создание запасов для поддержания жизнедеятельности во время миграций, зимовок, размножения,

6. Период старости— половая функция затухает; роев в длину прекращается или замедляется.

В пределах подпериода или периода выделяют этапы. Теория этапности развития рыб разработана учеными школы академика А. Н. Северцова, С. Г. Крыжановским и В. В. Васнецовым.

На каждом этапе организм характеризуется специфическими приспособлениями к среде, т. е. определенными особенностями строения, дыхания, питания, роста. На протяжении этапа организм растет, но значительных изменений в его строении и отношениях со средой не происходит.

В зависимости от кислородного режима нерестилищ, при котором обычно инкубируется икра, развиваются «дыхательные» пигменты — каротиноиды желтоватого и красноватого цвета. Чем хуже условия дыхания, тем сильнее пигментирована икра. Поэтому самая яркая окраска присуща икре фитофильных и литофильных рыб, а самая светлая — икре пелагофилов.

Продолжительность инкубации при прочих равных условиях зависит от температуры воды: чем она выше, тем развитие происходит быстрее. У рыб, выметывающих икру весной и летом при высоких температурах, развитие длится несколько дней; у рыб с осенне-зимним нерестом — несколько месяцев.

Успешнее всего инкубация проходит при оптимальной температуре. При повышенной она хотя и заканчивается быстрее, но молодь выклеивается мелкой и недоразвитой, а при понижении температуры зародыши более крупные, но нарушается процесс выклева. При отклонении температуры повышается количество уродов — особей с укороченным туловищем, искривлением позвоночника, водянкой околосердечной и брюшной полости, а также двухголовых экземпляров, срастающихся разными участками туловища, особей с аномалиями челюстного аппарата и др.

Для учета длительности развития существует понятие «градусо-дни». Это произведение средней температуры инкубации на число дней развития икры, оно дает общее представление о сумме тепла, необходимого для развития молоди до выклева.

Но это не постоянная величина, она имеет разные значения при разных температурах. У карпа развитие длится 54... 126 градусо-дней, у радужной форели — 330...409. При неблагоприятных условиях, например, при недостатке кислорода, икра развивается дольше.

В течение 1-х суток жизни после выклева зародыши движутся периодически; время от времени, приклеившись к растениям, они висят неподвижно, покойно; затем, оторвавшись от субстрата, проделывают несколько червеобразных движений, после чего опять приклеиваются. Таким образом чередуются состояния движения и покоя. При указанных температурах преобразования зародышей протекают быстро. Уже к концу первого дня их жизни (длина 6 мм) желточный мешок оказывается сильно втянутым.

На 2-е сутки жизни зародыши имеют небольшой желточный мешок. Уменьшение желточного мешка происходит по всей площади соединения его с зародышем, но быстрее в передней расширенной части. В плавниковой кайме, особенно в нижней части хвостового отдела, уплотнённые участки (скопления мезенхимных клеток) становятся более значительными. Зародыши больше не приклеиваются к растениям, они постоянно плавают.

На 3-й сутки жизни при длине тела 6,2–7,8 мм у молоди остается совсем мало желтка. Хорда не изогнута. У особей плавниковой каймы ещё нет, но в хвостовой части в нижней половине намечаются мезенхимные тяжики. Пигментных клеток становится больше. Жаберная крышка прикрывает не все жаберные дужки. Кровь начинает окрашиваться, приобретает очень слабый жёлто-розовый оттенок. Кишечник представляет собой едва изогнутую трубку, но уже с просветом. Молодь заглатывает воздух, плавательный пузырь (задняя камера) наполняется им и становится хорошо видимым. Наполнение плавательного пузыря воздухом облегчает передвижение рыбок. Части ротового аппарата могут двигаться. Рот перемещается на конец рыла.

Молодь переходит к активному питанию (внешней пищей). Таким образом, в это время у личинок питание смешанное: как внешней пищей, так и за счет не совсем израсходованного желточного мешка. Вследствие прозрачности тела хорошо видно содержимое кишечника.

На 4-е сутки жизни длина личинок достигает 5,5–9,0 мм. Самые мелкие из них имеют ещё остатки желтка. Рот приобретает способность закрываться полностью. Зачатки лучей в хвостовой части плавниковой каймы увеличиваются. Плавниковая кайма в передней части (на спине) становится более высокой, здесь появляется сгущение

мезенхимных клеток. Такое же сгущение мезенхимы наблюдается в анальной части каймы, на месте будущего анального плавника. Пигментных клеток становится очень много, они крупные, разбросаны по всему телу. Особенно крупны они на спинной стороне головы. Жаберные крышки увеличиваются. Личинки уже заглатывают циклопов, босмий и других мелких ветвистоусых и веслоногих рачков.

На 5-е сутки жизни при длине 7,0–10,1 мм личинки отличаются от предыдущих в основном тем, что у них сильнее загнут уrostиль, хвост стал гетероцеркальным, в плавниковой кайме резче выделяется хвостовой отдел, в котором лучи уже сформировались; в спинном и анальном отделах плавниковой каймы сгущения мезенхимы стали плотнее. На челюстях появляются роговые зубы. В пищевом комке кроме коловраток, ветвистоусых и веслоногих рачков начинают встречаться планктонные личинки хирономид.

На 6-е сутки жизни (длина 8,2–11,3 мм) личинки своим общим видом напоминают уже больше рыбку, чем личинку. Головка из закругленной становится вытянутой. Жаберные крышки закрывают все жаберные дужки. Хвостовой отдел на плавниковой кайме ограничивается четче, мезенхимные сгущения в спинном и анальном участках каймы уплотняются. Тело личинок становится менее прозрачным, сегменты видны плохо, только в задней части.

На 8-е сутки жизни личинки достигают длины 10–12,8 мм. Сегменты в теле видны совсем плохо. В плавательном пузыре обе камеры наполнены воздухом. На месте брюшных плавников появляются кожистые выросты. Плавниковая кайма ясно дифференцирована, спинной отдел ее имеет лучи, в анальном ее отделе также появляются зачатки лучей. Хорошо видны кости черепа. У наиболее крупных рыбок хвостовой отдел представляет собой сформированный хвостовой плавник; появляется хвостовая выемка, раздваивающая плавник на верхнюю и нижнюю лопасти. Спинной плавник также вполне сформирован. Грудные и брюшные плавники ещё не имеют лучей. Все тело очень сильно пигментировано. Рот становится выдвижным. Кишечник слабо изогнут, намечается первая петля.

На 13-е сутки жизни при длине тела 15–20 мм никаких следов плавниковой каймы между плавниками нет. В брюшных и грудных плавниках появились лучи. Тело непрозрачно, его почти сплошь покрывают пигментные клетки. В кишечнике стало две петли. Чешуи ещё нет. Дальнейшее развитие происходит в выростном пруду.

**Председатель правления – ректор  
НАО «ЗКАТУ им. Жангир хана»**



**Наметов А.М.**

**Специалист проектного офиса  
«AgroTech HUB»**

**Галимуллина М.Р.**