

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комин Андрей Эдуардович

Должность: ректор

Дата подписания: 18.09.2020 09:33:50

Уникальный программный ключ:

f6c6d686f0c899fdf76a1ed8b448452ab8cac6fb1af6547b6d40cdf1bdc60ae2

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

«Приморская государственная сельскохозяйственная  
академия»

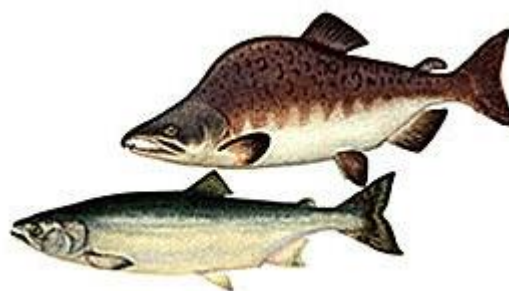
Янкина О.Л.

# ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА

Практикум

Часть 1

Биология и хозяйственная характеристика рыб



Уссурийск, 2019

УДК 639.3

ББК 47.28

Я 60

Рецензент: Лапшин Л.В., канд. биол. наук, доцент

Янкина О.Л.

Основы рыбоводства: Практикум. Часть 1. Биология и хозяйственная характеристика рыб /О.Л. Янкина; ФГБОУ ВО ПГСХА. - Уссурийск, 2019. - 75 с.

В практикуме рассматриваются вопросы по дисциплине «Основы рыбоводства». Практикум разделен на части, соответствующие основным разделам курса. Часть 1 практикума включает вопросы о биологических особенностях рыб, методах изучения роста и определения возраста рыб, дана характеристика рыб, используемых в прудовом рыбоводстве.

Данное учебное пособие может быть использовано в качестве методических указаний к лабораторно-практическим занятиям и для самостоятельной работы обучающихся по направлениям подготовки 36.03.02 «Зоотехния» и 36.03.01 «Ветеринарно-санитарная экспертиза» а также других специальностей и направлений по курсу «Основы рыбоводства» и «Рыбоводство».

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| <u>Тема 1.</u> Внешний вид рыб  | 4  |
| <u>Тема 2.</u> Внутреннее строение рыб  | 12 |
| <u>Тема 3.</u> Размножение и развитие рыбы  | 24 |
| <u>Тема 4.</u> Методы изучения роста и определение<br>возраста рыб                  | 36 |
| <u>Тема 5.</u> Биологическая и хозяйственная характеристика<br>объектов рыбоводства | 43 |

## 1. Тема 1. Внешний вид рыб

Цель занятия: Ознакомление с внешним строением рыб. Анализ основных признаков, связанных с обитанием рыб в воде.

Материал и оборудование: свежая или фиксированная в формалине рыба.

Задание: 1) выполнить схематический рисунок рыбы и обозначить на нем все участки тела; 2) на 2 – 3 видах рыб по указанию преподавателя определить границы частей тела всех отделов; 3) изучить и зарисовать контуры рыб, имеющих разные формы тела; 4) изучить и зарисовать различные положения рта рыбы; 5) зарисовать формы чешуи 6) зарисовать формы хвоста рыбы

Основной систематической единицей является вид. Виды объединяются в роды, роды – в семейства, семейства – в отряды, отряды – в классы, классы – в тип. Разнообразие рыб не всегда укладывается в эти основные группы. Поэтому применяют некоторые промежуточные категории. При разделении рыб по крупным систематическим категориям (классам, отрядам, семействам) для удобства определения употребляют промежуточные обозначения – группа, подкласс, подотряд и т.д.

Научное (латинское) название вида обозначается двумя словами: родовым и видовым.

Среди позвоночных животных рыбы – наиболее богатая видами группа, включающая около 22 тыс. ныне живущих представителей. Общим характерным признаком рыб являются жабры (через них для дыхания проходит вода с растворенным в ней кислородом), а также плавники – органы движения и кожа с многочисленными железами, которые выделяют слизь, снижающую трение при движении рыбы в воде.

**Основные части тела рыбы.** Тело рыбы состоит из головы, туловища, хвоста и плавников (рис. 1). Границей между головой и туловищем считают жаберную щель, между туловищем и хвостом – местоположение анального отверстия.

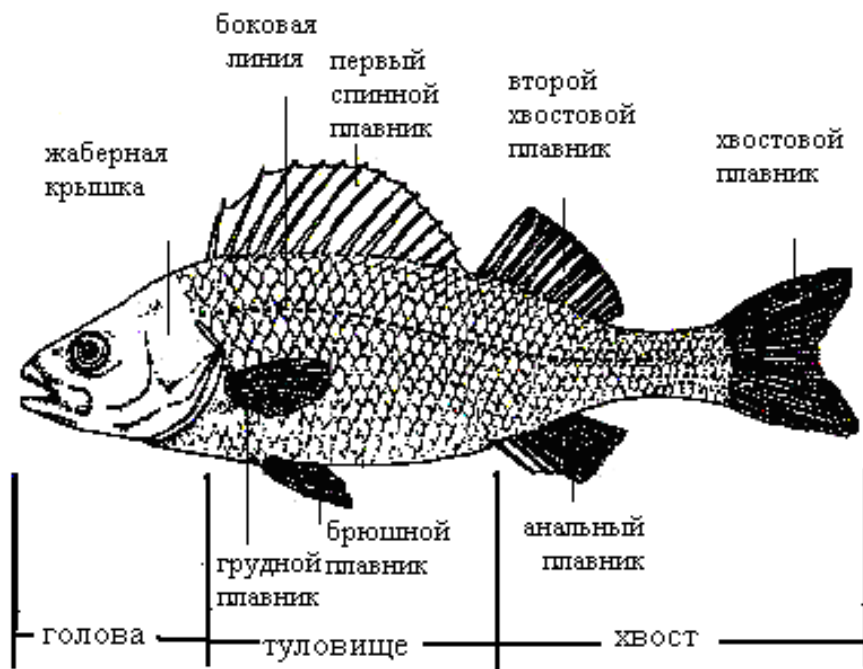


Рис. 1. Тело рыбы

*Головной отдел* определяется как расстояние от начала рта до заднего края жаберной крышки (без жаберной перепонки).

*Туловищный отдел* определяется как расстояние от конца головы до анального отверстия или до начала анального плавника.

*Хвостовой отдел* определяется как расстояние от анального отверстия (начала анального плавника) до конца хвостового плавника.

В головном отделе выделяют: *рыло* – расстояние от начала головы до передней вертикали (края) глаза; *заглазничное пространство* – от задней вертикали края глаза до дистального конца жаберной крышки; *щеку* – участок от задней вертикали глаза до заднего края предкрышки; *лоб*, или межглазничное пространство, – расстояние между глазами.

Прежде чем рассмотреть участки нижней головы, следует обратить внимание на жаберные перепонки – кожные складки, окаймляющие жаберную крышку (рис. 1). У некоторых рыб (карповые Cyprinidae) жаберные перепонки приращены к межжаберному промежутку (isthmus) – участку между жаберными щелями. В нижней части головы выделяют: *подбородок* – участок головы от начала нижней челюсти до места соединения или прикрепления жаберных перепонки; *горло* – расстояние от места прикрепления или срастания между собой жаберных перепонки до основания грудных плавников. Кроме того, в нижней части головы различают место соединения костей нижней челюсти, называемое *симфизисом* (рис.2).

Разнообразие мест обитания и образа жизни определяют специфические приспособления разных групп рыб, проявляющихся как в строении тела, так и в функциях отдельных систем и органов.

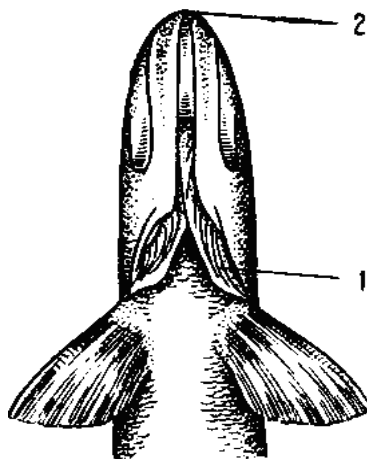


Рис. 2. Нижняя сторона головы рыбы:  
1 – жаберные перепонки; 2 – симфизис

Внешние признаки рыб имеют большое значение при их определении. Основные части тела – голова, туловище, хвост, плавники сильно варьируют у разных видов по форме и размеру. Разнообразна и форма тела рыб.

По форме тела рыб можно разделить на несколько типов (рис. 3):

1. **Торпедовидный.** Туловище утолщено спереди, слегка сжато с боков и утончено к хвостовому плавнику. Такую форму тела имеют хорошие пловцы, совершающие продолжительные и быстрые передвижения в толще воды: акула, треска, лососи, скумбрия, кефаль и др.

2. **Веретеновидный** является наиболее распространенной. Рыбы такой формы имеют сжатое с боков тело и слегка заостренную голову. Веретеновидная форма характерна для большинства рыб, например, плотвы, окуня, сельди. Рыбы с веретеновидной формой тела обитают в поверхностных слоях, в толще воды и у дна, в прибрежных и открытых районах водоемов.

3. **Стреловидный.** Тело вытянуто, высота равномерная, голова сжата с боков, непарные плавники отодвинуты назад. Это хорошие пловцы, которые держатся в толще воды, совершают стремительные броски при охоте на добычу (обычно – в засаде) (сарган, щука, сайра).

4. **Лентовидный.** Тело сплющено с боков, длинное в виде ленты. Движение лентовидных рыб осуществляется с помощью изгибания всего тела. Обитатели спокойных вод (рыба-сабля, сельдяной король и др.).

5. **Угревидный (змеевидный).** Тело сильно вытянуто, круглое в поперечнике. Движения змеевидные (угорь).

6. **Уплощенный.** Возможны два варианта. Тело сжато, уплощено с боков, высокое, глаза несимметричны, чаще на одной стороне (камбала). Тело

сжато сверху вниз, высота незначительна (скат). Это малоподвижные, донные рыбы.

7. **Шаровидный (кувкообразный).** Тело округлое, приближающееся к шару (рыба-еж, пинагор, кузовок).

Нередко встречаются рыбы, форма тела которых напоминает одновременно различные типы форм. Так, у зубаток (р. Anarhias) и вьюна (Misgurnus fossilis L.) форма тела угревидно-лентовидная, т. е. передняя часть закруглена, а хвостовая сжата с боков. Для ликвидации демаскирующей тени на брюхе рыбы, возникающей при освещении сверху, мелкие пелагические рыбы, например сельдевые (сем. Clupeidae), чехонь (Pelecus cultratus L.), имеют заостренное, сжатое с боков брюшко с острым килем.

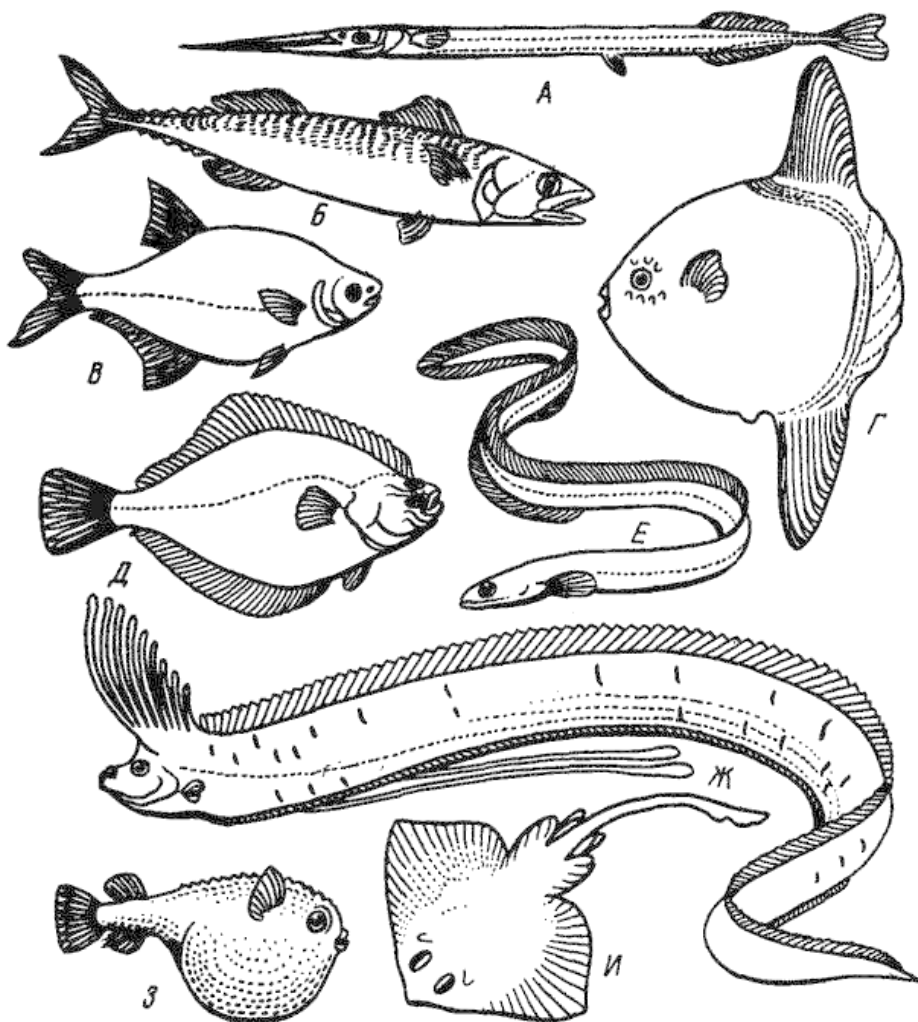


Рис. 3. Формы тела рыб.

А – стреловидная (сарган), Б – торпедовидная, В – сплюснутая с боков, лещевидная (лещ обыкновенный), Г – тип рыбы луны (луна-рыба), Д – тип

камбалы (речная камбалы), Е – змеевидная (угорь), Ж – лентовидная (сельдяной король), З – шаровидная (кузовок), И – плоская (скат).

В прямой связи со способами питания находится положение рта (рис. 4). Различают рот верхний (планктоноядные рыбы), конечный (например, хищники), нижний (бентосоядные). Существуют и переходные формы – рот полуверхний, полунижний. Различают выдвижной (осетр, карп, лещ) и не выдвижной. Рот у рыб устроен очень различно. Величина и форма, по большей части, связана со способом добывания пищи. Так, у хищных рыб чаще всего большой рот, который может широко раскрываться. У них множество острых зубов, иногда наклоненных внутрь, чтобы лучше удерживать добычу. У всеядных и травоядных рыб рот поменьше, с уплощенными зубами для размалывания пищи. Расположение рта также может дать представление о пищевых привычках. "Верхний рот" - рыба отыскивает свою добычу преимущественно у поверхности воды. "Конечный рот" - эта рыба ищет свою добычу не только у поверхности воды, но и в ее толще. "Нижний рот" бывает у тех рыб, которые в поисках пищи собираются в придонных слоях воды, у круглоротых рот превращен в присоску.

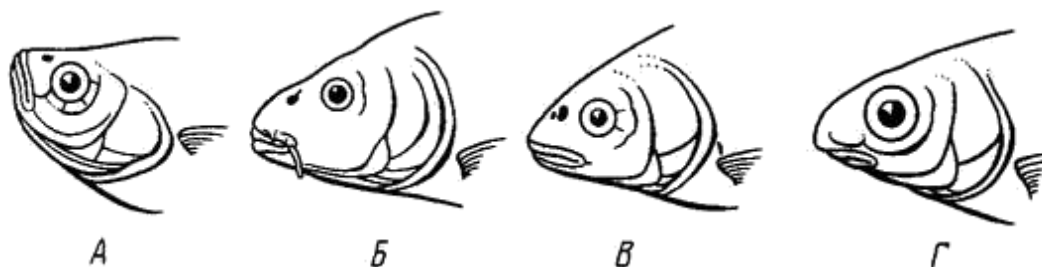


Рис. 4. Положение рта у карповых рыб.

А – верхний (чехонь); Б – конечный (сазан);  
В – полунижний (вобла); Г – нижний (остролучка)

По своему характеру рот бывает выдвижной и невыдвижной.

**Выдвижной рот** характеризуется подвижным соединением верхней челюсти с черепом, благодаря чему при раскрытии рта верхняя челюсть может выбрасываться вперед. Рот такого типа свойственен рыбам, потребляющим планктон (сельдевые), или мелкий бентос (сазаны, лещ), или детрит (кефали). Многие рыбы (осетровые, карповые) имеют выдвижной рот, благодаря которому они легко роются в иле, отыскивая пищу (рис. 5)

**Невыдвижной рот** характеризуется неподвижным или почти неподвижным соединением верхней челюсти с черепом. Он свойствен большинству рыб, питающихся сравнительно крупными объектами. Рыбы с



таким типом рта в процессе захватывания пищи вынуждены затрачивать усилие на его закрывание – это хищники, а также бентофаги, разгрызающие раковины моллюсков, твердые панцири ракообразных и иглокожих. Строение рта рыб отличается большим разнообразием. Выделяют шесть типов строения рта: хватательный (судак, сом, щука); всасывательный (лещ, рыба-игла); дробящий (кузовки, зубатки); в виде присоски (минога); рот планктоеда (сельди, ряпушка); рот перифитоноеда (подуст, храмуля).

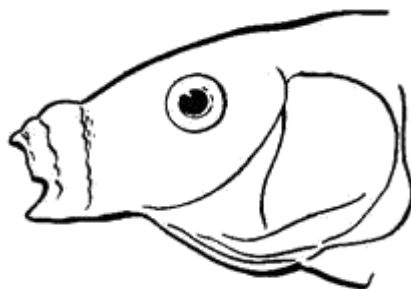


Рис. 5. Выдвижной рот (сазана)

Некоторые рыбы имеют около рта усики (органы вкуса, осязания). Впереди глаз обычно находятся ноздри (обонятельные отверстия).

На туловище и хвосте рыб расположены плавники: парные – грудные и брюшные и непарные – спинной, анальный и хвостовой. Лососевые между спинным и хвостовым плавниками имеют жировой плавник. Все плавники состоят из лучей, скрепленных кожистой перепонкой, кроме жирового плавника сиговых, лососевых, харациновых и некоторых сомов.

В соответствии с формой и строением различают несколько типов хвостового плавника (рис. 6).

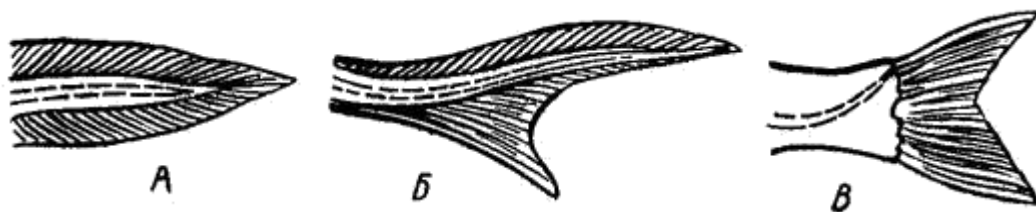


Рис. 6. Различные типы хвоста.

А – симметричный; Б – несимметричный (гетероцеркальный); В – ложносимметричный (по Никольскому, 1974)

Кожа рыб состоит из двух слоев: наружного – эпидермиса и внутреннего – собственно кожи, или дермы. Через кожу происходит частичное выделение конечных продуктов обмена веществ и поглощение некоторых компонентов из внешней среды (кислорода, солей и т.д.). Выделяемая кожей слизь не только уменьшает трение тела о воду, но и предотвращает попадание в организм паразитов и бактерий, так как обладает бактерицидными свойствами, регулирует проникновение воды и солей, выделяют специфический видовой запах. В коже возникают костные образования – чешуи. Основное назначение чешуи – механическая защита тела.

Различают три формы чешуи (рис. 7): плакоидная, ганоидная и костная. Плакоидная – наиболее древняя, сохранилась у хрящевых рыб (акулы, скаты). Состоит из пластинки, на которой возвышается шипик. Старые чешуйки сбрасываются, на их месте возникают новые. Ганоидная – преимущественно у ископаемых рыб. Чешуйки имеют ромбическую форму, тесно сочленяются одна с другой, так что тело оказывается заключенным в панцирь. Чешуйки со временем не меняются. Названием своим чешуя обязана ганоину (дентинообразному веществу), толстым слоем лежащему на костной пластинке. Среди современных рыб ее имеют панцирные щуки и многоперы. Кроме того, она имеется у осетровых в виде пластинок на верхней лопасти хвостового плавника (фулькры) и жучек, разбросанных по телу (модификация нескольких слившихся ганоидных чешуек). Постепенно видоизменяясь, чешуя теряла ганоин. У современных костистых рыб ганоина уже нет, чешуйки состоят из костных пластинок (костная чешуя). Эти чешуйки могут быть: циклоидными – округлыми, с гладкими краями (карповые) и ктеноидными – с зазубренным задним краем (окуневые). Обе формы родственны, но циклоидная как более примитивная встречается у низкоорганизованных рыб. Бывают случаи, когда в пределах одного вида самцы имеют ктеноидную, а самки – циклоидную чешую (камбалы рода *Liopsetta*), или даже у одной особи встречаются чешуйки обеих форм.

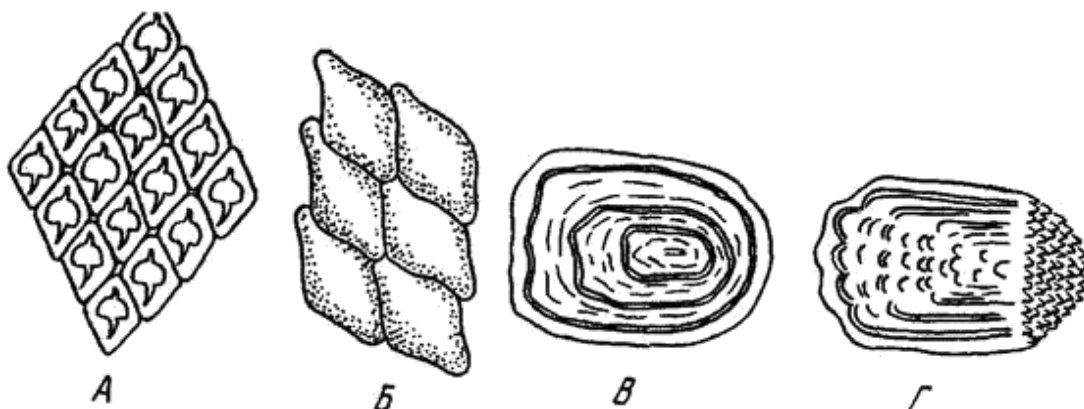


Рис. 7. Форма чешуи рыб.

А – плакоидная; Б – ганоидная; В – циклоидная; Г – ктеноидная

Каждая такая чешуйка начинает образовываться в чешуйном кармашке – углублении в кориуме, затем свободный конец ее выходит из кармашка и накладывается на следующую чешуйку. Такое черепицеобразное расположение чешуек позволяет телу рыбы свободно изгибаться. Чешуя располагается рядами. Число рядов и количество чешуи в продольном ряду не изменяются с возрастом рыбы, поэтому они служат показателями при систематическом определении. По годовым кольцам на чешуе можно определить возраст и темп роста рыбы.

В разрезе на каждой чешуйке различаются наружный покрышечный слой (преимущественно неорганического состава) и нижний базальный (имеющий характер кости). На верху покрышечного слоя концентрическими слоями располагаются ребрышки – склериты. Образование склеритов

происходит периодически, поэтому их ряды подсчитывают при определении возраста рыб (годовые кольца). Зона со сближенными склеритами выглядит как более темная, а с разреженными – более светлая. Каждая светлая зона постепенно переходит в темную. Полосы светлых (широких) и темных (узких) склеритов, которые образуются в течение одного года, составляют одно годовое кольцо роста. Число колец на чешуе соответствует числу прожитых рыбой лет. Широкая и узкая полосы составляют вместе одну годовую зону (рис. 8).

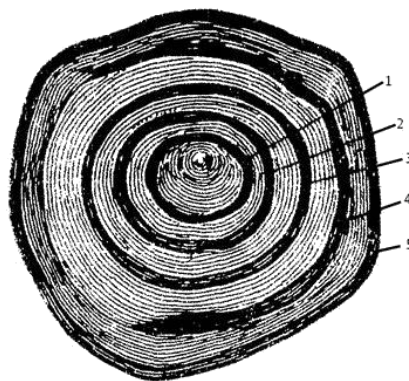


Рис. 8. Чешуя 5-годовалого карпа:  
1, 2, 3, 4, 5—годовые кольца

#### Контрольные вопросы:

1. Перечислить формы тела рыб.
2. Какую форму тела имеют сельдь, треска, окунь?
3. Укажите границы отделов тела рыб.
4. Что называется щекой, рылом, подбородком?
5. Что такое жаберные перепонки и где они расположены?
6. Какие типы положения рта выделяют у рыб?
7. Приведите примеры рыб с разным положением рта и свяжите это с характером питания.
8. Что такое выдвижной и невыдвижной рот? Приведите примеры.
9. Что такое брызгальца? Приведите примеры рыб, имеющих брызгальца.
10. Какие типы строения хвостового плавника выделяют у рыб?
11. Какие типы чешуи рыб вы знаете?
12. Какая чешуя свойственна большинству современных рыб?

#### Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Систематика рыб.
2. Основные признаки рыб, характерные для определяемого вида.

## Тема 2: Внутреннее строение рыб

Цель занятия: ознакомиться с внутренним строением рыб

Материал и оборудование: свежая или фиксированная в формалине рыба, ванночка, скальпель, пинцет, ножницы, препарировальные иглы, булавки, вата гигроскопическая, марлевые салфетки.

Задание: 1) произвести вскрытие рыбы; рассмотреть строение основных систем внутренних органов; 2) сделать следующие рисунки: скелет костистой рыбы, общее расположение внутренних органов, поперечный разрез жаберной дуги, схему кровеносной системы рыб; 3) изучить и записать системы: мышечную, дыхательную, кровеносную, пищеварительную, нервную и размножения.

### ВСКРЫТИЕ

1. Ножницами сделать короткий поперечный разрез брюшной стенки впереди анального отверстия.
2. Осторожно ввести в разрез тупую ветвь ножниц по направлению к голове и, все время прижимая эту ветвь к брюшной стенке (чтобы не повредить внутренностей), сделать разрез вдоль средней линии брюха. Разрез довести до самой передней части так называемого перешейка (часть брюшной стенки, вдающаяся между нижними краями жаберных крышек), перерезав кости плечевого пояса.
3. От начала продольного разреза (у анального отверстия) сделать еще один разрез — вверх до позвоночника.
4. Приподнимая боковую стенку тела, вести разрез вперед вдоль позвоночника до жаберной крышки, отделяя боковую стенку тела.
5. Срезать жаберную крышку.
6. Осторожно с помощью пинцета, скальпеля и иглолок освободить препарат от кусков мышц и пленок, мешающих его рассмотреть (особенно аккуратно надо действовать в области сердца и отходящей от него брюшной аорты). Кровь отсасывать ватными тампонами.
7. Последовательно рассмотреть строение различных систем внутренних органов.

Скелет рыб у большей части рыб двоякий: наружный – защитный (чешуя) и внутренний – опорный.

Внутренний скелет состоит из осевого скелета, скелета головы (черепной коробки, предохраняющей головной мозг и связанной с жаберным и челюстным аппаратом), скелета грудного (плечевого) и тазового поясов и плавников – парных и непарных (рис. 9).

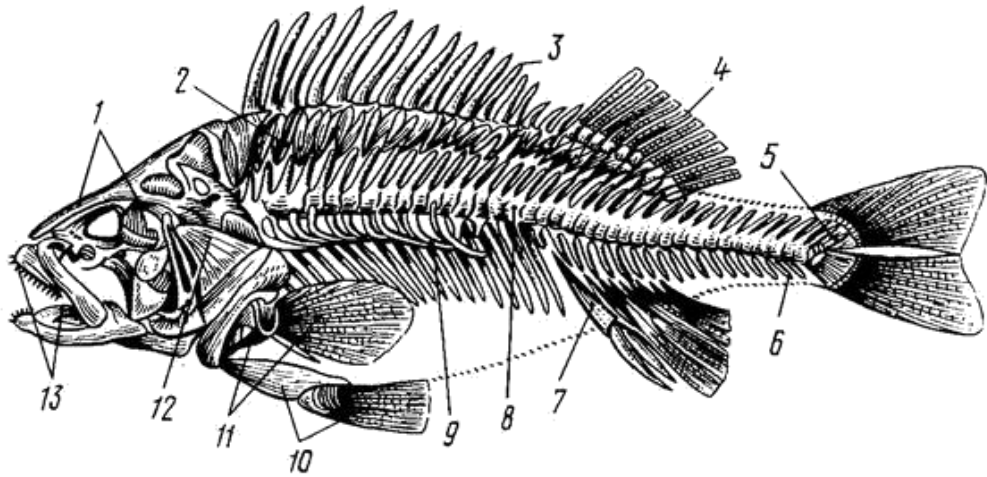


Рис. 9. Скелет костистой рыбы (окуня) (по Баклашовой, 1980):  
 1 – кости черепа, 2 – основные элементы спинного плавника, 3, 4 – лучи спинного плавника, 5 – последние позвонки, удерживающие хвостовой плавник, 6 – хвостовые позвонки, 7 – основные элементы анального плавника, 8 – туловищные позвонки, 9 – ребра с придатками, 10 – кости и лучи брюшного плавника, 11 – кости и лучи грудного плавника, 12 – жаберная крышка, 13 – верхняя и нижняя челюсти

Осевой скелет может быть представлен хордой или позвоночником. У круглоротых, осетровых и двоякодышащих хорда сохраняется в течение всей жизни. У всех остальных рыб хорда имеется на ранних этапах развития, а у взрослых заменяется позвоночником, состоящим из позвонков.

Черепная коробка соединена с позвоночником неподвижно. Шеи у рыб нет. Это вызывается спецификой образа жизни и среды обитания – необходимостью разрезать головой воду.

Костистые рыбы имеют уже окостеневший позвоночник. В нём выделяют туловищный и хвостовой отделы. Туловищный отдел расчленен на типичные позвонки – амфицельные, в которых различают тело, верхнюю дугу с верхними (невральными) остистыми отростками (защищающими спинной мозг) и большие нижние дуги с нижними отростками. В туловищном отделе к позвоночнику (к поперечным отросткам или к телу позвонка) прикрепляются ребра. В хвостовом отделе поперечные отростки, смыкаясь, образуют нижнюю (гемальную) дугу, которая оканчивается нижним остистым отростком. В гемальном канале проходят хвостовые артерия и вена. Последний хвостовой позвонок уплощён и служит для прикрепления лучей хвостового плавника; он часто меняет обычную форму: удлиняется и загибается концом вверх, образуя уростиль.

Количество позвонков определяется рядом внутренних и внешних факторов и служит систематическим признаком рыбы. Например, у северной сельди их 57, речного угря – 114, сома – 72, луны-рыбы – 17, судака – 44. В пределах вида известна зависимость количества позвонков (и лучей в

грудном и анальном плавниках) от температуры: повышение температуры в период эмбриогенеза вызывает уменьшение их числа.

Кроме ребер, опорную функцию у костистых рыб выполняют тонкие «мышкульные» – межмышечные, или «туловищные», косточки, пронизывающие мышцы. Эти косточки образованы окостеневшими сухожилиями. Больше всего их у карповых рыб.

Грудной (плечевой) пояс состоит из трех основных костей: ключицы – *cleitrum*, лопатки – *scapula* и коракоида – *coracoid*. К нему прикрепляются грудные плавники. Он сочленен при помощи задневисочной кости с черепом.

Тазовый пояс представлен у костистых рыб двумя срастающимися косточками, к которым прикрепляются лучи брюшных плавников. Он лежит в мышцах автономно, поэтому у некоторых видов может перемещаться далеко вперед, даже на горло, а иногда и вовсе исчезать. Скелет плавников являет собой опору, позволяющую рыбе пользоваться плавниками как рычагом или килем. У костистых рыб он представлен костными лучами, растягивающими кожистую плавательную перепонку.

Осевой скелет и скелет поясов выполняют опорную функцию, кроме того, к ним прикрепляются двигательные мышцы.

Мышечная система рыб. Скелет рыб поддерживают мышцы. Мышечную систему рыб, как и других позвоночных, разделяют мышечную систему тела (соматическую – поперечно-полосатую) и внутренних органов (висцеральную- гладкую).

В мышечной системе тела выделяют мускулы туловища, головы и плавников. Внутренние органы имеют свою мускулатуру.

Мышечная система взаимосвязана со скелетом (опора при сокращении), с нервной системой (к каждому мышечному волокну подходит нервное волокно, и каждая мышца иннервируется определённым нервом). Нервы, кровеносные и лимфатические сосуды располагаются в соединительнотканной прослойке мышцы. Сама соединительнотканная прослойка в мышцах рыб в отличие от мышц млекопитающих невелика.

У рыб, как и других позвоночных, сильнее всего развита туловищная мускулатура. У настоящих рыб она представлена двумя большими тяжами, расположенными вдоль тела от головы до хвоста (большая боковая мышца – *m. lateralis magnus*) (рис. 10).

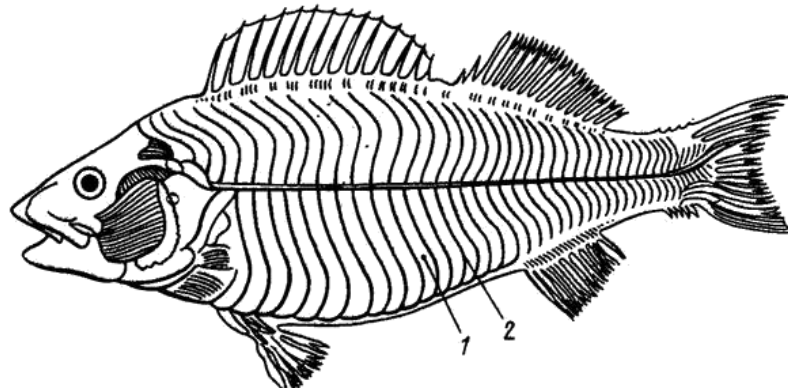


Рис. 10. Мускулатура костистой рыбы (окуня)  
1 – миомеры, 2 – миосепты

Продольной соединительнотканной прослойкой эта мышца делится на спинную (верхнюю) и брюшную (нижнюю) части.

Боковые мышцы разделены миокоммами (или миосептами) на миомеры, число которых соответствует количеству позвонков (миокоммы – соединительнотканнные перегородки, миомеры – последовательно расположенные вдоль продольной оси тела сегменты туловищной мускулатуры).

Наиболее отчетливо миомеры видны у личинок рыб, пока их тела прозрачны.

Органы дыхания. Большинство рыб дышит растворенным в воде кислородом, но есть рыбы, использующие дополнительно и кислород атмосферы (змееголов, вьюн и др.). Основным органом извлечения кислорода из воды являются жабры, газообмен происходит в жабрах. В процессе эволюции для переноса колебания кислородного режима водоемов появилась способность кожи использовать растворенный кислород в воде (кожное дыхание) и способность плавательного пузыря, кишечника и специальных добавочных органов дыхания использовать атмосферный кислород. У эмбрионов и личинок, когда жаберный аппарат еще не сформирован, а кровеносная система уже функционирует, органами дыхания служит сеть капилляров на желточном мешке, в плавниковой кайме, жаберной крышке и наружные жабры. Эти временные органы впоследствии исчезают. У змееголова выпячивание глотки образует наджаберную полость, слизистая оболочка ее стенок снабжена густой сетью капилляров. Благодаря наличию наджаберного органа он дышит воздухом и может находиться на мелководье при 30°C. Для нормальной жизнедеятельности змееголову, как и ползуну, нужен и растворенный в воде кислород, и атмосферный. Однако во время зимовки в прудах, покрытых льдом (зимовалах), он атмосферным воздухом не пользуется, а дышит только жабрами и кожей.

Для использования кислорода воздуха служит рыбам и плавательный пузырь. Наибольшего развития как орган дыхания плавательный пузырь достигает у двоякодышащих рыб. Их ячеистый плавательный пузырь

функционирует как легкое. При этом возникает 'легочный круг' кровообращения.

Состав газов в плавательном пузыре определяется как содержанием их в водоеме, так и состоянием рыбы.

Подвижные и хищные рыбы имеют большой запас кислорода в плавательном пузыре, который расходуется организмом при бросках за добычей, когда поступление кислорода через органы дыхания оказывается недостаточным. В неблагоприятных кислородных условиях воздух плавательного пузыря у многих рыб используется для дыхания (в разной степени у разных видов).

Карп и сазан, которые не имеют каких-либо специальных приспособлений для использования атмосферного воздуха, при нахождении вне воды частично поглощают кислород из плавательного пузыря.

Форма жабр разнообразна в зависимости от видовой принадлежности и подвижности: это или мешочки со складочками (у рыбообразных), или пластинки, лепестки, пучки слизи, имеющие богатую сеть капилляров. Все эти приспособления направлены на создание наибольшей поверхности при наименьшем объеме.

У костистых рыб жаберный аппарат состоит из пяти жаберных дуг, располагающихся в жаберной полости и прикрытых жаберной крышкой. Четыре дуги на внешней выпуклой стороне имеют по два ряда жаберных лепестков, поддерживаемых опорными хрящами.

Жаберные лепестки покрыты тонкими складками – лепесточками. В них и происходит газообмен. К основанию жаберных лепестков подходит приносящая жаберная артерия, ее капилляры пронизывают лепесточки; из них окисленная (артериальная) кровь по выносящей жаберной артерии попадает в корень аорты. Число лепесточков варьирует: на 1 мм жаберного лепестка их приходится: у щуки – 15, камбалы – 28, окуня – 36. В результате полезная дыхательная поверхность жабр очень велика.

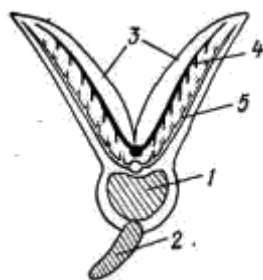


Рис.11. Схема поперечного разреза жаберной дуги костистой рыбы:  
1 — жаберная дуга, 2 — жаберная тычинка, 3 — жаберные лепестки;  
4 — приносящая жаберная артерия, 5 — выносящая жаберная артерия

Кровеносная система. У рыб один круг кровообращения. Сердце двухкамерное с одним желудочком и одним предсердием. Схема кровообращения: венозная кровь, наполняющая сердце, при сокращении желудочка выбрасывается вперед, по брюшной аорте доходит до



приносящих жаберных артерий и поднимается в жабры. В жаберных лепестках кровь проходит через капилляры и, обогащаясь кислородом, поднимается по уносящим сосудам в корни аорты. От спинной аорты идут ветви к органам. Во всех органах и тканях артерии распадаются на капилляры, образующие, например, воротные системы печени и почек. Затем капилляры собираются в вены, которые сливаясь во все более крупные, проводят кровь к венозному синусу, из которого она поступает в сердце.

Функцию кроветворения у рыб выполняет селезенка. В ней образуются клетки крови – эритроциты, лейкоциты, тромбоциты. Она располагается позади желудка в петлях кишечника.

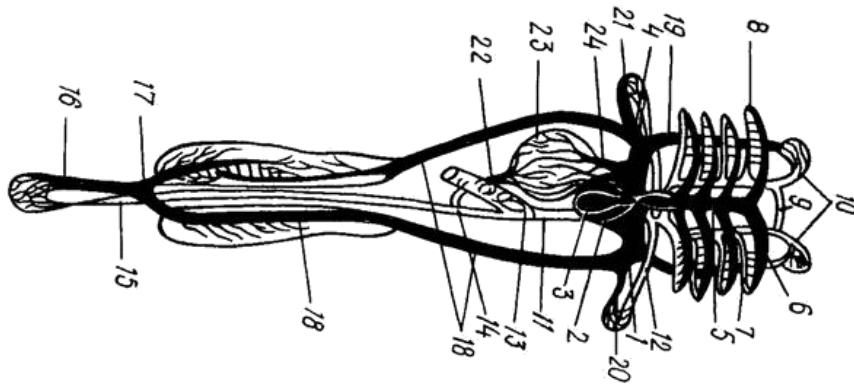


Рис. 12. Схема кровеносной системы костистой рыбы

1 – венозная пазуха, 2 – предсердие, 3 – желудочек, 4 – луковица аорты, 5 – брюшная аорта, 6 – приносящие жаберные артерии, 7 – выносящие жаберные артерии, 8 – корни спинной аорты, 9 – передняя перемычка, соединяющая корни аорты, 10 – сонная артерия, 11 – спинная аорта, 12 – подключичная артерия, 13 – кишечная артерия, 14 – брыжеечная артерия, 15 – хвостовая артерия, 16 – хвостовая вена, 17 – воротные вены почек, 18 – задняя кардинальная вена, 19 – передняя кардинальная вена, 20 – подключичная вена, 21 – Кювьеров проток, 22 – воротная вена печени, 23 – печень, 24 – печеночная вена; черным показаны сосуды с венозной кровью, белым – с артериальной

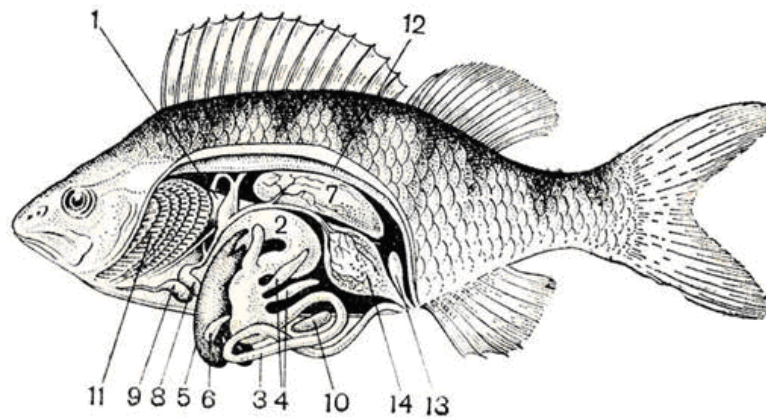


Рис. 13. Внутренние органы рыбы:

1 – пищевод; 2 – желудок; 3 – кишки; 4 – пилорические придатки; 5 – печень; 6 – желчный пузырь; 7 – плавательный пузырь; 8 – предсердие; 9 – желудочек сердца; 10 – селезенка; 11 – жабры; 12 – почки; 13 – мочевого пузыря; 14 – яичник.

**Пищеварительная система.** В пищеварительном тракте настоящих рыб различают ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, кишечник (тонкая, толстая, прямая кишка, заканчивающаяся анусом). У акул, скатов и некоторых видов рыб перед анусом имеется клоака – расширение, куда изливается прямая кишка и протоки мочевой и половой систем.

В строении различных отделов имеется ряд особенностей. В ротовой полости рыб, как и других водных животных, нет слюнных желез. У высших позвоночных после смачивания пищи слюной в полости рта начинается ее частичная химическая обработка, у рыб ротовая полость служит или для отфильтровывания, отжатия пищи от воды (мирные), или для захватывания и удерживания добычи (хищники); железистые клетки ротовой полости и глотки выделяют слизь, которая не имеет пищеварительных ферментов, а способствует лишь проглатыванию пищи. Ротовая полость снабжена зубами. У нехищных рыб на челюстях зубов нет, но на пятой жаберной дуге имеются широкие, большие глоточные зубы, которые вместе с расположенными на нижней стороне черепной коробки «жерновком» служат для перетирания пищи. Наиболее развиты глоточные зубы у карповых. Форма и расположение глоточных зубов являются систематическими признаками.

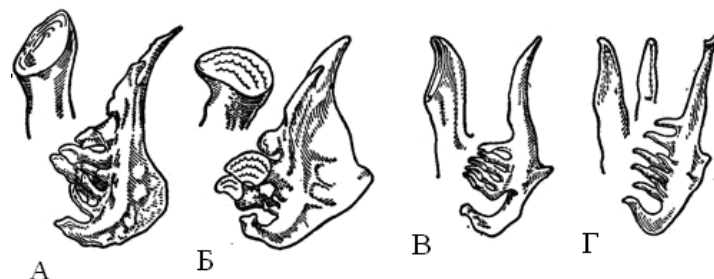


Рис. 14. Типы глоточных зубов у карповых рыб (по Никольскому):

А – аральский усач; Б – сазан; В – лещ; Г - жерех

Тесно связаны со способом получения и видом пищи строение и подвижность челюстного и жаберного аппаратов. Жаберные щели, открываясь в глотку, связывают жаберную полость с пищеварительным трактом. Механизм питания координирован с дыхательным механизмом. Вода, всасываемая в рот при вдохе, несет и мелкие планктонные организмы, которые при выталкивании воды из жаберной полости (выдох) задерживаются в ней жаберными тычинками. Наиболее тонки, длинны и многочисленны они у рыб, питающихся планктоном (планктонофагов), так что образуют фильтрующий аппарат (сельди, некоторые сиги); некоторые рыбы имеют для этой цели эпителиальные папиллы на жаберных дужках; у толстолобика, использующего фитопланктон, они даже срастаются в сеточку. Отцеженный таким образом комочек пищи направляется в пищевод.

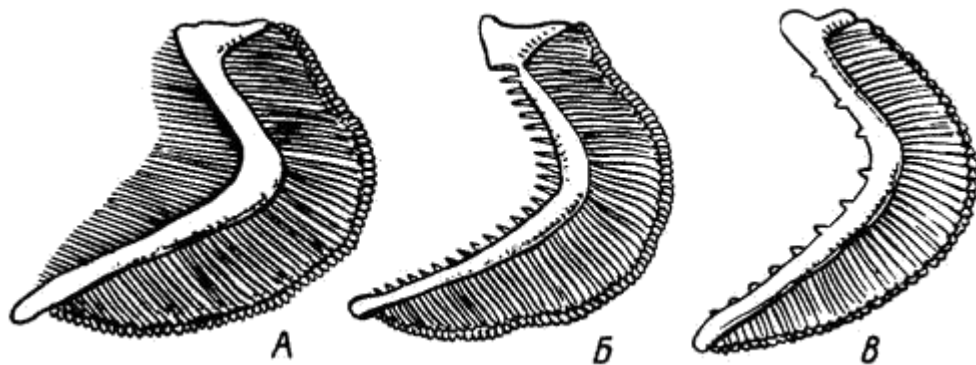


Рис. 15. Жаберные тычинки планктоноядной (А), бентосоядной (Б) и хищной (В) рыб

Хищные рыбы не нуждаются в отфильтровывании пищи, тычинки у них редкие, низкие, грубые, острые или крючковатые; они участвуют в удержании жертвы. У некоторых на жаберных дужках вместо тычинок имеются зубы. Но и у этих рыб захват и заглатывание добычи соотнобразуется с интенсивностью и ритмом дыхания.

У низших рыб (акулы, скаты, осетровые, двоякодышащие) в расширенном участке кишечника – толстой кишке – имеется спиральный клапан (образующий витки выроста стенки). Назначение его – увеличение внутренней (всасывающей) поверхности кишечника (рис. 15).

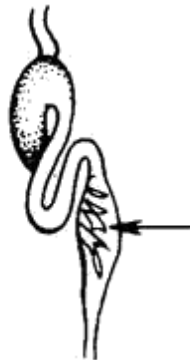


Рис. 16. Спиральный клапан (указан стрелкой)

У многих видов в начальной части кишечника помещаются слепые отростки – пилорические придатки, число которых сильно варьирует от 3 у окуня до 400 у лососей (у осетровых они срослись). Карповые, сомовые, щуки и ряд других рыб пилорических придатков не имеют. Пилорические придатки играют большую роль в пищеварении. В них происходит активный гидролиз белковых соединений. У безжелудочных рыб переваривание пищи происходит в кишечнике, здесь же происходит всасывание питательных веществ.

К органам пищеварения относят печень и поджелудочную железу.

Печень крупная пищеварительная железа, по размерам уступающая у взрослых рыб только гонадам. Ее масса составляет у акул 14-25%, у костистых 1-8% массы тела. Это сложная трубчато-сетчатая железа, по происхождению связанная с кишечником (у зародышей является его слепым выростом). Из пищеварительного тракта вся кровь медленно протекает через печень. В печеночных клетках кроме образования желчи происходит обезвреживание попавших с пищей чужеродных белков и ядов; откладывается гликоген, а у акул и тресковых (треска, налим и др.) – жир и витамины. Барьерная функция печени (очищение крови от вредных веществ путем образования безвредных соединений из поступающих ядов с находящимися в ней кислотами) обуславливает ее важнейшую роль не только в пищеварении, но и в кровообращении.

Поджелудочная железа – сложная альвеолярная железа, также производная кишечника, является компактным органом только у акул и немногих других рыб. У большинства рыб она визуальна не обнаруживается, так как диффузно внедрена в ткань печени (большей частью), и поэтому ее можно различить только на гистологических препаратах. В таком случае обе железы носят общее название *hepatorancreas*.

У карповых рыб (лещ, серебряный карась, сазан) поджелудочная железа представлена скоплением специализированных групп клеток, которые локализируются в печени, брыжейке и жировой ткани кишечника, а также в селезенке.

В поджелудочной железе вырабатываются пищеварительные ферменты, действующие на белки, жиры и углеводы (трипсин, эрепсин, энтерокиназа, липаза, амилаза, мальтаза), которые выводятся в кишечник.

Таким образом, поджелудочная железа является железой внешней и внутренней секреции.

Нервная система и органы чувств. Нервную систему делят на центральную (головной и спинной мозг) и периферическую (нервы, отходящие от головного и спинного мозга). Переднюю часть центральной нервной системы образует головной, а заднюю – спинной мозг. Головной мозг костных рыб состоит из пяти отделов: переднего, промежуточного, среднего, продолговатого мозга и мозжечка. От головного мозга отходит 10

пар головных нервов: 1 - обонятельные, 2 – зрительные, 3 – глазодвигательные, 4 – блоковые, 5 – тройничные, 6 – отводящие, 7 – лицевые, 8 – слуховые, 9 – языкоглоточные, 10 – блуждающие.

Спинальный мозг расположен в канале, образованном верхними дугами позвонков.

Периферические нервы делятся на соматические и висцеральные. Первые воспринимают физические раздражения от кожи, органов слуха, зрения, а также тепло, холод, звук, свет. Вторые принимают импульсы химического раздражения из внешней среды и от внутренних органов (кишечника, органов глотки, ротовой полости и органов обоняния).

У рыб можно выработать условные рефлексы на свет, запах, вкус, звук. По сравнению с высшими позвоночными у рыб условные рефлексы вырабатываются медленнее, а гаснут быстрее. Так, прудовые рыбы вскоре после начала регулярного кормления скапливаются в определенное время у кормушек. Привыкают они и к звукам во время кормления (стук, колокольчик).

Органы чувств представлены боковой линией, глазами, органами слуха и равновесия, осязания, обоняния и вкуса.

У костных рыб хорошо развита боковая линия – сейсмодатчик орган. Боковая линия тянется от головы до хвостового плавника. На голове по обеим ее сторонам образуют ветви над глазом, под глазом и на нижней челюсти. С помощью боковой линии рыба ориентируется в потоках воды, воспринимает ее колебания, приближение и удаление предметов и других рыб.

Глаза имеют эллипсоидную форму и снабжены плоской роговицей. Расположены на разных сторонах головы в глазных орбитах. Рыбы обладают монокулярным зрением и нормально видят на расстоянии не более 1 м. Предел дальности зрения – 10-12 м. поле зрения очень обширно: по горизонтали – до  $170^{\circ}$ , по вертикали – до  $150^{\circ}$ . Для обитателей больших глубин (морской окунь) характерны крупные глаза, способные улавливать слабый свет.

С помощью зрительных рецепторов рыбы ориентируются в водной среде, добывают пищу, распознают особей своего пола и врагов.

Орган слуха и равновесия расположен в полостных ушных или слуховых косточек. Представляет собой кожистый орган, верхняя часть которого называется «ушком», а нижняя – «мешочком». Ушко состоит из трех полукружных каналов, заполненных лимфой и выстланных чувствительными клетками. Мешочек или тело содержит жидкость (эндолимфу), в которой во взвешенном состоянии находятся твердые образования – слуховые камешки или отолиты – органы равновесия.

Рыбы способны издавать и воспринимать разнообразные звуки, которые возникают при трении зубов, сочленений между костями и при изменении плавательного пузыря.

*Органы осязания представлены в виде чувствительных почек, состоящих из чувствительных клеток, расположенных в коже рыб. Отвечают за восприятие ощущений от прикосновения твердых тел и болевых раздражений. У костистых рыб развиты слабо.*

Органы вкуса представлены вкусовыми почками, расположенными в ротовой полости, глотке и на жаберных дугах, а также на поверхности тела, плавниковых лучах и усиках. Рыба различает сладкое, соленое, горькое, кислое.

Органы обоняния находятся в передней части головы, в носовой полости. Состоят из капсулы, выстланной внутри складками слизистой оболочки, богатой чувствительным обонятельным эпителием. Рыбы хорошо распознают запахи не только других видов, но и своих особей.

Из мешкообразного выпячивания спинной части начала кишечника образуется у рыб плавательный пузырь – орган, свойственный только рыбам. Является гидростатическим органом. Изменение объема газа ведет к изменению плотности рыбы и способствует ее перемещению в воде. Его основная функция – компенсировать в воде вес тела рыбы. Это означает, что рыба будет оставаться в толще воды, даже когда она не двигает плавниками. Фактически он обеспечивает рыбе нейтральную плавучесть. Для медленного движения, рыба использует ребра, а не плавники и все равно остается в нужном горизонте воды.

Выделительная система. Представлена длинными лентовидными мезонефрическими (туловищными) почками, лежащими по бокам позвоночника. По внутренним краям почек тянутся мочеточники, которые объединяются в непарный мочевыводящий канал и образуют мочевой пузырь, открывающийся наружу мочевым отверстием. Система органов выделения является и основным органом, обеспечивающим осмотическое давление в организме, которое у пресноводных рыб больше, чем в окружающей среде.

Органы размножения. Половые органы представлены у самцов семенниками, у самок яичниками. Зрелые половые клетки по выводным протокам – яйцеводам и семяпроводам – выводятся наружу через половое или мочеполовое отверстие. У большей части костистых рыб осеменение наружное. Самка выметывает икринки. Самец, плавая рядом, выделяет сперму. В воде сперматозоиды активируются, начинают двигаться, и, встретив икринку, проникают в нее через отверстие в оболочке. Таким образом, развитие эмбриона проходит вне тела матери. Среди каменных окуней и морских карасей известен гермафродитизм, каждая особь имеет и мужскую и женскую половые железы, обычно созревающие поочередно, что предотвращает самооплодотворение. Известна реверсия пола, когда созревшие особи первую половину жизни функционируют как самцы, а

вторую – как самки, или наоборот. Яйцеживорождение наблюдается очень редко – у морских собачек, морских окуней, зубатых карпов.

#### Контрольные вопросы:

1. Назовите основные отделы скелета рыб.
2. Какую функцию выполняют «мускульные» косточки?
3. Какие виды мускулов выделяют в мышечной системе рыб?
4. В каком органе происходит основной газообмен? Какие еще органы могут извлекать кислород из воды?
5. Из каких частей состоит жаберный аппарат рыб?
6. Сколько кругов кровообращения у рыб?
7. В каком органе образуются клетки крови?
8. Назовите основные отделы пищеварительной системы рыб.
9. У каких рыб на жаберной дуге располагаются глоточные зубы? Для чего они служат?
10. У каких рыб на кишечнике помещаются пилорические придатки? Для чего они служат?
11. Какова функция печени? Поджелудочной железы?
12. Чем представлены органы чувств у рыб?
13. Назовите функции боковой линии.
14. Где расположен орган слуха и равновесия?
15. Какова функция отолитов?
16. Какими органами рыбы издаются звуки?
17. Какие вкусы рыбы могут различать?
18. Какова функция плавательного пузыря?
19. Объясните что такое реверсия пола?
20. Какими органами представлена система размножения у рыб?

### Тема 3. Размножение и развитие рыбы.

Цель занятия: Ознакомиться с особенностями роста и развития рыб. Научиться рассчитывать абсолютный рост, среднесуточный приросты, индексы телосложения рыб, определять возраст рыб.

Материал и оборудование: таблицы, атлас чешуи рыб, рисунки, рыба.

Задание: 1) изучить экологические группы рыб по времени и месту икрометания; 2) зарисовать и изучить эмбриональное и постэмбриональное развитие рыбы на примере карпа.

Основные звенья жизненного цикла рыб. Повышение эффективности рыбоводства, совершенствование продуктивных качеств рыб невозможно без знания закономерностей их индивидуального развития.

Жизненный цикл рыб складывается из следующих периодов:

1. Эмбриональный период развития от момента оплодотворения до перехода на внешнее питание. Эмбрион питается за счет желтка - запаса пищи, полученного от материнского организма.

2. Личиночный период начинается с момента перехода на питание за счет внешнего корма.

3. Период неполовозрелого организма - внешний облик близок к взрослому организму, половые органы недоразвиты.

4. Период взрослого организма - рыба достигла состояния, при котором в определенный период года организм способен воспроизводить себе подобных.

5. Период старости - половая функция затухает, рост в длину прекращается или крайне замедляется.

Каждый период развития имеет свое приспособительное значение и свою видовую специфику, характеризуется особенностями белкового роста и жиронакопления. В первые периоды развития до половозрелости основные пищевые ресурсы, поступающие в организм, расходуются на белковый рост. В дальнейшем основные энергетические ресурсы расходуются на развитие половых желез и накопление резервных веществ для поддержания обмена в период голодания, во время миграции, зимовки и размножения.

Неразрывно связаны с процессом развития характерные для рыб сезонные циклические изменения в образе жизни, физиологии и строении. У взрослой рыбы сезонный цикл состоит из ряда звеньев, где особое место занимает размножение.

Размножение рыб. Важным звеном жизненного цикла рыб является их размножение. Для каждого вида рыб характерны свои специфические особенности размножения. Приспособления рыбы к условиям размножения и развития отражают не только основные экологические моменты



эмбрионального развития, но и существенные черты всех остальных периодов жизни. Они связаны с образом жизни взрослых рыб, с характером их миграций и другими звеньями жизненного цикла.

Специфика размножения рыб обусловлена жизнью в воде. У большинства рыб оплодотворение происходит вне материнского организма, когда сперма и икра некоторое время до оплодотворения находится вне тела родительского организма.

Рыбы приспособлены размножаться в самых разнообразных условиях. В зависимости от особенностей размножения, и в первую очередь того местообитания, где происходит откладка икры, выделяют следующие экологические группы рыб.

**Литофилы** размножаются на каменистом грунте, обычно в реках, на течении или на дне олиготрофных озер (осетровые, лососи и др.).

**Фитофилы** размножаются среди растений, откладывая икру на вегетирующие или на отмершие растения (сазан, карп, лещ, щука и др.).

**Псамофилы** откладывают икру на песок, иногда прикрепляя ее к корешкам растений (пелядь, ряпушка, пескарь и др.).

**Пелагофилы** выметывают икру в толщу воды. Икра и свободные эмбрионы развиваются в толще воды (амуры, толстолобики и др.).

**Остракофилы** откладывают икру внутрь мантийной полости моллюсков и иногда под панцири крабов и других животных (горчаки).

Количество икры, откладываемое отдельными видами рыб, сильно колеблется. Наиболее плодовиты пелагофилы.

Карп, основной объект прудового рыбоводства, обладает достаточно **высокой** плодовитостью. Абсолютная плодовитость его, т.е. количество икринок, находящихся в яичниках самки, колеблется от 200 тыс. до 1,5 млн. икринок и более. С ростом карпа и увеличением его **размера** абсолютная плодовитость увеличивается. **Относительная** плодовитость (количество икринок, приходящихся на 1 кг живой массы карпа) остается постоянной.

В период эмбрионального развития и в личиночный период роста молоди наблюдается значительный отход, величина которого зависит от многих биотехнических и абиотических факторов среды.

Допустим, что самка карпа весом 6 кг выметала 1 млн. икринок. Из этого количества 10-15% икры остается неоплодотворенной, 20-30% погибает в период эмбрионального развития и до 50% составляет отход на личиночной стадии развития. В результате при естественном размножении от самки карпа весом 6 кг, отложившей 1 млн. икринок, остается в живых к моменту пересадки в другие пруды лишь 80-100 тыс. личинок, то есть выход деловых личинок от отложенной икры составляет около 10%. Отсюда нормативный выход личинок от одной самки карпа - 100 тыс. шт.

По времени икрометания рыбы различаются:

1. Весенне-летне нерестующие от ледохода до начала похолодания воды. К этой группе относится большинство обитателей средних и

южных широт (сазан, карп, толстолобик, амур, щука, судак, линь, карась и др.).

2. Осенне-зимние нерестующие от начала похолодания до снижения температуры воды до 4<sup>0</sup>С. К этой группе относятся холодолюбивые рыбы (форель, лососи, пелядь, ряпушка, сиги и др.).

У многих рыб забота о потомстве выражается лишь в стремлении отложить икру в наиболее удобных для ее развития местах, а у некоторых (лососевых) - в зарывании икры в гравий и песок, что способствует лучшему сохранению ее. Самцы судака и колюшек охраняют отложенную в гнезда самками икру. Некоторые рыбы (тиляпии) инкубируют икру во рту, а после выклева личинок родители охраняют свое потомство.

Время наступления половой зрелости у разных видов рыб различно. Так, осетровые созревают в 10-15 лет, а тилапия - в 3-6 мес. Оно сильно колеблется и у рыб одного и того же вида. У большинства видов половозрелость в северных регионах наступает позднее, чем в южных. Оказывают влияние на сроки созревания условия питания, температура, освещенность и другие факторы. Для изучения хода созревания половых желез и разграничения отдельных стадий полового цикла может быть использована универсальная шкала, имеющая следующий вид.

I стадия - неполовозрелые молодые особи. Половые железы имеют вид тонких прозрачных тяжей, прилегающих к стенкам полости тела. Половые клетки у самок представлены или только овогониями, или овогониями и молодыми овоцитами периода протоплазматического роста. Половые клетки у самцов представлены сперматогониями.

II стадия - созревающие особи или особи с развивающимися половыми продуктами после нереста. Яичники полупрозрачны. В лупу хорошо видны отдельные овоциты периода протоплазматического роста. Семенники в виде более плоских тяжей сероватого или бело-розового цвета. Половые клетки представлены сперматогониями в состоянии размножения.

III стадия - половые железы далеки от зрелости, но уже сравнительно хорошо развиты. Яичники занимают от трети до половины объема брюшной полости и содержат мелкие непрозрачные овоциты, видимые невооруженным глазом, обычно желтого цвета разных оттенков. Рост овоцитов на этой стадии развития происходит не только за счет протоплазмы, но и в результате накопления в плазме питательных веществ, представленных гранулами желтка и каплями жира. Параллельно с накоплением питательных веществ формируются оболочки овоцитов. Семенники значительно увеличиваются в объеме, они плотные и упругие, цвет - розовато-белый или желтовато-белый. При разрезах семенника бритвой края их не оплывают, а остаются заостренными. На этой стадии зрелости интенсивно протекает процесс сперматогенеза и на гистологических срезах можно наблюдать сперматоциты I и II порядков, сперматиды и к концу стадии - сперматозоиды.

IV стадия - половые железы достигли, или почти достигли полного

развития. Овоциты крупные и легко отделяются поодиночке. Цвет яичников у разных видов рыб неодинаков. Обычно он желтоватый, а у осетровых рыб - серый или черный. Половые клетки представлены овоцитами, завершившими трофоплазматический рост и имеющими сформированные оболочки и микропиле. Семенники на IV стадии зрелости имеют наибольшую величину и молочно-белый цвет. При разрезании семенника края его оплывают, закругляются и на срезе выступает капля густой спермы. На этой стадии зрелости завершается сперматогенез и семенные каналцы содержат спермии, вышедшие из цист.

V стадия - «текущие» особи. Икра и сперма свободно вытекают из полового отверстия рыб. При переходе в V стадию зрелости икринки приобретают прозрачность, завершается их подготовка к оплодотворению и они освобождаются от фолликулярной оболочки. У самцов образуется семенная жидкость, приводящая к разжижению массы спермиев и вызывающая их вытекание.

VI стадия - отнерестившиеся особи, выбой. Яичники и семенники малы и дряблы, воспалены и переполнены кровью. Опустевшие фолликулы, а также оставшиеся невыметанными икринки подвергаются резорбции, а спермии - фагоцитозу фолликулярными клетками.

После рассасывания пустых фолликулов яичники переходят во II, а у некоторых рыб - в III стадию зрелости.

Приведенная шкала зрелости пригодна для рыб с единовременным нерестом. У рыб с порционным икрометанием проявляется асинхронность в развитии половых продуктов. После вымета икры яичник переходит не в VI, как у единовременно нерестующих рыб, а в VI-III<sub>2</sub> стадию, характеризующуюся наличием пустых фолликулов помимо овоцитов трофоплазматического роста. Пустые фолликулы наблюдаются и на IV<sub>2</sub> стадии зрелости (Г. В. Никольский, 1974).

Одним из показателей состояния развития половых продуктов является их масса. Так как масса гонад связана с размерами рыбы, то при анализе обычно пользуются так называемым коэффициентом зрелости, выражая массу гонад в процентах от массы всего тела, или от массы порки, т. е. массы тела без внутренностей. У большинства видов рыб, разводимых в прудах, максимум массы гонад приходится на весенние месяцы. У рыб с осенним и зимним икрометанием максимальная величина коэффициента зрелости приходится на осенние месяцы.

Рост и развитие рыб. Рост и развитие - это две стороны единого сложного процесса - онтогенеза (развития особи). Рост сопровождается увеличением размеров и накоплением массы тела при постоянной ее смене и является фактором, определяющим возникновение нового качества - дифференцировок в результате качественных изменений.

Развитие организма начинается с момента оплодотворения женской половой клетки мужскими половыми клетками с образованием зиготы и

последующего ее дробления. В этом процессе увеличиваются не только масса и количество клеток, но, что особенно важно, происходит сложный процесс качественных превращений, связанный с закладкой и последующим формированием всех органов и тканей.

Процесс роста специфичен для каждого вида рыбы, как и для любого вида организмов. В качестве примера можно рассмотреть особенности развития и роста карпа.

Эмбриональный период развития карпа Карп откладывает икру на растительность в стоячей или слабопроточной воде при температуре 17° и выше. Его развитие в раннем периоде онтогенеза проходит в этих условиях и приспособлено к ним. Икра обычно желтого цвета, но встречаются икринки с зеленоватым оттенком, бесцветные и др. Средний диаметр икры – 1,5-1,8 мм. Она полиплазматическая. По количеству цитоплазмы занимает одно из первых мест среди икры рыб семейства карповые. Диаметр желточного мешка в среднем 1,2 мм. Оболочка икры клейкая. Продолжительность развития икры карпа до выхода из оболочек эмбрионов зависит, прежде всего, от температурных условий. Однако для развития икры и выклева, необходимо определенное количество тепла. Для карпа - это 60-80 градусо-часов.

Эмбриональный период развития карпа начинается с момента оплодотворения икринки и состоит из 7 этапов (рис. 17).

На 1 этапе происходит образование перивителлинового пространства и бластодиска (рис. 17 б). У неоплодотворенной икринки оболочка плотно прилегает к желтку. Началом первого этапа онтогенеза является образование зиготы. Это продолжается до начала дробления. Через несколько минут после начала оплодотворения в икре, находящейся в воде, происходят изменения, связанные с проникновением воды в икринку. Это приводит к отслоению желтка, образованию перивителлинового пространства. Процесс набухания икры при температуре 19°С длится примерно 1 час. Диаметр икры увеличивается в среднем на 1/3. Одновременно в период набухания образуется зародышевый диск, или бластодиск.

Активация икринок, вызванная оплодотворением, приводит к глубоким изменениям обмена веществ. В течение первого часа после оплодотворения, когда наступает резкое обводнение икринок, относительное содержание сухих веществ снижается с 30-32 до 10-12%, и примерно в таком количестве остается до выклева эмбриона. Содержание гликогена – основного источника энергии в период образования бластодиска – уменьшается в два раза, а величина адезинтрифосфорной кислоты, занимающей центральное место в энергетическом обмене, снижается почти в 3 раза.

На 2 этапе происходит дробление бластодиска от двух бластомеров до бластулы, увеличивается число клеток и уменьшаются их размеры. Икринка проходит ряд стадий развития. В возрасте трех часов наступает стадия дробления, появляется первая борозда, делящая бластодиск на две клетки – бластомера (17 в), а затем наступают стадии 4-х (рис. 17 г), 8-х (рис. 17 д)

бластомеров и т.д. Через 6 часов от момента оплодотворения наступает морулы мелких клеток. Между бластодиском и желтком возникает небольшая полость, или бластоцель, и образуется стадия бластулы (рис. 17 ж). Бластула – это своеобразное многоклеточное образование - бластодерма, расположенная на анимальном полюсе желтка.

В целом, процесс дробления сопровождается значительными внутренними энергетическими затратами. За этот период показатель АТФ снижается в два раза.

В рыбоводной практике на стадии 4-8 бластомеров 2-го этапа дают оценку качества икры по нормальному дроблению. Образование разномерных, ассиметрично расположенных бластомеров свидетельствует об аномальном развитии икры. Именно на стадиях дробления 4-8 бластомеров до ранней морулы определяют и процент оплодотворения икры.

На 3 этапе происходит обрастание желтка бластодермой, гастрюляция и образование эмбриона. Гастрюляция начинается с обрастания желтка многослойной бластодермой. Через 8-9 часов половина желтка оказывается схваченной бластодермой (рис. 17 з). появляется зародышевый валик, который на стадии замыкания желточной пробки (рис. 17 и) виден весьма отчетливо. У тела зародыша заметен расширенный головной отдел. Желточная пробка замыкается. Гастрюляция завершается полным обрастанием всего желтка.

Во время гастрюляции происходит существенная структурная перестройка, в результате которой образуются три зародышевых листка: эктодерма, мезодерма и энтодерма.

Обмен веществ во время гастрюляции имеет особенности. В этот период создаются основы органогенеза. После гастрюляции количество фосфора АТФ и небелкового азота снижается. А количество общего белка увеличивается. Процесс гастрюляции является наиболее уязвимым к воздействию факторов внешней среды. Гастрюляция всегда сопровождается повышенной гибелью икры. Поэтому учет отхода целесообразно проводить после этой стадии, не раньше.

На 4 этапе происходит дифференциация головного и туловищного отделов эмбриона. Наблюдается утолщение головной и хвостовой частей эмбриона. Через 17-20 часов от оплодотворения икры тело зародыша охватывает около 3/5 окружности желтка. Начинается сегментация тела. В туловище образуются два-три сомита (рис. 17 к). в возрасте 22-24 часов формируются глазные пузырьки при продолжающейся сегментации тела (рис. 17 л). Через 24-28 часов за глазными пузырьками в области продолговатого мозга появляются слуховые плакаты (рис. 17 м) количество сомитов достигает 9-11. Глазные бокалы (зачатки глаз) приобретают щелевидные изменения

На 5 этапе обособляется хвостовой отдел и зародыш начинает двигаться. В результате обособления хвостового отдела и роста в длину зачатка кишечной трубки желток приобретает грушевидную форму. Через 35-45

часов в глазах отчетливо виден хрусталик (рис. 17 н). количество сомитов продолжает увеличиваться (более 20). Эмбрион совершает слабые движения. В возрасте не более 2-х суток наблюдается сегментация хвостового отдела. К этому времени сегментация тела почти заканчивается. В глазах появляется черный пигмент. Различаются отделы головного мозга. В слуховых капсулах образуются отолиты (рис 1 о). при обособлении хвостового отдела и пигментации глаз наступают определенные изменения в обмене веществ: показатель АТФ вновь возрастает до исходной величины, однако содержание белка и небелкового азота остается прежним, как при гастрюляции.

На 6 этапе в возрасте 2,5 суток у эмбриона появляются форменные элементы в крови. Количество соматитов в туловище 24, в хвостовом отделе 16. Глаза пигментированы (рис. 17 о). сформировалась кожная жаберная крышка. Голова пригнута к желтку. На рыле перед глазами появились обонятельные ямки. Снизу образовалась ротовая воронка. Позади глаз появились четыре жаберные плакоды. На уровне первого миотома располагается грудной плавничок. Эмбрион активно вращается в оболочке.

Эта стадия эмбриона карпа, как и других рыб, подходит для перевозки икры в условиях изотермических ящиков, где возможно некоторое охлаждение, способствующее замедлению развития.

На 7 этапе из оболочки вылупляется эмбрион. Это последний этап эмбрионального развития. Через 3 суток инкубации икры при температуре 19- 22<sup>0</sup>С начинается выклев эмбрионов. Выклюнувшиеся эмбрионы – предличинки имеют относительно слабо пигментированные глаза и тело. Пигментные клетки расположены на голове и вдоль хорды. Желточный мешок большой, грушевидной формы, сильно пигментирован. Эмбрион имеет сплошную плавниковую складку, расширенную в хвостовой части. Голова выпрямлена и отделена от хвоста, грудные плавники маленькие. Рот неподвижный, в форме ямки, в нижнем положении. Кишечник имеет прямую сдавленную трубку без просвета (рис. 17 р). Длина от рыла до конца хорды (плавниковая складка не учитывается) составляет 4-5 мм.

После выхода эмбриона из оболочки существенные изменения происходят и в обмене веществ. Если гликоген является основным источником энергии зародыша, то в эндогенном питании предличинки является жир. Его запасы в два раза выше (2-2,5%), чем гликогена (0,7-1,2%). Меняются и другие показатели обмена. Содержание белка увеличивается до 11-13%, сухих веществ – до 19-20%, фосфора – до 300360 мг%. Эмбрионы питаются только за счет желточного мешка и малоподвижны. Как правило, они висят, прикрепившись к растениям, на которые была отложена икра. Для цели у вылупившихся из оболочки эмбрионов карпа есть специальные органы, которые представлены парными железами, расположенными ниже и впереди глаз. Эмбрионы изредка отрываются и снова прикрепляются. Подобное состояние не только спасает их от врагов, но и способствует лучшему дыханию. На свет они реагируют положительно.

Таким образом, клейкая оболочка икринок, наличие органов прикрепления эмбрионов, способность висеть, прикрепившись к растениям после вылупления, отсутствие светобоязни характеризует карпа как фитофильную рыбу, приспособленную развиваться в стоячих или медленнотекущих водоемах с заросшим и заиленным дном.

Икра рыб в процессе эмбрионального развития проходит ряд критических периодов, когда наблюдается повышенная чувствительность эмбрионов к различным абиотическим факторам среды (температуре, газовому составу воды, солености, механическому воздействию и др.). Это связано с тем, что в критические периоды происходят значительные изменения в перестройке веществ развивающегося зародыша.

Критическими периодами в развитии икры карпа, как у большинства нерестящихся весной рыб, являются следующие стадии: начало дробления до морулы мелких клеток, гастрюляция, стадия перед выклевом и в период выхода зародыша из оболочки. Именно на этих стадиях наблюдается повышенная гибель зародышей.

В момент критических периодов необходимо особенно стремиться к созданию оптимальных условий для развития икры: поддерживать в инкубационных аппаратах постоянный и повышенный расход воды, не допускать резких (не более 2<sup>0</sup>С) температурных перепадов, оберегать икру от механических воздействий и т.д.

С момента выклева эмбриона из оболочек до почти полного рассасывания желточного мешка стадия развития носит название предличинки.

Постэмбриональный период развития карпа включает следующие стадии развития и возрастные группы:

Личинка - с момента смешанного питания до начала закладки чешуи.

Малек - все тело покрыто чешуей, по внешнему виду напоминает взрослую рыбу. Личинка и малек носят также название молоди.

Сеголеток - вполне сформировавшаяся рыбка Со второй половины первого лета жизни и осенью.

Годовик - перезимовавший сеголеток.

Двухлеток - рыба, прожившая два лета. Это название применяется со второй половины второго лета ее жизни и осенью.

Двухгодовик - перезимовавший двухлеток и т.д.

Возраст рыбы обозначается по следующей схеме:

| Возрастная группа                  | 0      | 1         | II          | III         | IV             |
|------------------------------------|--------|-----------|-------------|-------------|----------------|
| Название возрастных групп (весной) | Молодь | Годовик   | Двухгодовик | Трехгодовик | Четырехгодовик |
| Обозначение возраста               | 0      | 1         | 2           | 3           | 4              |
| Название возрастных групп (осенью) | -      | Сеголеток | Двухлеток   | Трехлеток   | Четырехлеток   |
| Обозначение возраста               | -      | +0        | 1+          | 2+          | 3+             |

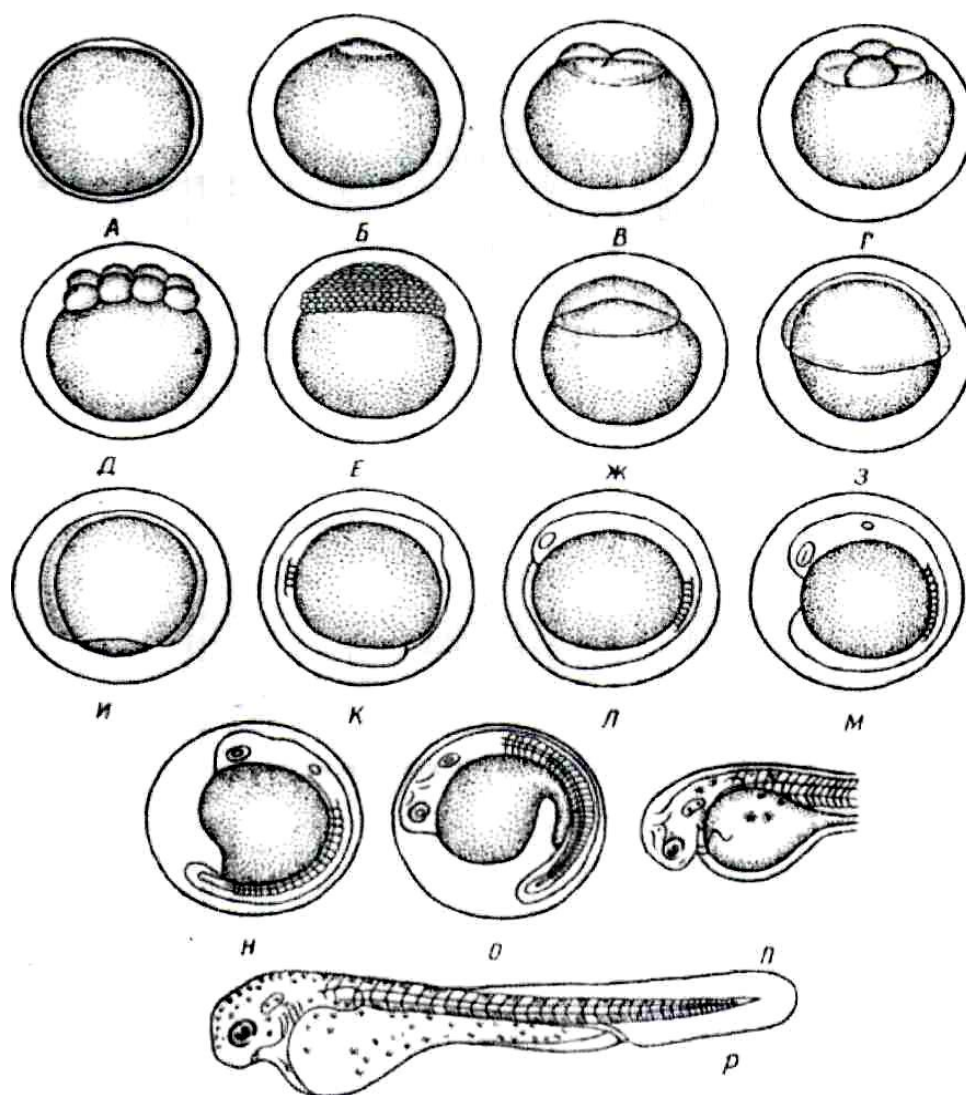


Рис. 17. Развитие икры карпа: *А* — неоплодотворенная икринка; *Б* — набухшая икринка с образовавшимся зародышевым диском; *В* - стадия двух бластомеров; *Г*-стадия четырех бластомеров; *Д* - стадия восьми бластомеров; *Е* - стадия крупноклеточной морулы; *Ж* - стадия бластулы; *З* -стадия бластодерма охватывает половину желтка; *И* - стадия замыкания желточной пробки и появления зародышевого валика; *К* -стадия образования первых сомитов в туловище; *Л* -стадия образования глазных пузырей; *М* - стадия формирования слуховых плакод; *Н* - стадия формирования хрусталиков; *О* - стадия начала пигментации глаз; *П* -стадия появления в крови форменных элементов; *Р* - только что выклюнувшаяся личинка.

В постэмбриональном развитии рыб особо важный этап - личиночно-мальковая стадия. Она делится на четыре биологических цикла, в которых наблюдается чередование повышенной скорости роста с его депрессией.

Первый цикл - период от выклева предличинок до 4-6-дневного возраста - характеризуется высокой энергией и интенсивностью роста и питания. Биологической особенностью этого цикла является зависимость основных функций организма (питание, дыхание) от желточного мешка, предоставляющего организму достаточное количество пищи и кислорода.



Второй цикл - период с 4-6-дневного до 8-10-дневного возраста - характеризуется значительной депрессией дыхания и роста. Резорбция желточного мешка вместе с его кровеносными сосудами приводит к понижению функций питания и дыхания. Личинки, еще не приспособившиеся к активному питанию, испытывают недостаток энергии. Газообмен идет с помощью провизорных личиночных органов дыхания (кровеносные сосуды непарных плавников, наружные нитевидные жабры).

Третий цикл - от 8-10-дневного до 18-20-дневного возраст характеризуется новым подъемом дыхания и роста. Дыхание совершается с помощью лепестков внутренних жабр, формируются органы пищеварения, передвижения (рост грудных плавников, обособлению спинного и хвостового). Все эти изменения способствуют более совершенному протеканию процессов дыхания, питания и передвижения и приводят к более интенсивному росту организма.

Четвертый цикл - от 18-20-дневного до 27-30-дневного возраста. В этот период продолжается развитие указанных выше систем органов, а в кожных покровах закладывается чешуя. Формирование личинки заканчивается. При обильном питании скорость роста в этом цикле сохраняется высокой, при скудном она резко снижается. Циклы по времени могут быть короче или длиннее в зависимости от температуры окружающей среды. У карпа при температуре воды 20-25°C длительность этих циклов сокращается почти вдвое.

Третий и четвертый циклы, характеризующиеся высокой скоростью роста, рассматривают как стадию, весьма важную в развитии рыб. Если молодь невозможно обеспечить обильным питанием в нерестовых прудах, то ее необходимо пересадить в мальковые или выростные пруды не позже 6-8-дневного возраста. В противном случае результаты выращивания окажутся неудовлетворительными.

Рост рыбы в первый год жизни, особенно в начальный период, является определяющим для ее дальнейшего развития. Рыбы растут на протяжении всей своей жизни. Рост их, однако, идет неравномерно как по сезонам года, так и на протяжении всей жизни. Молодая рыба растет более быстро, чем старая. В разные сезоны года рыбы растут неодинаково. Летом, в период интенсивного питания, отмечается высокая скорость роста. Осенью и особенно зимой, когда температура воды снижается до 4°C и ниже, теплолюбивые рыбы, в том числе и карп, по существу, прекращают питаться и их рост соответственно почти останавливается. Более того, в зимний период у карпа отмечаются потери в массе, снижаются линейные размеры. Холодолобивые рыбы (форель, сиг, пелядь, чир и др.) хотя и кормятся, однако и у них отмечается снижение роста.

Наряду с сезоном года на рост рыбы оказывают существенное влияние условия внешней среды и физиологическое состояние организма, связанное с половым созреванием. Обычно с наступлением половой зрелости рост рыбы сильно замедляется.

## **Личиночный и мальковый периоды развития карпа (по Васнецову В.В.)**

В раннем периоде с момента вылупления из оболочки карп проходит 9 этапов развития, которые В. В. Васнецов обозначил буквами: А, В, С1, С2, D1, D2, Е, F, G.

Этап А - предличинка относится к эмбриональному периоду развития, этапы В, С1, С2, D1, D2, Е характеризуют личиночный, F, G - мальковый периоды.

### **Личиночный период**

Этап В. глаза пигментированы сильно, пигментные, клетки располагаются преимущественно на голове и вдоль спины. Желточный мешок значительно уменьшается. Рот становится слабоподвижным, но еще не закрывается полностью. Кишечник в виде длинной и немного изогнутой трубки. Плавательный пузырь однокамерный и наполнен воздухом. Плавниковая складка становится шире. Размер личинки 5,6 – 6 мм. Питается личинка на данном этапе диатомовыми? синезелеными водорослями, ветвистоусыми рачками. Плавают поодиночке в толще воды, недалеко от берега.

Этап С1: желточный мешок полностью рассасывается. Рот закрывается, плавательный пузырь увеличивается в размерах. Плавниковая кайма все еще сплошная. Под задним концом хорды на месте нижней лопасти будущего хвостового плавника начинается скопление мезенхимы. Размер личинки 5,6 – 7,2 мм. Питается личинка на этом этапе ветвистоусыми рачками, реже веслоногими и водорослями. Держатся недалеко от берега на глубине 30 – 40 см, плавают поодиночке

Этап С2: размер личинки 7,3 – 8,7 мм. В местах будущих спинного и анального плавников сгущается мезенхима, в хвостовой лопасти начинают окостеневать лучи. Уростиль начинает загибаться вверх. Хвостовая лопасть несколько вытянута назад и вперед. Заметно уменьшается плавниковая кайма. Жаберная крышка полностью закрывает жабры. Питается личинка на этом этапе ветвистоусыми рачками, личинками хирономид. Держатся недалеко от берега на мелководье, поодиночке у поверхности.

Этап D1: размер личинки 8,8 – 10,6 мм. Плавательный пузырь становится двухкамерным. Передняя камера его наполняется воздухом. Рот конечный, слабоподвижной. Начинается обособление спинного и анального плавников. Появляются зачатки брюшных плавников. Лучи в хвостовом плавнике доходят до заднего края. Задний конец хорды сильно загнут вверх, хвостовой плавник трехлопастной. Питается личинка на этом этапе коловратками, науплиусами циклопов и молодыми циклопами. Личинки уже опускаются на глубину до 0,5 м, но держатся по прежнему по одиночке

Этап D2: размер личинки 10,7 – 11,7 мм. Строение спинного и анального и хвостового плавников становится таким же, как у взрослых рыб.

в этих плавниках развиты костные лучи. Грудные плавники увеличиваются, в них появляются мезенхимальные лучи. Увеличиваются брюшные плавники. В сравнении с предыдущим этапом рот выдвигается и становится полунижним. Питаются личинки в основном науплиусами и небольшим количеством хирономид (их количество в кишечнике увеличивается). Держатся недалеко от берега на глубине 0,5 м, поодиночке. Утром приближаются к берегу, к вечеру отходят и опускаются в более глубокие слои.

Этап Е: заключительный этап личиночного периода. Размер личинки 11,8 – 16,3 мм. Во всех парных и непарных плавниках хорошо развиты костные лучи. Плавники более сформированы в сравнении с предыдущим этапом. Почти полностью исчезает плавниковая складка (кайма), есть лишь небольшая прианальная складка. Питаются личинки на этом этапе главным образом личинками хирономид. Личинки держатся по одиночке на глубине 0,5 м (на струе у водослива). Ловить их труднее, чем на предыдущих этапах.

#### **Мальковый**

Этап F: размер малька 16,4 – 19,6 мм. Начинает развиваться чешуя, которая к концу этапа покрывает почти все тело. Появляется первая пара усиков. Обонятельная ямка принимает форму восьмерки. Питание донное. Мальки держатся преимущественно у дна, часто около водослива (монаха). При тихой погоде плавают стайками. Отличаются большой пугливостью.

Этап G: размер малька 19,7 – 24,8 мм. Тело полностью покрывается чешуей. Малек приобретает почти все признаки взрослой рыбы. Появляется зачаток канала боковой линии. Питаются мальки на этом этапе главным образом личинками хирономид. Мальки плавают стайками, реже поодиночке, недалеко от берега

#### Контрольные вопросы:

1. Назовите особенности каждого периода жизненного цикла рыб.
2. На какие экологические группы подразделяются рыбы в зависимости от места икрометания?
3. Сколько стадий половозрелости различают у рыб?
4. На какой стадии зрелости половых продуктов происходит нерест рыб?
5. К какой стадии зрелости половых продуктов после рассасывания пустых фолликулов переходят яичники?
6. Что называют коэффициентом зрелости?
7. Охарактеризуйте стадию морулы, гастрюлы.
8. Какой возраст сеголетка?
9. Какой возраст рыбы 2+?
10. Какие биологические циклы в связи с высокой интенсивностью роста играют важную роль в развитии рыбы

#### Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Личиночный и мальковый периоды развития карпа (по Васнецову В.В.)

#### Тема 4. Методы изучения роста и определение возраста рыб.

Цель занятия: научиться изучать рост и определять возраст рыбы

Задание: 1) рассчитать абсолютный и относительный прирост рыбы за период с 10.06 по 28.09; 2) провести измерения рыбы и рассчитать индексы; 3) определить возраст рыбы по чешуе, костям и отолитам.

Материал и оборудование: рыба, линейка, мерная лента, спирт, вата, лупа, плита, стаканы.

#### Методы изучения роста рыб.

Рост рыбы учитывается при проведении систематических взвешиваний и измерений. Чем выше скорость роста рыбы в связи с возрастом или видовыми особенностями, тем чаще следует проводить взвешивания и измерения. В практике рыбоводства для изучения роста личинок и мальков рекомендуется производить их отлов, взвешивание и измерение в момент выклева, перехода на активное питание в первые 15 дней с интервалами через 2-3 сут. Далее отлов мальков проводится через каждые 10 дней. В некоторых случаях для более точного определения роста личинок в нерестовых прудах их отлов производится ежедневно до момента пересадки в выростные пруды.

На втором году выращивания контрольные ловы проводятся один раз в 10-15 дней. В старшем возрасте контроль роста рыбы осуществляют обычно весной и осенью.

Измерение и взвешивание рыбы лучше производить на месте взятия пробы. В случае если обработка пробы на месте не представляется возможной, то рыбу фиксируют в 4 %-ном формалине для последующей обработки в лабораторных условиях.

Измерение личинок и мальков на ранних стадиях развития производится под микроскопом с помощью окуляра-микрометра. Более крупную молодь измеряют штангенциркулем, обыкновенным циркулем или линейкой. Для измерения крупной рыбы пользуются линейкой или измерительной доской (рис. 18).

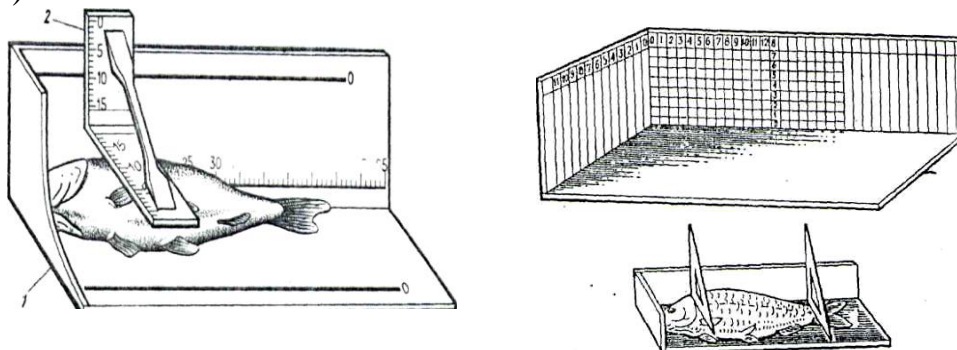


Рис. 18. Приспособление для измерения рыб: 1 - доска для измерения рыб; 2- треугольник

Основные промеры, употребляющиеся для установления характера роста и оценки экстерьера карпа (рис.19):

1. Длина всей рыбы (L) - расстояние от вершины рыла по вертикали до конца более длинной лопасти хвостового плавника.

2. Длина тела без хвостового плавника (I) - расстояние от вершины рыла до конца чешуйного покрова.

3. Длина головы (С) - расстояние от вершины рыла до заднего края жаберной крышки.

4. Наибольшая высота тела (Н) - расстояние от самой высокой точки спины перед спинным плавником до самой нижней точки брюха.

5. Обхват тела (О) - расстояние вокруг тела около первого луча спинного плавника.

6. Наибольшая толщина тела (m).

На основании полученных промеров вычисляют индексы, характеризующие экстерьер рыбы, ее хозяйственную ценность:

*индекс высоты тела* - отношение длины тела к высоте (в/Н);

*индекс относительной толщины тела* - отношение наибольшей толщины к длине (m/b. 100%);

*индекс большеголовости* - отношение длины головы к длине рыбы (С/в 100%),

*индекс компактности* - отношение обхвата тела к длине рыбы (О/в 100%).

По данным систематических измерений и взвешиваний можно определить скорость роста. Скорость роста измеряют в абсолютных или относительных величинах. Скорость роста в величинах абсолютного прироста может быть выражена формулой:

$$A = \frac{U_1 - U}{t_1 - t}$$

где А - абсолютный прирост рыбы;  
U - размер или масса рыбы в начале периода;  
U<sub>1</sub> - размер или масса рыбы в конце периода;  
t<sub>1</sub>, t- время периода.

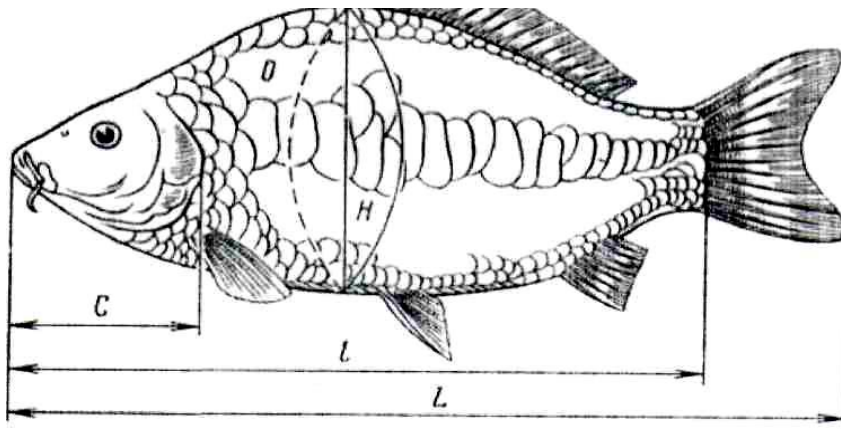


Рис. 19. Схема измерения карпа

L - общая длина; l - длина или длина тела без c; c - длина головы; H - высота тела; O - обхват тела.

Для суждения о сравнительной скорости роста вычисляют относительный прирост, или относительную скорость роста. Выражение скорости роста не в абсолютных, а в относительных величинах позволяет судить о напряженности процесса роста. Конечный результат обычно выражают в процентах. Вычисление ведется по следующей формуле:

$$R = \frac{V_2 - V_1}{1/2(V_1 + V_2)} 100$$

По данной формуле относительная скорость роста определяется как отношение величины прироста к величине рыбы, средней между начальной и конечной за принятый промежуток измерения. С увеличением возраста рыбы (до определенного предела) относительная скорость роста постепенно снижается, а величина абсолютного прироста возрастает. Наивысший среднесуточный прирост массы у карпа отмечен в возрасте 3-5 лет, а относительная скорость - в личиночной стадии.

Пример расчета:

Требуется рассчитать абсолютную скорость роста сеголетков карпа. Масса их (в граммах) по результатам контрольных уловов была следующей:

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| 10 июня - 0,008 | 30 июля - 10,40     |
| 20 июня - 0,145 | 14 августа - 15,80  |
| 30 июня - 0,870 | 29 августа - 20,60  |
| 10 июля - 2,96  | 13 сентября - 23,40 |
| 20 июля - 5,96  | 28 сентября - 25,20 |

Абсолютные среднесуточные приросты (в граммах) в течение периода выращивания составляют:

$$A(10.06-20.06) = (0,145-0,008)/10 = 0,01 \text{ г/сут.}$$

## Определение возраста и роста рыбы

У большинства рыб, в том числе карпа, возраст и рост определяют по чешуе. Для приготовления препарата берут несколько чешуек со средней части тела между основанием первого спинного плавника и боковой линией, промывают в слабом растворе нашатырного спирта (1 —10%), обсушивают мягкой тканью и помещают между двумя предметными стеклами. Наилучшие препараты получаются из чешуи, взятой от свежей рыбы, но можно использовать соленую и фиксированную в формалине.

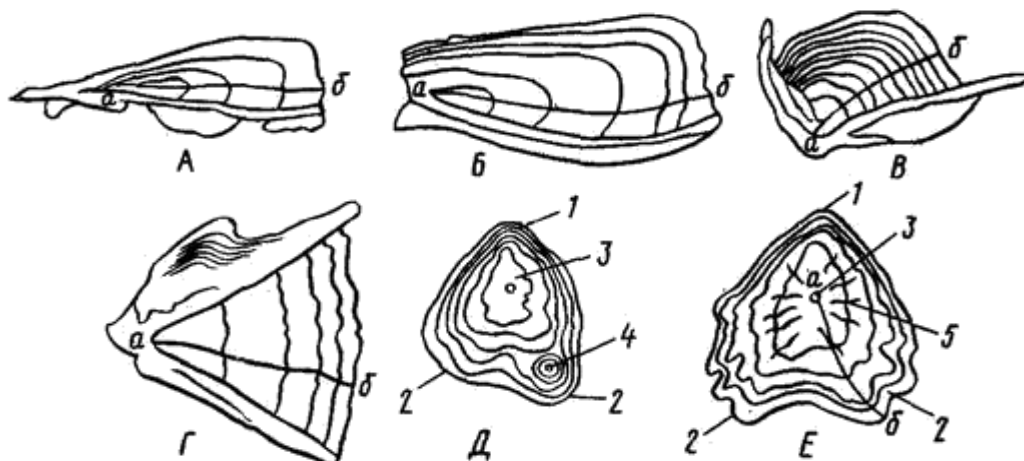


Рис.20. Кости для определения возраста рыб.

А — \*клеитрум воблы; Б — клеитрум леща; В — клеитрум осетровых; Г — крышечная кость окуня; Д, Е — срез луча осетра и севрюги (по Чугуновой, 1959):

1 — верхняя часть, 2 — боковые линии, 3 — центр, 4 — добавочный центр, 5 — радиальная бороздка; а—б — линия измерения (в проходящем свете)

**\*Клеитрум** - - покровная кость спинного отдела плечевого пояса рыб, причленяющаяся сзади к черепу

У осетровых, сомов, судака и некоторых других, как правило, используют луч грудного плавника, поперечный срез которого подшлифовывают и приклеивают бальзамом на предметное стекло.

У окуневых, налима и некоторых других рыб удобны для определения плоские кости — жаберные крышки и клеитрум. Косточку очищают, обваривая кипятком, обезжиривают в смеси эфира и бензина в отношении 1:2 и подсушивают. Формалинный материал не используют. Так же подготавливают позвонки, которые раскалывают продольно и рассматривают слом.

У тресковых, камбаловых и судака хорошо определять возраст по отолитам. Отолиты вынимают из свежей рыбы, чаще всего разрезав голову вдоль по середине или поперек в области затылка, разламывают пополам, подшлифовывают и прокалывают. На шлифе хорошо видны годовые кольца.

Для большей достоверности результатов рекомендуют определять возраст рыб параллельно по чешуе и костям. На чешуе и костях видны расположенные друг за другом светлые и темные полосы, или кольца, которые отражают рост рыбы в течение года. Полосы, образующиеся в периоды замедленного роста рыбы, состоят из мелких клеток, плотно прилегающих одна к другой; в падающем свете (освещение сверху) полосы темные, в проходящем (освещение снизу) — светлые. В периоды усиленного роста клетки, образующие полосу, крупнее и лежат свободнее. Кольцо оказывается более широким, матово-светлым в падающем свете и темным — в проходящем.

В умеренных широтах наиболее интенсивное питание и, следовательно, быстрый рост рыб приходится на лето или даже осень, в арктических районах — на зиму, что соответственно отражается на ширине колец. У рыб, обитающих в тропических и экваториальных водах, на костях и чешуе также откладываются сезонные кольца, иногда они соответствуют периодам засухи и тропических ливней.

Широкая и узкая полосы составляют вместе одну годовую зону (рис.).

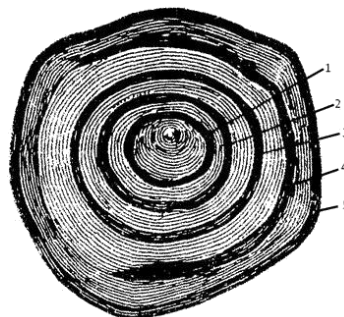


Рис.21 Чешуя 5-годовалого карпа: 1, 2, 3, 4, 5—годовые кольца

Таким образом, узкие и широкие полосы на чешуе и костях появляются вследствие изменения скорости роста тела. Неправильно называть узкие темные кольца 'зимними': если зимой рыба не питается (карп и др.), то она и не растет и закладки кольца не происходит. Эти кольца соответствуют периодам медленного роста, они могут закладываться весной, осенью и даже летом.

В связи с этим на чешуе и костях могут образовываться не только годовые кольца, но и так называемые дополнительные (добавочные), появляющиеся в результате ослабления или прекращения питания в преднерестовый или нерестовый период, перемены кормовых объектов и т. п. К добавочным кольцам относится прежде всего первое кольцо на чешуе — мальковое, которое возникает при переходе молоди с питания планктоном на питание бентосом. Это кольцо оказывается внутри первой годовой зоны.

У многих рыб, не питающихся во время нереста, этот перерыв в питании отражается на чешуе в виде так называемых «нерестовых» колец (марок), которые обнаруживаются по разрушенному, как бы размытому краю.



Из-за различия в характере роста рыб до и после наступления половой зрелости у разных возрастных групп время закладки годовых колец сдвигается. Например, у неполовозрелых особей азовского судака и уральского леща, растущих наиболее быстро, годовые кольца закладываются в начале вегетационного периода — еще весной. После наступления половой зрелости определенная доля пищи расходуется на созревание гонад. Поэтому у рыб старших возрастных групп в начале вегетационного периода, когда интенсивно накапливаются резервные вещества, линейный рост часто не происходит. Через определенный промежуток времени жиронакопление замедляется или приостанавливается. Тогда ускоряется линейный рост и начинает закладываться новое широкое кольцо, это происходит уже во второй половине лета.

Таким образом, для правильного «чтения» чешуи при определении возраста необходимо знать биологию рыб и прежде всего особенности их роста.

Существуют специальные приборы, позволяющие определять приросты длины тела рыбы за каждый прожитый год. Наличие на костях и чешуе рыб годовых отметок позволяет восстановить путем соответствующих вычислений рост рыбы за предшествующие годы жизни. Способ основан на закономерности, заключающейся в том, что рост чешуи прямо пропорционален росту рыбы в длину. Зная длину всей чешуи, ее длину за данный год и всю длину рыбы, можно определить прирост за изучаемый год. Для этого можно воспользоваться следующей формулой:

$$L_n = \frac{V_n \times L}{V},$$

$L_n$  — длина рыбы за какой-либо год;  $L$  — длина рыбы;  $V_n$  — длина чешуи за какой-либо год,  $V$  — длина всей чешуи.

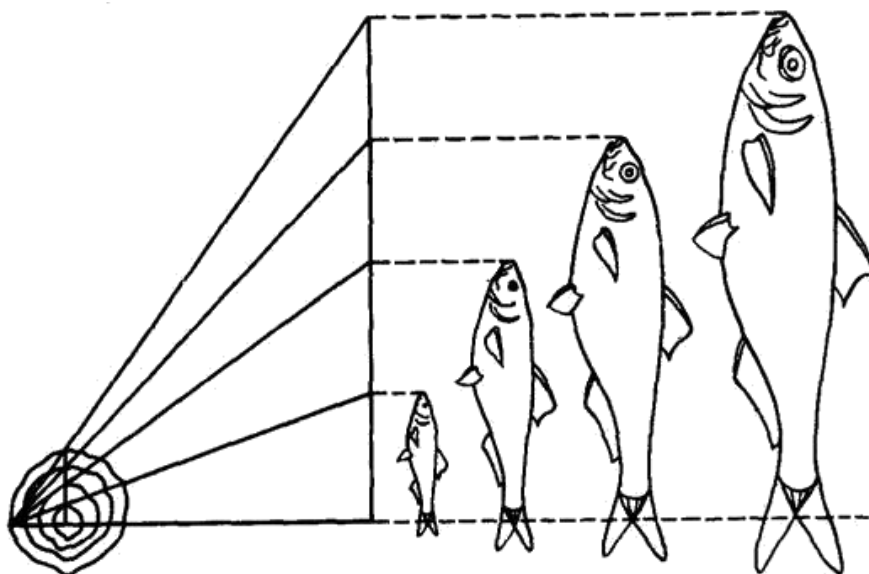


Рис. 22. Измерение роста по чешуе

Для измерения чешуи используют рисовальный аппарат. На бумаге, которая лежит под зеркалом рисовального аппарата, отмечают карандашом центр, все годовые кольца и край чешуи. Затем измеряют миллиметровой линейкой расстояние от центра до колец и края чешуи (по прямой линии). Удобны для исследования проекционные аппараты, которые позволяют измерять ширину годовых колец непосредственно по проекции миллиметровой линейкой.

#### Техника выполнения задания по определению возраста рыбы:

1. Взять несколько неповрежденных чешуй с боковой стороны тела рыбы позади спинного плавника и выше боковой линии. Рассмотреть под биноклярной лупой, найти и подсчитать годовые кольца. Отметить наличие или отсутствие осеннего прироста нового года, определить возрастную группу. Зарегистрировать наличие добавочных колец, «нерестовых марок».

2. Выварить голову, отрезанную с плечевым поясом и частью хребта рыбы. Выделить и почистить кости, необходимые для определения возраста по костным структурам. Рассмотреть под биноклярной лупой, найти и подсчитать годовые кольца. Зарегистрировать наличие добавочных колец.

3. Сопоставить результаты определения возраста рыб по разным регистрирующим структурам и сделать выводы.

#### Контрольные вопросы:

1. Как часто проводится отлов для изучения роста и развития личинок, мальков, взрослой рыбы?

2. Назовите основные промеры и индексы рыб.

3. По какой формуле рассчитывают относительный и абсолютный приросты?

4. По каким костным структурам можно определить возраст рыбы?

## Тема 5. Биологическая и хозяйственная характеристика объектов рыбоводства

**Цель занятия:** Познакомиться с биологией рыб, выращиваемых в рыбоводных хозяйствах, изучить хозяйственно-полезные признаки прудовых рыб.

**Материалы:** атлас рыб, методические указания.

**Задание:** Изучить биологические особенности выращиваемых в рыбоводных хозяйствах рыб: осетровые, лососевые, карповые, сиговые. Заполнить таблицу:

Таблица 1. Биологические особенности и некоторые хозяйственно-полезные признаки рыб.

| Название рыбы | Экологическая группа по отношению к солености воды | Возраст полового созревания, лет | Плодовитость, тыс. икринок | Время нереста | Средний размер | Средний вес, кг | Продолжительность эмбрионального периода, сут | T <sup>0</sup> нереста | Тип питания |
|---------------|--|----------------------------------|----------------------------|---------------|----------------|-----------------|---|------------------------|-------------|
| 1             | 2  | 3                                | 4                          | 5             | 6              | 7               | 8   | 9                      | 10          |
|               |  |                                  |                            |               |                |                 |   |                        |             |

Мир рыб чрезвычайно богат и разнообразен. Чтобы обеспечить рост и интенсификацию прудового рыбоводства необходимо знать биологию и хозяйственно-полезные признаки холодноводных и тепловодных рыб.

Для пополнения естественных популяций разводят около 70 видов рыб.

**Осетровые:** Белуга, русский осетр, сибирский осетр, севрюга, стерлядь, шип.

**Лососевые.** Атлантические лососи: благородный (семга), балтийский (кумжа), озерный, каспийский, белорыбица. Форели: радужная, ручьевая. Тихоокеанские: кета, нерка, горбуша, сима, чавыча, кижуч, микижа (камчатская семга).

**Сиговые.** Пелядь, чир, омуль, пыжьян, муксун, чудский сиг, сиг-лудога, ряпушка, рипус.

**Карповые.** Сазан, карп, караси, линь, кутум, рыбец, шемая, тарань, лещ полупроходной, белый и черный амуры, белый и пестрый толстолобики.

Время икрометания у различных видов в течение года различно. Всех рыб, обитающих в пресных водах, в зависимости от времени их нереста можно разделить следующим образом:

1. *Весенне-летне нерестующие* от ледохода до начала похолодания воды. К этой группе относится большинство обитателей средних и южных широт (сазан, карп, толстолобики, амуры, щука, судак, линь, карась и др.).

2. *Осенне-зимне нерестующие* - от начала похолодания до снижения температуры воды до 4 С. К этой группе относится холодолюбивые рыбы (форель, лососи, пелядь, ряпушка, сиги и др.).

Размножение рыб имеет ряд специфических особенностей, обусловленных жизнью в водной среде. Оплодотворение икры у большинства видов рыб внешнее, развитие эмбриона происходит вне материнского организма. Поэтому возможности гибели эмбриона по тем или иным причинам значительно больше, чем, если бы он развивался в утробе матери. Для сохранения численности вида такие рыбы обладают высокой плодовитостью, и чем выше гибель эмбрионов в период инкубации икры, тем выше плодовитость вида. Выживаемость эмбрионов в значительной степени связана с характером откладки рыбами икры. В связи с этим рыб делят на следующие группы:

1. Литофильная группа («lito»-камень) помещает свою икру на камни (осетровые, лососи и др.).

2. Фитофильная («fito» - растения) помещают клейкую икру на растения (сазан, карп, щука, карась, линь и др.).

3. Псамофильная («psamo» - песок) откладывает икру на песок, иногда на корешки растений (ряпушка, пелядь, пескарь и др.).

4. Пелагофильная («pelago» - толща воды) выметывают икру в толщу воды, икра находится во взвешенном состоянии (амуры, толстолобики, чехонь и др.).

4. Остракофильная («ostraco» - моллюск) помещают икру с помощью длинного яйцевода в полость мантии двустворчатых моллюсков (горчаки, некоторые пескари).

Наибольшей плодовитостью обладают рыбы пелагофильной группы (несколько млн. икринок) и наименьшей – остракофильной (около 100 икринок).

В зависимости от места обитания и отношения к условиям среды (соленость, содержание растворенного в воде кислорода, кормовые условия и др.) выделяют на экологические группы рыб.

*Пресноводные* (жилые, или туводные) — рыбы, весь жизненный цикл которых проходит в пресной воде. К ним относятся: реофильные, обитающие в текучей воде (форель, хариус), лимнофильные, живущие в стоячей воде озер и прудов (карась), и общепресноводные, предпочитающие текучую и стоячую воду (плотва, щука). Некоторые виды заходят в солоноватые воды (синец, густера).

*Проходные* (125–130 видов) — рыбы, которые попеременно обитают в морской и в пресной воде. Среди них выделяют: трофически морских рыб, которые нагуливаются в море, а размножаются в реках (лососевые, осетровые), и трофически пресноводных — нагуливаются в реках, размножаются в море (речной угорь). Некоторые проходные рыбы могут образовывать жилые формы (озерный лосось).

*Полупроходные* - экологич. группа рыб, занимающих промежуточное положение между жилыми и проходными рыбами; кормятся в приустьевых

участках морей или в солоноватых морях-озёрах (Каспийском, Аральском), а для нереста заходят в низовья рек. К П. р. относятся некоторые сиги, вобла, лещ и ряд других.

*Солоноватоводные* — рыбы, обитающие в воде с пониженной соленостью. Они делятся на полупроходных, которые нагуливаются в солоноватых предъустьевых районах морей, нерестятся в реках (лещ, сазан, сом), и собственно солоноватоводных, которые живут в солоноватой воде лиманов и в наших внутренних морях: Каспийском, Азовском и др. (сельди).

*Морские* (около 11,6 тыс. видов) — рыбы, которые в течение всей жизни обитают в воде с высокой соленостью, а в пресной воде гибнут. Среди них выделяют прибрежных, которые обитают в водах континентального шельфа и водах, прилегающих к островам; эпипелагических, предпочитающих верхние слои пелагиали открытого океана, нижняя граница — слой температурного скачка (около 200 м), и глубоководных — они населяют склон и ложе океана, а также толщу воды от нижней границы эпипелагиали (около 2 тыс. м).

По виду потребляемой пищи и способу питания выделяют: **фитофагов** — питаются растениями (толстолобик, амур, храмуля и др.); **бентофагов** — питаются донными организмами (лещ, карп, налим, камбала и др.); **планктофагов** — питаются планктонными организмами (ряпушка, омуль, корюшка, уклейка и др.); **детритофагов** — питаются детритом (плотва, ерш и др.) и **хищников** — питаются рыбой (щука, окунь, судак, лосось и др.). Однако многие виды имеют смешанный характер питания, и при смене условий могут переходить с одного вида корма на другой (пелядь, севанская форель и др.). Большинству рыб в раннем онтогенезе свойственно питание планктонными организмами. Так, молодь фитофага толстолобика и хищника щуки питается зоопланктоном. Частичная смена кормовых объектов у многих видов рыб наблюдается в суточном и сезонном аспектах.

## Осетровые

Это проходные, полупроходные и пресноводные рыбы, населяющие воды северного полушария планеты (Европу, северную часть Азии, Северную Америку). В основном это долгоживущие и позднеосозревающие рыбы (см. вклейку, ил. 1). Нерест не ежегодный. По темпу накопления массы тела осетровые относятся к числу наиболее быстрорастущих рыб. Осетровые являются ценным объектом пастбищного, прудового, садкового и индустриального рыбоводства как в России, так и за рубежом (Германия, Венгрия, Япония, Франция, США и др.).

**Русский осетр** (*Acipenser gueldenstaedtii* Br.) — крупная проходная рыба с обширным ареалом. Обитает в Каспийском и Азово-Черноморском бассейнах. В результате строительства гидроэлектростанций в настоящее время ареал осетра сократился, и его запасы в основном поддерживаются за счет рыбоводных мероприятий. Основные нерестовые реки — Волга, Урал,

Днепр и Дон с притоками. Тело русского осетра удлиненное, веретеновидной формы. Спина серовато-черная, бока — серовато-коричневые, брюхо белое. Рыло с усиками короткое и тупое, рот широкий с зачаточной нижней губой. Спинных жучек — 8–18, боковых — 24–50, брюшных — 6–13. Для русского осетра характерна сложная внутривидовая структура. Он имеет яровую и озимую формы, а внутри каждой из них более мелкие группировки, различающиеся сроками миграции в реки, размерами рыб, продолжительностью пребывания в пресной воде и т. д. Наряду с этим русский осетр способен образовывать жилые формы, которые всю жизнь проводят в пресной воде. Половозрелыми большинство самцов русского осетра становятся в возрасте 11–13 лет, самок — в 12–16 лет. В бассейне Азовского моря осетры обычно созревают на 2 года раньше, чем другие популяции. Плодовитость русского осетра колеблется в очень широких пределах — от 50 тыс. до 1165 тыс. икринок. В последние годы появились сведения об уменьшении диапазона плодовитости русского осетра (70–800 тыс. икринок). Нерестовая миграция русского осетра растянута с конца марта — начала апреля до конца ноября с максимумом в июле. Рыбы, мигрирующие в реку позднее, остаются в ней на зимовку. Нерест ярового осетра происходит в середине мая — начале июня при температуре воды от 8 до 15<sup>0</sup>С на участках рек с гравийными или каменистыми грунтами на глубине от 4 до 25 м. Озимый осетр заходит в реки с незрелыми половыми продуктами и нерестится только на следующий год. Средний размер нерестовых самцов — 132 см и самок — 150 см, средняя масса особей — 15–20 кг. Предельные размеры русского осетра — 236 см и масса тела — 115 кг. Эмбриональный период при температуре воды 16–18<sup>0</sup>С длится от 8 до 10 суток. Выклюнувшиеся личинки имеют длину 10–12 мм, массу тела 6–9 мг и в короткие сроки сносятся течением с нерестилищ в море. Взрослые рыбы после размножения также быстро скатываются на морские пастбища. Достигнув длины чуть более 20 мм, мальки русского осетра переходят на активное питание: вначале их пища в основном состоит из мелкого планктона, позднее — из мелких представителей донной фауны (гаммарид, мизид, бокоплавов, nereis и др.). Взрослые рыбы переходят на питание моллюсками и рыбой.

При разведении русского осетра в искусственных условиях используют его одомашненную форму или отлавливают производителей во время нерестовой миграции. Молодь очень быстро привыкает к искусственным кормам и хорошо чувствует себя в замкнутом пространстве.

**Сибирский осетр** (*Acipenser baerii* Br.) распространен на огромной территории от Оби на западе до Колымы на востоке, а также в бассейне озера Байкал. В бассейнах Оби и Енисея он образует полупроходную форму, в Лене, Яне, Индигирке и Колыме обитают местные жилые формы, а в Байкале и Зайсане — озерно-речные. Самая крупная популяция сибирского осетра прежде обитала в Обь-Иртышском бассейне. Однако в результате интенсивного хозяйственного освоения этого бассейна произошло

сокращение его численности, что привело к катастрофическому состоянию популяции. В настоящее время обская популяция сибирского осетра внесена в Красную книгу РФ.

Сибирский осетр близок к русскому осетру, от которого отличается веерообразными жаберными тычинками. Спинных жучек 10-19, боковых — 32-59 (обычно 42-47), брюшных — 7-16. Окраска спины изменчива — от светло-серой до темно-коричневой, брюхо светлое или светло-желтое. Форма и длина рыла сильно варьируют.

По сведениям Г. В. Никольского, сибирский осетр достигает максимального размера 2 м при массе тела около 200 кг. Растет медленно, половозрелым становится в возрасте: самцы — 17-18 лет, самки — 19-20 лет. У ленского осетра половозрелость наступает в возрасте 11-12 лет. Обычно самцы созревают на 1-2 года раньше самок. В зависимости от мест обитания плодовитость сибирского осетра колеблется от 50 тыс. до 1400 тыс. икринок. Нерестятся рыбы один раз в несколько лет.

Условия и протяженность рек, в которых обитает сибирский осетр, определяют время его нереста. Размножается осетр в период с конца мая до конца июля при температуре воды от 9 до 21°C. Например, нерест осетра в Оби происходит в конце мая — июне при температуре воды 12-18°C. В Енисее он нерестится в июне-июле при температуре воды от 16 до 21°C. Нерестилища сибирского осетра располагаются на участках каменисто-гравийного или гравийно-песчаного дна при скорости течения около 1,4 м/с.

Продолжительность эмбрионального периода при температуре воды 13-14,5°C продолжается 10-17 суток. Выклюнувшиеся личинки имеют длину 10-13 мм и массу тела 7-11 мг. На 5-7-е сутки после выклева из икры молодь переходит на смешанное, а через 15 суток — на чисто внешнее питание. Мальки после перехода на активное питание долгое время держатся в пресной воде. Пищу составляют личинки ручейников, поденок, мошек. Сибирский осетр, являясь в основном бентофагом, часто не обнаруживает избирательности в питании, и при недостатке пищи может переходить на хищное питание. У крупных особей в пищеварительном тракте нередко встречаются рыбы (чебак, налим, ерш).

Ленская популяция сибирского осетра — одна из наиболее освоенных в рыбноводном отношении. В последние 20 лет интенсивно используется в пастбищном, садковом и индустриальном рыбноводстве. За счет своей адаптационной пластичности, отмеченной впервые Н. Л. Гербильским, ленский осетр стал объектом вселения во многие водоемы европейской части Российской Федерации.

**Стерлядь** (*Acipenser ruthenus* L.) — единственный представитель осетровых, постоянно живущий в пресных водах. Ареал стерляди достаточно широк. В него входят реки Азово-Черноморского, Каспийского, Белого, Баренцева и Карского бассейнов. Встречается в Онежском и Ладожском

озерах. Восточная граница ареала стерляди — река Енисей. Это обычная донная рыба, обитающая в глубоких участках рек. Зимой залегает на ямы.

Известны две географические расы стерляди — европейская и сибирская. Они различаются между собой рядом биологических показателей.

От других осетровых рыб стерлядь отличается удлинённым узким рылом, на котором расположены длинные бахромчатые усики. Рот небольшой, нижняя губа прерванная. Окраска ее спины варьирует от темно-серой до серовато-коричневой, брюхо белое. Спинных жучек — 11-18, брюшных — 10-20.

Половозрелой стерлядь становится в возрасте 4-7 лет. Причем сибирская стерлядь созревает на 1-2 года позднее. Как и у других осетровых, самцы становятся половозрелыми на 1-2 года раньше самок. Плодовитость стерляди колеблется около 100 тыс. икринок. Икра мелкая, диаметром 2-3 мм. В зависимости от протяженности реки и мест расположения нерестилищ размножается стерлядь с апреля по июнь при температуре воды 7-15°C. Нерестилища располагаются на глубине от 7 до 15 м на галечно-песчаных грунтах. Каждая особь нерестится через 2-3 года.

Продолжительность эмбриогенеза, как и у других видов рыб, зависит от температуры воды и при благоприятных условиях колеблется в пределах 4-9 дней. Выклюнувшиеся личинки небольших размеров (4-6 мм) и с очень малыми запасами питательных веществ (общая масса личинки в искусственных условиях — 5-7 мг). Личинки обычно держатся в районе нерестилищ, а на мальковом этапе уходят в русла рек. Пища их в это время состоит из мелких личинок насекомых. После ската в реки молодь стерляди, а затем и взрослые рыбы питаются водными личинками насекомых, мелкими моллюсками и икрой других рыб.

Являясь самым мелким представителем осетровых, стерлядь не отличается высокой скоростью роста. Максимальные ее размеры — 125 см, масса тела — до 16 кг. В промысловых уловах размеры стерляди не превышают 100 см, а масса тела колеблется в пределах 6,0-6,5 кг.

В рыбоводстве чаще всего используются одомашненные формы стерляди и ее промышленные гибриды с белугой и осетром. Особенно перспективны для рыбоводных целей гибриды, которые характеризуются достаточно интенсивным ростом по сравнению с исходными формами. Известны гибридные породы стерляди с белугой (бестер) и осетром (остер). О скорости роста осетра по сравнению с белугой и стерлядью можно судить по результатам, полученным на рыбоводных хозяйствах Карелии. Двухлетки, выращиваемые на протяжении одного вегетационного периода в сходных условиях, имели следующую массу тела: стерлядь — 900 г, осетр — 1290 г и остер — 1500 г. Таким образом, последний является перспективным объектом прудового и садкового рыбоводства.

**Северюга** (*Acipenser stellatus* Pall.) распространена в бассейнах Каспийского, Азовского, Черного и реже Адриатического морей. От других видов рода осетровых отличается удлинённым (до 60% длины головы) и



уплощенным рылом. Это типичная проходная рыба с ярко выраженным разделением на яровую и озимую формы. По численности яровая форма значительно превышает озимую.

Характерным видовым признаком севрюги является ее удлиненное и уплощенное рыло, которое составляет более 60% длины головы, и короткие усики без бахромы. Спина обычно черновато-коричневого цвета, бока светлые, брюхо белое. Спинных жучек 9-16, боковых — 26-43, брюшных — 9-14. Размеры самок севрюги колеблются в пределах от 130 до 150 см и самцов — от 120 до 150 см. Масса тела самок — 11-13 кг, самцов — 6-8 кг.

В зависимости от мест обитания севрюга достигает половозрелости в различном возрасте. Обычно самцы севрюги становятся половозрелыми в возрасте 7-12 лет, а самки — 9-17 лет. Плодовитость также различается весьма существенно. Обычно в разных популяциях она колеблется от 48 тыс. до 950 тыс., в среднем около 200 тыс. икринок. Наиболее плодовита уральская популяция севрюги. Нерестовая миграция в реки начинается позже, чем у других осетровых. В реках Каспийского бассейна первые особи обычно появляются в апреле, затем нерестовая миграция продолжается до декабря. Нерест начинается в мае и продолжается по август, при температуре воды 12-26°C. Нерестилища севрюги в реках размещаются несколько ниже нерестилищ белуги и русского осетра на галечно-песчаных грунтах.

Эмбриогенез у севрюги продолжается при температуре 16°C около 130 часов, а при температуре 23°C — 67 часов. Выклюнувшиеся личинки имеют массу тела 20-25 мг, при длине 9-11 мм. Эндогенное питание продолжается 6-8 суток (в зависимости от температуры воды). После нереста производители севрюги и развивающаяся молодь не задерживаются в районе нерестилищ, а скатываются в прибрежные участки моря. Основной пищей севрюги являются бокоплав, олигохеты, мизиды и мелкая рыба. В Каспии основу пищи севрюги составляют многощетинковые черви нереис.

По скорости роста и пищевым качествам севрюга близка к русскому осетру и может быть прекрасным объектом товарного рыбоводства.

**Белуга** (*Huso huso* L.) — одна из крупнейших и долгоживущих проходных рыб. Ее ареал охватывает бассейны Каспийского, Черного, Азовского и Адриатического морей. Это одна из крупнейших проходных осетровых рыб, достигающая в длину более 5 м и массы тела более 1 т. Средний промысловый вес самок — 90-120 кг, самцов — 60-90 кг.

Тело у белуги массивное, толстое (*huso* в переводе с латинского означает «свинья»). Рот полулунной формы, большой. Спина и бока серовато-темные, брюхо белое. Спинных жучек 9-17, боковых — 37-53, брюшных — 7-14.

Половая зрелость у самок наступает в возрасте от 16 (Дон, Волга) до 30 (Кура) лет. Самцы созревают на 3-5 лет раньше. Нерест не ежегодный. Плодовитость колеблется в пределах от 500 тыс. до 5,0 млн икринок, в зависимости от размеров рыбы. Средняя плодовитость ходовых самок — 715 тыс. икринок. Нерестовая миграция в реки обычно начинается в марте (еще в

подледный период), и первый пик продолжается до середины мая. Второй пик отмечен в конце лета — начале осени. Производители, мигрирующие весной, нерестятся в тот же год (яровая форма), а зашедшие летом и осенью нерестятся только на следующий год (озимая форма). Нерестится белуга в апреле-мае при температуре воды 6-7°C на глубине от 4 до 15 м при наличии быстрого течения. Грунты нерестилищ представлены каменистыми грядами и галечными россыпями.

Продолжительность эмбрионального периода при температуре воды 11-12°C составляет в среднем около 8 дней. Выклюнувшаяся из икры молодь и взрослые рыбы после нереста в реке не задерживаются и скатываются в море.

Молодь белуги в природных условиях питается беспозвоночными — мизидами, гаммаридами, олигохетами. Взрослые рыбы становятся хищниками и питаются в основном судаком, сазаном, лещом, килькой, а также молодь — своей и других представителей осетровых.

Производителей белуги используют на осетровых рыбоводных заводах для искусственного воспроизводства. Отработана технология получения половых продуктов, осеменения и инкубации икры, подращивания молоди. Белуга была исходной формой при производстве промышленного гибрида (белуга х стерлядь), получившего название «бестер».

**Бестер (*Acipenser nikołjukini*).** В России выведено и зарегистрировано три породы бестера: бестер Бурцевский, бестер Аксайский и бестер Внировский. Все эти породы впервые получены профессором Н. И. Николюкиным в Тепловском рыбопитомнике Саратовской области и получили широкое признание как в России, так и в других странах (Польша, Латвия, Италия, Япония, Венгрия, США, Китай, Корея и т. д.).

Бестер Бурцевский (БС) — межродовой гибрид от скрещивания самки белуги и самца стерляди, впервые получен в 1952 г. По внешнему виду очень похож на стерлядь. Половозрелость наступает у самцов в возрасте 4 лет, у самок — в 8 лет.

Плодовитость — 120 тыс. икринок. Сеголетки достигают массы 100 г, двухлетки — 700 г, трехлетки — 1500 г.

Этот гибрид является объектом товарного рыбоводства, конечной продукцией которого считается рыба с массой тела выше 1 кг. Наряду с этим он используется для производства пищевой черной икры, пользующейся большим спросом на рынке.

*Бестер Аксайский* (СБС), или *бестер стерляжий* — межродовой возвратный гибрид от скрещивания самки стерляди с самцом бестера. Впервые был получен в 1958 г. В 1969 и 1973 гг. возвратные гибриды «стерлядь х бестер» были получены также в Аксайском рыбхозе Ростовской области. По внешнему виду напоминает стерлядь, но имеет более крупный

размер и большую массу тела. Характеризуется ранним половым созреванием по сравнению с исходными формами. Самки достигают половой зрелости в возрасте 3 лет, самцы — в возрасте 2 лет. Средняя плодовитость — 40 тыс. икринок. Сеголетки достигают массы 60 г, двухлетки — 500 г и трехлетки — 1000 г.

*Бестер Внировский* (ББС), или *бестер белужий* — межродовой возвратный гибрид от скрещивания самки белуги с самцом бестера, впервые получен в 1958 г. Второй раз скрещивание было проведено в 1965 г. на Рогожском осетровом заводе в Ростовской области. С 1965 г. работы по его селекции ведутся на Аксайском рыбхозе Ростовской области.

По своим внешним признакам бестер Внировский приближается к белуге. Он крупнее бестера, имеет большую массу тела. Половой зрелости достигает в возрасте 8 (самцы) и 14 (самки) лет. Плодовитость самок в 2,5 раза выше, чем у бестера и почти в 6 раз выше, чем у бестера стерляжь-его; в среднем она составляет 300 тыс. икринок. Он более требователен к качеству кормов и условиям выращивания.

**Остер** создан путем скрещивания самок ленского осетра с самцами стерляди. По имеющимся в литературе материалам остер характеризуется хорошей скоростью роста, устойчив к изменениям (не резким) температуры, эффективно употребляет как естественную пищу, так и гранулированные корма.

О темпе роста остера в северном регионе можно судить по материалам, полученным нами на Кедрозерском рыбноводном заводе. Сеголетки остера до выращивания имели массу тела 19,4г при длине 15 см. В конце вегетационного сезона средняя масса тела рыб была 129 г и длина 34 см. После второго вегетационного периода — 672 г и длина 48 см. Наиболее интенсивно масса тела накапливается на второй год жизни. Остер выращивался на стандартных (*Rehuraio, Coppela*) и специальных влажных смесях близкого химического состава. Кормовой коэффициент колебался в пределах 1,1-1,4 и был близок к аналогичному показателю для ленского осетра (1,2-1,5).

Остер не требователен к существующим кормам искусственного происхождения, хотя предпочитает природные пищевые организмы.

### **Лососевые**

Лососевые виды рыб являются наиболее перспективными объектами холодноводного рыбоводства благодаря своим высоким вкусовым качествам и биологическим особенностям. Для большинства из них существуют хорошо разработанные технологии, и во всем мире широко развито их промышленное разведение. Так, за последние 10 лет объем производства лососей возрос более чем в 2 раза и составил 1,5 млн т товарной рыбы.

Все представители лососевых сходны по своей биологии. Это проходные анадромные хищные рыбы, которые большую часть своей жизни проводят в

морской воде, а в пресноводные водоемы заходят лишь для размножения. Исключением являются жилые формы, которые всю свою жизнь проводят в пресной воде.

Молодь лососевых рыб или сразу скатывается в море и в другие водоемы для нагула, или задерживается в реках от нескольких месяцев до нескольких (3-5) лет. Рыбы, достигшие половой зрелости, возвращаются в реки для нереста.

**Атлантический лосось — семга (*Salmo salar* L.)** — проходная, холодноводная рыба с высоким темпом роста, обитающая в северной части Атлантического океана. В России она распространена в реках бассейнов Балтийского, Баренцева и Белого морей. Восточная граница ареала — река Кара. В больших озерах образует особую пресноводную форму.

Тело семги серебристое, покрытое выше боковой линии темными Х-образными пятнами, достигает в длину 1,5 м. В естественной среде обитания она представлена двумя расами — озимой (мелкая — листопадка, крупная — осенняя, или заледка) и яровой (крупная — закройка, или межень, мелкая — тинда, или синюшка). Яровая семга созревает в возрасте 3-4 лет и нерестится в том же году, в котором входит в реки. Озимая форма созревает на 1 или 2 года позже яровой и идет на нерест с недоразвитыми половыми продуктами, а нерестится на следующий год.

В северных районах семга нерестится в сентябре-октябре, в южных — в ноябре-декабре. В нересте участвуют карликовые самцы. Самка делает гнездо до 2-3 м длиной и закапывает оплодотворенную икру. Плодовитость варьирует от 10 тыс. до 22 тыс. икринок. Инкубационный период длится в среднем 180 суток. Часть производителей после нереста гибнет, выжившие скатываются в море и вновь возвращаются на нерест в следующем сезоне или через год. Известны случаи повторного нереста до 5 раз.

Выклев личинок происходит в конце апреля — начале мая. В реке молодь обычно живет 2-3 года, в редких случаях до 5 лет. Скат в море происходит весной, после ледохода. В реки на нерест семга возвращается после 2-3-летнего нагула в море. В морской период жизни основным объектом питания семги является рыба, в реках половозрелые особи не питаются.

Основными производителями семги в мире являются: Норвегия (поставляет на международный рынок 43% товарной продукции семги), Чили — 26% и Англия — 13%. Товарное выращивание семги в России еще не получило широкого развития, однако хорошо отработана технология выращивания молоди на специализированных рыбоводных заводах для выпуска в естественную среду обитания. Оптимальная температура для роста молоди 10-14°C. Годовики семги достигают массы 9-13 г, двухгодовики — 110-130 г, трехгодовики — 400-600 г, четырехгодовики — 850-1100 г, пятигодовики — 1400-1600 г.

**Пресноводный лосось (*Salmo salar morpha sebago* Gir.)** — это жилая пресноводная форма атлантического лосося, обитающая в крупных озерах северо-запада Российской Федерации (Онежском, Ладожском, Янисъярви,

Выгозере, Сегозере и др.). В отличие от семги он не уходит в море, а нагуливается в пресных водоемах и нерестится во впадающих в них реках.

Карелия является восточной границей распространения пресноводного лосося.

У взрослых рыб спина зеленоватая или голубая, бока серебристые, брюхо белое. Пятна на теле X-образной формы. Ниже боковой линии пятен нет или их очень мало.

Половозрелым лосось становится на 4-8-м годах жизни. Обычно его нерестовая миграция начинается в мае и с различной интенсивностью продолжается до октября. Нерест происходит в октябре в реках с гравийно-галечными грунтами при температуре воды 2-6°C. Плодовитость лосося неодинакова (от 2,7 тыс. до 24 тыс. икринок) и зависит от его размеров. Выклев личинок начинается весной, чаще всего в апреле — начале мая, когда температура воды достигает 3-4,5°C, и нередко продолжается в течение 2-3 недель.

Выклюнувшиеся личинки длиной 17,8 мм и массой 34,7 мг (без учета желточного мешка) первое время держатся в буграх, питаясь за счет запасов желточного мешка. В начале смешанного питания (через 20-25 суток) они выходят из бугров и скрываются в укрытиях под камнями. Переход на внешнее питание (в основном хирономидами) происходит в среднем через 22-27 суток. По мере роста спектр питания молоди расширяется, и уже через 2 месяца молодь активно использует в пищу зоопланктон, ручейников и хирономид. В реке молодь живет от 2 до 4 лет, затем скатывается в озеро. Продолжительность жизни в озере у лосося колеблется от 1 года до 9 лет.

По темпу роста пресноводный лосось весьма близок к морским формам атлантического лосося. Среднегодовой прирост лосося в озере составляет 0,9-1,2 кг. В условиях садкового хозяйства за 4 года выращивания лосось достигает массы тела 1,5-2,0 кг.

Пресноводного лосося активно используют в нагульном рыбоводстве. Его разводят в озерах Вологодской, Ленинградской, Мурманской и других северо-западных областях России. Это довольно перспективный объект рыбоводства.

**Кумжа** (*Salmo trutta* L.) образует проходную и пресноводную формы. В России обитает в бассейнах Баренцева, Белого, Балтийского, Черного и Каспийского морей. Тело выше и ниже боковой линии покрыто черными пятнышками, которые имеют светлый ореол. На боках есть красные пятна. Обычные размеры кумжи — до 30-70 см длины и 1-5 кг массы.

Наибольший интерес для рыбоводства представляет проходная форма каспийской и черноморской кумжи, технология выращивания которых такая же, как и у форели.

*Каспийская кумжа* живет в море от одного года до четырех лет, достигая длины 50-70 см и массы 3-4 кг. Для размножения входит в те же реки, что и семга, но начало хода наблюдается несколько позднее, чем у семги (в августе-сентябре). Нерест происходит осенью — в октябре-ноябре,

икра довольно крупная, до 5 мм. Рабочая плодовитость около 3-4 тыс. икринок, у элитных экземпляров — до 10 тыс. При температуре воды 5°C развитие эмбрионов длится 120-150 суток. Массовый выклев приходится на февраль- март. Оптимальная температура воды для роста молоди — 8-13°C. Интенсивный рост ее происходит на 3-м году жизни при массе 600-800 г.

*Черноморская кумжа* в море нагуливается 2-3 года, половой зрелости достигает в 4-летнем возрасте. Нерестится с марта по июль, рабочая плодовитость 4-6,5 тыс. икринок. При температуре воды 9-10°C развитие эмбрионов длится 4750 дней. Дает превосходные результаты при выращивании в морской воде: на 2-м году жизни достигает массы 1 кг, на 3-м — 1,5-2 кг.

В целом же кумжа растет медленнее, чем семга. Она высоко ценится как пищевой продукт и является перспективным объектом индустриального рыбоводства.

**Радужная форель** (*Parasalmo mykiss Walb.*) распространена главным образом в водоемах Камчатки, единично встречается в водоемах материкового побережья Охотского моря, в Амурском лимане к югу от устья Амура и на Командорских островах. В Америке вид известен от Аляски до Калифорнии.

Окраска взрослых особей форели серебристая, на теле и плавниках много мелких черных пятен. В нерестовый период самцы темнее самок. Вдоль боковой линии у них проходит яркая, заходящая на жаберные крышки красная полоса радужных оттенков, за что форель и получила свое название. У самок полоса светлее. Они отличаются от самцов большими размерами и округлой головой. У самцов нижняя челюсть слегка изгибается вверх.

Радужная форель — холодноводная рыба, предпочитает прозрачные воды с высоким содержанием кислорода (911 мг/л). Оптимальная температура для выращивания — 14-18°C, а крайние пределы шире: от 0,1-0,5°C до 23-25°C. При температуре выше 20°C форель чувствует себя угнетенно, а при 29-30°C погибает. В то же время форель устойчива к солености воды: личинки и мальки адаптируются к солености 5-8‰, сеголетки — 12-14‰, годовики — 20-25‰, а двухлетки и старше — 30-35%.

Половой зрелости радужная форель достигает в возрасте 2-3 лет (самцы) и 3-4 лет (самки). Нерестится обычно весной (в апреле-мае) при температуре воды от 4 до 11°C. Однако в зависимости от условий обитания нерест форели может быть более растянут.

При регулировании условий размножения экологическим методом в искусственных условиях продолжительность нерестового периода можно сократить до нескольких недель. Однако потомство можно получать не более 2 раз в год. В северном регионе икру от радужной форели чаще всего получают в январе-марте, что к началу вегетационного периода позволяет иметь полноценный посадочный материал.

Величина икринок и плодовитость радужной форели варьируют в зависимости от возраста и размеров самок. Икра у нее оранжево-желтая, диаметр икринок колеблется от 3,0 до 5,3 мм, плодовитость — от 1300 до 4200 икринок. На каждый килограмм живого веса обычно приходится 1300-2000 икринок. Продолжительность эмбрионального развития зависит от температуры воды и колеблется от 28 до 86 дней. При температуре воды 7,5-8,9°C продолжительность эмбриогенеза равняется 45-50 суткам, выклев личинок в нормальных условиях продолжается не более 5-6 суток. Выклюнувшиеся личинки неактивны и большую часть времени проводят на дне бассейнов. Масса тела при выкле- ве колеблется в пределах 38-60 мг (с желточным мешком), общая длина — 12,2-16,1 мм. Желточный мешок составляет около 76% от общего веса личинки.

Масса радужной форели в искусственных условиях выращивания на 1-м году жизни (сеголетки — осенью) может достигать от 50 до 180 г, годовиков — 100-200 г, двухгодо- виков— 1200-1500, трехгодовиков— 2000-2500 г, четы- рехгодовиков — 3000-4500 г.

Радужная форель является традиционной формой культивирования во всех странах мира, и благодаря своей пластичности и достаточно быстрому росту она используется в качестве объекта как холодноводного, так и тепловодного рыбоводства. Особенно хорошие результаты получены при выращивании радужной форели в садках.

Лидерами на рынке радужной форели считаются Чили и Норвегия, производящие ежегодно 72,5% от мирового объема. Большой опыт по выращиванию форели имеют Скандинавские страны (Норвегия, Финляндия, Швеция и Дания), поставляющие на мировой рынок около 17,5% товарной рыбы.

В Россию радужная форель была завезена из Европы в 60-е годы XIX в. и к настоящему времени стала одним из массовых объектов разведения в искусственных условиях.

В настоящее время ее производство приближается к 20 тыс. т в год, что составляет 5% от мирового уровня, который к 2008 г. достиг 200 тыс. т.

В настоящее время на рыбоводных предприятиях нашей страны широко разводятся следующие породы форели: Рофор, Адлер, Росталь, Камлоопс, Дональдсона, Золотистая.

**Лосось стальноголовый** (*Oncorhynchus mykiss* Walb.) — мигрирующая в море форма форели. Распространена вдоль всего тихоокеанского берега США, от реки Вентура до реки Скагуэй на Аляске, поднимаясь до водопада Шошон и озера Кемплупс. Впервые была завезена из США в Россию (Чернореченское форелевое хозяйство) в 1965 г. Селекция сталь- ноголового лосося проводилась в направлении создания бы- строрастущей, высокоплодовитой и ранненерестующей породы.

Имеет типичную форму тела, размер головы небольшой, хвостовой плавник слегка вогнут. Чешуя мелкая. Окраска зависит от условий обитания. Спина сверху серо-коричневая, а брюшко серебристо-белое, на боку тянется

четкая радужная полоса. Выше боковой линии имеются темные пятна. Самцы во время нереста бывают ярко-серебристого цвета.

Обитает в тех же условиях, что и радужная форель, однако более устойчив к высокой температуре, легче переносит неблагоприятные условия обитания. Оптимальная температура выращивания — 12-15°C. Отличается особенно быстрым темпом роста в морской воде и может достигать веса 7-10 кг за три года пребывания в ней. Созревает в возрасте 2-3 лет, нерестится в декабре-феврале, рабочая плодовитость 2,7 тыс. икринок (средняя масса икринки — 51 мг). В естественных условиях икра инкубируется при температуре 2-4°C в течение 3 месяцев. В промышленных условиях сроки инкубации могут быть сокращены до 16-18 суток за счет подъема температуры воды в инкубационных аппаратах до 17-18°C.

Стальноголовый лосось является одним из основных объектов промышленного рыбоводства в странах Северной Европы, лидирующее положение среди которых занимает Норвегия, поставляющая на мировой рынок 55% товарного лосося.

**Горбуша** (*Oncorhynchus gorbusha* Walb.) относится к роду тихоокеанских лососей. Распространена широко: по американскому берегу входит во все реки, заходит в Северный Ледовитый океан, по азиатскому берегу Тихого океана нерестится в реках, впадающих в Берингово и Охотское моря, встречается в водоемах Командорских и Курильских островов, Сахалина и Хоккайдо. Акклиматизирована в бассейне Белого моря.

Горбуша — это мелкий быстрорастущий лосось. Обычные размеры — 32-64 см (до 68 см), масса — 1,4-2,3 кг (до 3 кг). Распространена в северной части Тихого океана, редко встречается в водах Северного Ледовитого океана, акклиматизирована в Белом и Баренцевом морях. Созревает в 2 года, размножается с конца июня до конца сентября на перекатах с галечно-песчаными грунтами и быстрым течением. Нерест порционный, проходит при температуре воды 10-12°C, после нереста рыба погибает. Плодовитость — 8002400 икринок с диаметром 6 мм и более. Личинки выклеваются весной и в мае-июне на этапе малька скатываются в море. Первое время они держатся в предустьевых акваториях, питаются личинками насекомых и ракообразными. В море взрослые особи питаются ракообразными и рыбой.

В начале XX в. горбушу стали разводить в США и Японии с целью восстановления естественных популяций. В северных районах России горбуша является объектом пастбищного рыбоводства, где ежегодно на рыбоводных заводах подращивается и выпускается в водоемы 800 млн мальков. В настоящее время воспроизводство горбуши в Мировом океане за счет искусственного выращивания молоди составляет 268 тыс. т в год.

Технология выращивания молоди горбуши хорошо отработана. Производителей заготавливают в естественных условиях, после чего выдерживают в русловых садках до полного созревания половых продуктов. Самцов и самок содержат вместе. Полученную икру оплодотворяют сухим русским способом и перевозят на рыбоводные заводы для инкубации.



Инкубация икры проводится в лотковых аппаратах *вертикального* и *горизонтального* типа при температуре воды от 0,2 до 10°C. Период инкубации у горбуши длится 47-114 дней. Молодь подращивают в течение одного сезона при температуре воды 7-12°C, а затем выпускают в реки.

Горбуша является перспективным объектом садкового рыбоводства. Выращивание товарной рыбы может быть эффективно при температуре воды до 16°C летом и до 6-8°C зимой при солености воды 26-31%. В конце 1990-х годов в Карелии на Белом море (Чупинская губа) были проведены первые успешные опыты по выращиванию товарной горбуши в садках.

**Кижуч** (*Oncorhynchus kisutch* Walb.), как и горбуша, относится к роду тихоокеанских лососей. Это проходная хищная рыба, обитающая в водах Тихого океана. Входит в реки по азиатскому побережью, встречается на Камчатке и реках Охотского побережья. Образует озерные жилые формы.

От других лососей кижуч отличается ярко-серебристым цветом чешуи (отсюда японское и американское название — «серебряный лосось» и наше старое — «белая рыба»). В длину достигает 84 см, средний размер особей — 60 см. Его масса колеблется от 4 до 6 кг.

В реки кижуч входит позднее других тихоокеанских лососей и нерестится с начала сентября до середины марта при температуре воды 1-8°C, часто подо льдом. Половозрелым становится в возрасте 3-4 лет, озерные формы — в 4 года. Некоторые самцы — даже в возрасте 2 лет (те, что живут в реке). Они образуют карликовые формы кижуча, которые имеют важное значение во время нереста.

Нерестилища располагаются от устьев рек до верховьев. В озерах кижуч не нерестится. Одна самка откладывает икру в 3-4 гнезда. Средняя плодовитость кижуча — 2,5-4,5 тыс. икринок. Икра сравнительно некрупная, ее диаметр — 4,5 мм. После нереста рыбы погибают.

Выклев личинок происходит через 86-100 дней в зависимости от температуры воды. Молодь живет в притоках, озерах и реках от 1 до 3 лет. В это время она питается насекомыми и их личинками, иногда икрой других рыб. Основная ее масса скатывается в море для нагула в июне-августе на 2-м году жизни (реже на 3-м или 4-м). В море кижуч проводит более 1 года. Зимует при температуре воды от 5 до 10°C. Это самый теплолюбивый вид среди тихоокеанских лососей.

Кижуч является объектом пастбищного и товарного рыбоводства. Мировой объем производства товарной рыбы составляет около 110 тыс. т в год, основным поставщиком является Чили (90% от общего объема). В небольших количествах кижуч выращивается в Японии, Канаде и США. Как и горбуша, он представляет большой интерес для садкового разведения в морской воде. К настоящему времени разработана технология выращивания его молоди в бассейнах и садках.

**Чавыча** (*Oncorhynchus tshawytscha* Walb.) — самая крупная рыба среди тихоокеанских лососей. Обитает в северной части Тихого океана: у

берегов Северной Америки — от Аляски до Калифорнии; у берегов Азии — от р. Анадырь до Амурского лимана.

Чешуя серебристая, спинной и хвостовой плавники покрыты мелкими черными пятнышками, на нижней стороне головы имеется характерное черное пятно. Во время нереста самцы чернеют и приобретают красные пятна.

Чавыча — проходной вид с быстрым темпом роста. В море живет 4-7 лет, является довольно холодолюбивой рыбой. Нерестится в мае-июне при температуре воды 10-16°C в возрасте 4-7 лет и старше. Есть карликовые самцы, созревающие в возрасте 2 лет. Икринки до 10 мм в диаметре закапываются рыбами в крупные гнезда. После нереста рыбы погибают. Молодь остается в пресной воде 1 или 2 года, но часть рыб, подобно кете и горбуше, может скатываться в море сразу после выхода из гнезд.

В США и Канаде чавыча является объектом нагульного рыбоводства, искусственно разводится на Сахалине. Основными поставщиками товарной чавычи на мировой рынок являются Канада и Новая Зеландия.

**Паляя** (*Salvelinus lepechini* Gm.) — является представителем рода арктических гольцов, который относится к семейству лососевых. Распространена в озерах Швеции, Финляндии, Южной Норвегии и России. В Карелии обитает в Ладожском и Онежском озерах и ряде других крупных и средних водоемов — Топозере, Пяозере, Сегозере и др.

От всех видов этого рода она отличается яркой окраской, крупной головой и выпуклым лбом. Паляя ведет преимущественно озерный образ жизни, в реках встречается крайне редко. Достигает длины 75 см, массы тела 6-7 и даже до 9,5 кг, живет до 20 лет. Образует две формы: сравнительно мелководная лудная паляя (красная) и более глубоководная крупная кряжевая паляя (ямная, или серая). По характеру питания — эврифаг, поедающий рыбу (ряпушку, корюшку, колюшку), а также бокоплавов, моллюсков, воздушных и водных насекомых (личинок и куколок хирономид, ручейников, поденок, веснянок).

В отличие от других лососевых рыб, которые на нерест идут в реки, паляя размножается в том же озере, где и нагуливается, предпочитая в качестве нерестилищ прибрежные отмели или луды с песчано-каменистыми грунтами. Половая зрелость у палии наступает на 4-м году жизни, но основная масса особей становится половозрелой в возрасте 5 лет. Нерест не ежегодный, рыбы могут пропускать от 1 до 3 лет. Обычно нерест палии начинается уже во второй половине сентября при температуре воды 9-10°C, а заканчивается в ноябре при снижении температуры воды до 6°C. Плодовитость невелика: в среднем 3-4,5 тыс. икринок. Икра желтого цвета, диаметром 3,0-3,5 мм. Эмбриональное развитие продолжается на протяжении всей зимы. Выклюнувшиеся весной личинки в течение 25-30 дней питаются запасами желточного мешка, затем переходят на активное питание.

Молодь поедает в основном донных ракообразных и личинок насекомых и уже на 2-м году жизни переходит на питание рыбой.

В настоящее время в Скандинавских странах широко используются технологии выращивания молоди палии в условиях рыбоводных заводов с целью пополнения и восстановления естественных популяций. Учеными России сформированы маточные стада и ведется селекция по созданию пород палии, устойчивых к разным условиям обитания, разработаны методики товарного выращивания. Она может стать перспективным объектом садкового и озерного рыбоводства для Карелии, Мурманской, Архангельской и Ленинградской областей.

### **Сиговые**

Сиговые — объекты выращивания в естественных и искусственных водоемах северо-запада и центра европейской части России, Сибири и Крайнего Севера. К ним относятся представители проходных, полупроходных и жилых форм. Более перспективными для рыбоводства являются полупроходные формы сигов, не совершающие длительных миграций, а по характеру питания относящиеся к хищникам, рыбам со смешанным типом питания или к бентофагам. Различные формы сигов характеризуются большой изменчивостью по внешнему строению, поведению и ряду других показателей.

Сиги, как и большинство лососевых, относятся к холодноводным видам рыб. Нерестятся поздней осенью или даже ранней зимой, а их личинки выклеваются из икры весной и на 3-5-е сутки начинают активно питаться. В первый вегетационный сезон различные формы сигов достигают веса 40-100 г, при дальнейшем развитии скорость роста у них сохраняется высокой (см. вклейку, ил. 3).

**Сиг обыкновенный** (*Coregonus lavaretus* L.) — типичный представитель семейства сиговых. Распространен почти во всех водоемах бассейна Северного Ледовитого океана — от Баренцева и Белого морей до Чукотки, а также в бассейне Балтийского моря, в Западной Европе — в водоемах Великобритании, Скандинавии и других стран.

Это полиморфный вид, отличающийся большим разнообразием экологических форм. Встречаются проходные, речные и озерные сиги. В больших озерах они подразделяются на прибрежных, глубоководных и пелагических с разным типом питания — от типичных планктофагов до бентофагов и даже хищников. Средняя длина сигов варьирует от 10-15 см у мелких форм до 30-60 см у крупных. Полупроходные и озерные сиги часто достигают крупного размера (до 68 см и массы 1-2 кг), максимальная масса сига — 12 кг.

Тело сигов серебристое с темной спинкой, плавники могут быть темными, иногда даже черными. Брачный наряд в виде эпителиальных бугорков ярче проявляется у самцов.

Живут до 15-20 лет, половой зрелости чаще всего достигают в возрасте 4-6 лет, причем малотычинковые формы созревают позднее, чем многотычинковые.

Икрометание у сига происходит в осенне-зимний период, начинается при температуре воды ниже 4-6°C. Плодовитость зависит от размеров рыб и колеблется от 4 тыс. до 80 тыс. икринок, чаще— 20-30 тыс. Инкубационный период длится всю зиму, до таянья льда, и занимает в среднем от 185 до 210 суток. Выклев личинок происходит в мае.

Для вида описаны более 30 подвигов, но в последнее время их число в России сокращено до 6: волховский сиг, бауновский сиг (весенний нерест), европейский сиг, чудской сиг, многотычинковый сиг, сиг-пыжьян, или сибирский сиг.

Перечисленные выше систематические группы сига обыкновенного являются объектами прудового и пастбищного (нагульного) озерного рыбоводства. Многих из них выращивают в поликультуре с другими ценными видами рыб. Для них уже давно отработаны технологии получения половозрелых особей, инкубации икры, подращивания молоди и выращивания товарной рыбы.

**Чудской сиг** (*Coregonus lavaretus maraenoides Poljakow*) обитает в Псковском и Чудском озерах, расселен в более чем 150 водоемах. Характеризуется достаточно быстрым темпом роста, хорошо приживается в малых озерах и даже в эфтрофирующихся водоемах, но очень требователен к кислородному режиму.

Длина тела в среднем составляет 43,5-47,4 см, масса 1,031,31 кг, максимальные размеры — 60 см и 3,5 кг. Обычно у крупных особей передний край нижней челюсти слегка выдается за верхнюю челюсть. Рыло почти вертикально усеченное, но нередко рыбы со скошенной назад или вперед вершинной площадкой. Половозрелым чудской сиг становится в возрасте 4-6 лет. Плодовитость колеблется от 16,5 тыс. до 82,5 тыс. икринок. Нерестится в конце ноября — начале декабря при температуре воды ниже 4°C. Нерестилища расположены в прибрежных участках озер с каменистыми грунтами. Личинки выклеваются ранней весной (в конце марта — начале апреля). Молодь, как и у других видов сига, питается зоопланктоном, личинками хирономид и других насекомых. Взрослый сиг потребляет в качестве пищи как планктонных ракообразных, так и личинок насекомых, икру и даже мелких рыб.

Чудской сиг образует гибридные формы с пелядью, которые характеризуются более высоким темпом роста. Средняя масса гибридов в возрасте 1+ составляет 390, 2+ — 580, 3+ — 950 г. Они выдерживают повышение температуры воды до 28°C при содержании растворенного в воде кислорода 5-6 мг/л, оптимальный температурный режим — 15-20°C, содержание кислорода в воде — 8-10 мг/л.

Чудской сиг является объектом прудового и пастбищного (нагульного) озерного рыбоводства. Технология получения половозрелых особей,

инкубации икры и подращивания молоди во многом сходна с другими сига́ми и уже давно отработана.

**Пыжьян** (*Coregonus lavaretus pidschian Gm.*) широко распространен в бассейне Северного Ледовитого океана. Западная граница его ареала в России совпадает с государственной, восточная проходит в бассейне реки Анадырь. На юге пыжьян распространен до монгольских озер. Обитая в различных климатических зонах, образует многочисленные местные формы.

Пыжьян относится к холодноводным видам рыб. Имеет удлиненное, уплощенное с боков тело, маленькую голову с вытянутым рылом и полунижним ртом. Спина очень круто поднимается вверх сразу за головой. Тело пыжьяна серебристо-белое, спина и плавники темно-серые. Половозрелым в основном становится в возрасте 4-5 лет, а некоторые его формы созревают на 7-8-м году жизни. Плодовитость пыжьяна колеблется от 3 тыс. до 120 тыс. икринок. Размножается в реках. Нерест его весьма растянут и обычно продолжается с сентября до февраля при температуре воды ниже 4°C. Икра откладывается на песчаные и галечно-каменистые грунты на глубине до 2 м. Эмбриональное развитие продолжается от 2 до 4 месяцев. Личинки выклеваются в конце апреля — первой половине мая и через 6-10 дней начинают активно питаться мелкими формами планктона, по мере роста переходя на более крупные организмы. Во взрослом состоянии, являясь бентофагом, предпочитает хирономид, моллюсков и малощетинковых червей. У крупных форм в рационе нередко встречается молодь других рыб.

Темп роста у разных форм пыжьяна в зависимости от условий обитания значительно колеблется. Так, масса тела двухлетков изменяется в пределах 14-36 г, четырехлетков — 74-274 г, шестилетков — 169-556 г. Высокая пластичность пыжьяна к условиям среды может дать хорошие результаты при прудовом и озерном товарном рыбоводстве.

**Муксун** (*Coregonus mucksun Pall.*) — полупроходной сиг, нагуливающийся в опресненных прибрежных водах Северного Ледовитого океана, выдерживает соленость 6-8‰ и даже выше. Широко распространен в бассейнах северных рек Сибири. Муксун созревает в возрасте 5-7 лет. На нерест заходит в реки летом (июль-август), нерестилищ достигает в октябре-ноябре. Нерестится на перекатах или плесах с галечно-гравийным или песочным дном при температуре воды 1-2°C. Отмечена двухлетняя периодичность полового цикла.

Имеет удлиненное, сжатое с боков тело, которое за головой круто поднимается вверх, с плотно сидящей циклоидной чешуей. Рот полунижний, рыло вытянутое, широкое. Окраска тела типичная, как у всех сиговых рыб: спина темная, бока серебристые и брюшко светлое. Плодовитость муксуна колеблется от 9 тыс. до 167 тыс., в среднем 40-60 тыс. икринок. Развитие эмбрионов продолжается 150-180 суток, массовый выклев личинок приходится на апрель при температуре воды 3-3,5°C. Размеры личинок колеблются от 4,5 до 6,3 мм при массе тела 4-5 мг. После выклева личинки

пассивно скатываются в устьевые участки рек и при достижении длины тела 44-65 мм начинают активно питаться. Основу питания молоди составляет рачковый зоопланктон, в меньшей степени — придонные ракообразные и бентос (моллюски, полихеты, личинки насекомых), придонные мизиды и бокоплавы.

Спектр питания взрослых рыб очень широкий: мизиды, гаммарусы, моллюски, личинки хирономид, пиявки, водяные жуки и даже детрит. Зимой муксун питается преимущественно зоопланктоном, летом в питании преобладают представители бентоса. Средняя масса муксуна колеблется около 1-1,8 кг.

С 1965 г. муксуна выращивают в водоемах северо-запада России, Урала и западной части Сибири. В благоприятных условиях рыбы старших возрастов дают за год привес 500-700 г. Является перспективным объектом прудового и озерного товарного рыбоводства, как в монокультуре, так и поликультуре. В настоящее время разработаны технологии его выращивания в садках.

**Пелядь** (*Coregonus peled* Gm.) — пресноводная рыба, образует озерные и полупроходные формы. Обитает в реках и озерах европейского севера, северо-запада, центральных районов России и Сибири, а также в водоемах Прибалтики и Белоруссии. За счет акклиматизационных работ была заселена в озера Германии, Польши, Венгрии, Финляндии и Монголии.

Пелядь — раносозревающий планктофаг, обладающий хорошим темпом роста, высокой адаптационной пластичностью.

Это крупная рыба длиной до 45-55 см, массой 2,5-3 кг. Половой зрелости достигает в возрасте 2-3 лет, плодовитость колеблется от 3,5 тыс. до 85 тыс. икринок. Нерест полупроходных форм пеляди обычно проходит в сентябре-октябре при температуре воды ниже 5°C. Озерная форма нерестится подо льдом или перед ледоставом при температуре воды 0,1- 2,0°C. Эмбриогенез протекает при температуре 0,1-5,0°C, температура 7-8°C составляет верхний порог развития. Личинки выклеваются весной (в конце апреля — начале мая) и имеют длину 8-11 мм. Мальки и взрослая рыба питаются в основном планктоном.

Пелядь обладает хорошей экологической пластичностью. Оптимальный температурный режим для нее 15-20°C, достаточно легко переносит снижение содержания кислорода до 2,5-3,0 мг/л и солености до 6-10‰. Растет быстро: в высококормных водоемах сеголетки достигают массы 80-100 г, двухлетки — 450-500 г, трехлетки — 700-1000 г.

Является одним из ценных объектов озерного и прудового рыбоводства как при выращивании в монокультуре, так и в поликультуре.

**Ряпушка** (*Coregonus albula* L.) — наиболее массовый холодолюбивый вид. Широко распространена в озерах и озерно-речных системах бассейнов Балтийского и Белого морей, а также Северного Ледовитого океана.

Отличается тонкой чешуей, верхним ртом, причем нижняя челюсть выступает за передний край верхней. Тело вытянутое, серебристо-белое с более темной зеленоватого цвета спинкой. Подобно сигам ряпушка образует

ряд форм и почти в каждом водоеме имеет свои морфологические особенности.

Для рыбоводства чаще всего используют *европейскую ряпушку*, которая образует преимущественно озерные формы: крупную и мелкую. Для нее характерно сравнительно раннее созревание на 1-2-м году жизни и единовременный нерест. Нерест происходит в октябре-ноябре, при температуре воды 2-6°C. Средняя рабочая плодовитость составляет 10 тыс. икринок, а у крупных форм — 18-50 тыс. икринок. Выклев личинок происходит в апреле-мае. Молодь питается коловратками, а взрослая рыба — зоопланктоном.

По сравнению с пелядью ряпушка растет медленнее, но, несмотря на это, может иметь большое значение в озерном рыбоводстве как второй планктофаг в поликультуре. Ее мелкая форма в течение 1-2 сезонов достигает размеров взрослой особи — длины 10-15 см и массы 10-20 г. Сеголетки крупной формы достигают длины 10-14 см и массы 8-23 г, двухлетки — 14-23 см и массы 27-163 г, а четырехгодовики — 150-300 г при длине 22-28 см.

Основные технологические приемы получения и инкубации икры ряпушки такие же, как и для всех сиговых. Крупные формы ряпушки, такие как ладожский рипус и онежский килец, которые могут достигать массы тела до 1,2 кг, используют как объекты пастбищного рыбоводства, для пополнения и восстановления естественных популяций ряпушки и акклиматизации в других водоемах. Получены хорошие результаты по вселению рипуса в водохранилища и разведению в прудовых хозяйствах Московской и Свердловской областей.

**Омуль** (*Coregonus autumnalis Pall.*) — полупроходная рыба. Обитает в бассейне Северного Ледовитого океана и в реках Сибири. Из всех сиговых занимает наиболее северные районы, выдерживает соленость воды до 20-22‰, временами заходит в воды с более высокой соленостью.

Для целей рыбоводства наиболее перспективным объектом является холодноводный вид — *байкальский омуль*. Окраска его спины варьирует от коричневой до зеленой, брюшко и бока серебристые. Достигает массы 3 кг. Созревает на 4-6-м году жизни, самцы на год раньше самок. Плодовитость колеблется в пределах от 8 тыс. до 40 тыс. икринок, средняя — 23 тыс. икринок, диаметр икры около 2,0-2,5 мм. Нерестится в начале октября при температуре воды 2-3°C. Период эмбрионального развития равен 190-210 дней. Личинки выклевываются в апреле. Взрослая рыба питается планктонными ракообразными, бентосом, воздушными насекомыми и икрой.

В России байкальского омуля разводят с 1920 г. для пополнения естественных популяций. Ежегодный выпуск молоди в естественные условия обитания составляет около 3-3,5 млрд экземпляров. Он также может быть использован в качестве объекта выращивания в высококормных эфтрофных озерах. К настоящему времени разработана технология выращивания посадочного материала омуля и создания маточных стад в малых озерах.

**Чир** (*Coregonus nasus* Pall.) — пресноводный вид, распространен в реках и озерах на севере Сибири, может обитать в опресненной воде заливов Северного Ледовитого океана.

Имеет прогонистое, мясистое, сжатое с боков тело. Голова маленькая, рот нижний. Чешуя плотная, крупная. Окраска спины темная, бока серебристые с золотистым оттенком. Во время нереста у самцов и самок на голове, теле и плавниках появляются эпителиальные бугорки, которые у самцов проявляются сильнее. У самок в период нереста первый луч грудного плавника становится эмалево-белым, в то время как остальные лучи остаются темными.

Относится к быстрорастущим рыбам, приспособившимся к короткому вегетационному периоду. Достигает размера 0,8 м, массы 16 кг, хотя в среднем весит 3-4 кг. Половой зрелости достигает на 6-8-м году жизни, в водоемах северо-запада — на 2-3 года раньше. Средняя плодовитость составляет 48 тыс. икринок, икра довольно крупная для сиговых — 3-4 мм в диаметре. Нерестится осенью, в октябре-ноябре, при температуре воды 0,1-2°C. Личинки выклеваются ранней весной. Молодь в первые месяцы питается планктоном, но быстро переходит на потребление донных организмов. Основными кормовыми объектами взрослого чира являются личинки хирономид и моллюски, придонные ракообразные. Взрослые рыбы исключительно эвритермны, выдерживают кратковременное повышение температуры даже до 30°C. Сеголетки достигают массы тела до 150 г, двухлетки — 500-600 г.

Благодаря высокому темпу роста и прекрасным вкусовым качествам чир является объектом разведения и интродукции в водоемы северо-западных районов России и в озера Сибири. Воспроизводство чира в искусственных условиях освоено слабо, однако, являясь бентофагом, он может стать перспективным объектом для разведения в прудах, озерах и водохранилищах северных районов страны.

**Карповые** — это самое богатое видами семейство пресноводных рыб, населяющих внутренние водоемы Европы, Азии, Африки и Северной Америки. Есть также и типичные полупроходные рыбы, которые нагуливаются в солоноватых водах Каспийского и Аральского морей, а на нерест идут в реки.

В основном карповые относятся к тепловодным видам, но успешно растут и при температуре воды 17-20°C. Представители семейства характеризуются большим морфо-экологическим разнообразием, их размеры колеблются от 6-8 см до 150 и даже до 180 см. Плодовитость высокая и изменяется в больших пределах (0,2-1,8 млн икринок).

Икра клейкая, прикрепляется к растительности. Многие виды откладывают икру на камнях и песке, а также в толще воды. Молодь питается зоопланктоном. Взрослые особи — зоопланктоном, зообентосом, рыбами, фитопланктоном и высшей водной растительностью. В холодное время года



почти или полностью прекращают питаться. Многие из них являются объектами разведения в нерестово-выростных хозяйствах (НВХ) и рыбопитомниках.

**Сазан, карп обыкновенный** (*Cyprinus carpio* L.). Сазан является природной формой карпа обыкновенного. Населяет пресные и солоноватые воды бассейнов Черного, Азовского, Каспийского, Средиземного, Северного и Балтийского морей. В настоящее время широко расселен в Азии, встречается даже на Камчатке, Сахалине и в бассейне озера Байкал. Прекрасно приспосабливается к жизни в водохранилищах и прудах. Образует полупроходные и жилые формы. Является ценной промысловой рыбой и объектом разведения в прудах. Численность в естественных водоемах поддерживается путем их зарыбления подращенной в нерестово-выростных хозяйствах молодь.

Растет быстро, темп роста зависит от условий откорма и температуры воды. Хорошо переносит недостаток растворенного в воде кислорода. Может достигать длины 100 см, массы — 16-32 кг. Средняя длина — 35-55 см, масса — 1-3 кг. Предельный возраст — 30 лет. Половой зрелости достигает в возрасте 2-5 лет при длине более 30 см. Нерест порционный, с конца апреля по август (в зависимости от широты), при температуре 16-20°C. Нерестится в прибрежных зарослях водной растительности, на глубине 0,5 м. Плодовитость — 0,1-1,8 млн икринок с диаметром 1,4-1,5 мм. Инкубационный период длится от 2,5 суток (при температуре воды 22-24°C) до 7,5 суток (17-18°C). Вылупившиеся личинки длиной 6,5-7,0 мм первое время висят, прикрепившись к растениям, затем начинают активно двигаться и питаться мелкими формами зоопланктона. Взрослые рыбы питаются моллюсками, растительностью, насекомыми и другими водными организмами.

*Карп* — один из самых распространенных объектов товарного рыбоводства в прудовых хозяйствах России, Западной Европы и Юго-Восточной Азии, является культурной формой сазана, обладает мясом высокого качества. Относится к группе теплолюбивых видов рыб с высокой экологической пластичностью. В термальных водах самцы могут созревать за 6 месяцев, в природных водоемах — на 5-6-м году жизни.

Сазан и *дикий дунайский карп* являются родоначальниками одомашненных форм карпа, которые отличаются относительной неприхотливостью к условиям обитания, всеядностью, быстрым ростом и жирностью. Среди них по форме тела различают высоко- и широкоспинных карпов, а в зависимости от чешуйчатого покрова — голых (без чешуи), чешуйчатых (с чешуей) и зеркальных (с разбросанным, рамчатым и линейным расположением чешуи).

В настоящее время выведено большое количество разнообразных пород и породных групп карпа, приспособленных к различным условиям выращивания. Существуют следующие породы — украинский чешуйчатый, украинский рамчатый, курский, ропшинский, белорусский; зеркальный мелкочешуйчатый и голый (галицийский или силезский); хлумецкий с

разбросанной чешуей; липницкий чешуйчатый, литомильский и крыжиталовский линейные карпы. Имеются несколько пород, выведенных для условий с продолжительным жарким летом и вегетационным сезоном длительностью почти 6 месяцев: ставропольская, селинская, румынская.

Для холодноводного садкового рыбоводства наиболее перспективными могут стать *ропшинский* и *белорусский карпы*. Порода ропшинского карпа была создана путем скрещивания в 1947 г. самки зеркального (разбросанного) карпа галицийского происхождения с самцом амурского сазана. Зимостойкая рыба может выращиваться в северо-западных областях Российской Федерации (Ленинградская, Новгородская, Псковская, юг Карелии). Приспособлена к размножению и росту в условиях продолжительной зимовки и прохладного короткого лета. Выживаемость после зимовки высокая. Отличается устойчивостью к дефициту кислорода и резкому перепаду температуры. Устойчива к краснухе, воспалению плавательного пузыря и паразитарным заболеваниям.

*Карпокарась* — межвидовой гибрид, полученный при скрещивании карпа с золотым карасем. Растет медленнее карпа, но быстрее карася. Менее требователен к кислороду, чем карп. Бесплоден. Выращивается в неспускных водоемах, непригодных к выращиванию карпа и других видов рыб. Отличается жирным и сладковатым мясом. Гибриды карпа — бентосоядные, питаются моллюсками, олигохетами и личинками хирономид. Хорошо усваивают корм растительного и животного происхождения, комбикорма. На 3-м году жизни достигают веса 1,5 кг и более.

**Лещ** (*Abramis brama* L.) — пресноводная рыба, распространена в Азии и в Европе от Пиренеев до Печоры. Акклиматизирован на Урале, в бассейне Оби и Иртыша, в Байкало-Ангарском бассейне. Обнаружены новые места обитания в Сибири. Обитает в стоячих и слабопроточных водоемах. Образует две формы — жилую и полупроходную. Полупроходная нагуливается в опресненных зонах морей, нерестится в низовьях рек.

Крупная рыба с высоким телом, сжатым с боков. Окраска у молодых особей — серо-серебристая, у рыб старших возрастов — коричневая с золотистым отливом. Достигает длины 75-80 см и массы — 6-9 кг, обычно 24-45 см, 0,5-1,5 кг. Живет до 20 лет, обычно 12-14 лет. Половозрелость наступает на юге в возрасте 3-4 лет, в северных районах — в 4-5 лет. Нерест на юге длится с конца апреля до начала июня, на севере — в мае-июне, при температуре воды 12-14°C. Плодовитость — 92-338 тыс. икринок; их диаметр 1,0-1,5 мм. Икра развивается 4-6 суток.

Типичный бентофаг. Питается донными беспозвоночными (бокоплавами, личинками хирономид, моллюсками, червями, ракообразными и др.). Крупный лещ может поедать молодь рыб. Ведет стайный образ жизни.

Является одним из основных объектов пресноводного промысла. Объект разведения.

В прудах и лиманах совместно с лещом нерестятся сазан, судак и тарань.

**Белый толстолобик** (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) — пресноводная растительноядная рыба. Обитает в реках Восточной Азии. Распространен в России, акклиматизирован в странах Азии и Европы. Вселен во многие водоемы России, как объект рыбоводства выращивается во многих прудах и водоемах-охладителях ГРЭС, ТЭЦ и АЭС.

В естественных условиях достигает 100 см и 16 кг. Предельный возраст — свыше 20 лет. Длина толстолобика в промысловых уловах на Амуре от 20 до 75 см, масса — от 120 г до 5,6 кг. Во многих южных водоемах (Средняя Азия) отмечен более высокий темп роста, чем в Амуре. Сеголетки достигают массы 20-35 г, товарные двухлетки — 150-700 г.

Особенность поведения — при резком шуме выпрыгивает из воды на высоту до 2 м.

Время половой зрелости определяется географической широтой водоема. В Индии и на Кубе созревает в возрасте 2 лет, в Амуре и водоемах Подмосковья — на 7-8-м году. Самцы созревают на год раньше самок. Нерестится при резких подъемах уровня воды, в начале июня — середине июля. Выметывает порционно (иногда одна порция) пелагическую икру. Плодовитость в среднем 500 тыс. икринок (максимально до 2 млн). Диаметр икринок — от 3,5 до 4,5 мм. Инкубационный период длится 3-4 суток. Питается фитопланктоном и детритом. На питание водорослями переходит, достигнув длины 1,5 см, но частично использует зоопланктон. Выращивается в прудах совместно с карпом и другими растительноядными рыбами.

**Пестрый толстолобик** (*Aristichthys nobilis* Rich.) обитает в реках Китая. В бассейн реки Амур попал в конце 1950-х гг. из китайских рыбхозов в результате наводнений. Широко распространился по Амuru. Акклиматизирован в Средней Азии и Европе.

Крупная рыба. По форме тела похожа на белого толстолобика, но отличается более крупной головой, шире посаженными глазами, менее высоким телом и более длинными грудными, брюшными плавниками и хвостовым стеблем.

Окраска более темная с темными пятнами по бокам тела. Достигает 146 см, 32 кг. В условиях Туркменистана достигает массы более 50 кг, а в 9 лет имеет массу около 14 кг. На Кубе отдельные экземпляры весили 60 кг. В условиях европейской части бывшего СССР в двухлетнем возрасте достигает 1,5 кг, в трехлетнем — 2,5 кг. Растет лучше белого толстолобика. Средняя масса двухлетков пестрого толстолобика при выращивании в прудах составляет 300-1000 г. Питается фито-, зоопланктоном, также детритом.

В разных водоемах созревает в разном возрасте. В Туркменистане половой зрелости достигает в возрасте 4 лет, в Молдавии — в 4-6 лет, в Индии — в 2 года, на Кубе — на 2-3-м году жизни, в Подмосковье — на 5-м году. Нерестится в русле рек, в периоды резкого подъема уровня воды (в нижних слоях воды), в конце мая. Абсолютная плодовитость в условиях Туркменистана — 629-922 тыс. икринок, в Молдавии — до 1 млн, максимальная — до 2 млн. Рабочая плодовитость — 500 тыс. Икра

придонно-пелагическая, выметывается порционно, развивается при температуре 17,5- 31°C. В естественных условиях (Сырдарья) образует гибриды с белым толстолобиком. В прудах не нерестится. Зрелых производителей получают путем гормональной стимуляции.

Ценная промысловая рыба. Перспективный объект акклиматизации, прудового и тепловодного выращивания. Как объект аквакультуры выращивается на теплых водах ГРЭС, АЭС, ТЭЦ.

**Белый амур** (*Ctenopharyngodon idella* Val.) распространен в Восточной Азии. В России встречается в среднем и нижнем течении Амура (вверх до Благовещенска), в устье Сунгари, Уссури и оз. Ханка. Интродуцирован в водоемы Европы, Азии и Северной Америки как объект рыбоводства. В 1960-1970-е гг. выпускался во многие водоемы России.

Белый амур — теплолюбивая рыба. Оптимальной является температура воды 20-30°C. По зимостойкости белый амур хорошо переносит условия зимнего содержания в центральных районах и на северо-западе европейской части России. Его можно выращивать на теплых водах ТЭЦ, ГРЭС и АЭС.

Тело удлиненное. По окраске напоминает сазана. Спина зеленовато- или желтовато-серая, бока темно-золотистые, брюхо светлее. По краю чешуй темная полоска. Спинной и хвостовой плавники темные, грудные и брюшные — более светлые. Радужина глаза золотистая. Достигает длины 1,2 м, массы 32 кг. Максимально может быть массой до 50 кг. Отличается быстрым ростом.

Половой зрелости достигает в возрасте 6-8 лет. В местах акклиматизации созревает раньше, в 3-5 лет. Нерестится в русле реки, в местах с турбулентным, быстрым течением, при температуре 26-30°C. Икрометание порционное, с апреля по август (реки Китая), с июня по июль (Амур), икра пелагическая. Диаметр икринки — 3,5-5,0 мм. Плодовитость — от 237 тыс. до 1686 тыс. икринок. Рабочая плодовитость в среднем 500 тыс. Развитие икринок длится 32-40 ч.

Молодь до 3 см поедает ракообразных и коловраток. Взрослые рыбы питаются в основном высшей водной растительностью (в том числе наземной), перетирая ее за зубренными глоточными зубами. Являясь биологическим мелиоратором, белый амур используется для борьбы с зарастаемостью водоемов высшей водной растительностью (оросительные каналы, пруды-охладители ТЭЦ, ГРЭС, АЭС и др.).

Ценная промысловая рыба, в водоемах вселения составляет большую часть в уловах. Белый амур — один из самых распространенных объектов рыбоводства в мире. В 2004 г., по данным ФАО, выращено 3,9 млн т белого амура.

В России с каждым годом возрастает производство белого амура. В 2006 г. выращено 4200 т. Белый амур внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, «Породы животных» (2001) под № 9357489. Выращивается в прудах и водохранилищах. Наряду с карпом это важнейший объект прудового рыбоводства.

Выращивается в поликультуре с карпом, белым и пестрым толстолобиками и другими рыбами. Сеголетки достигают массы 15-35 г, двухлетки — 300-1000 г. Рыбопродуктивность по белому амурю может достигать 50100 кг/га.

**Черный амур** (*Mylopharyngodon piceus Rich.*) распространен от бассейна Амура на севере до Южного Китая. Как объект рыбоводства вселялся в южные водоемы бывшего СССР. В России в естественных условиях нигде не прижился. Отмечен нерест в Амударье и Каракумском канале.

Тело удлинненное. Окраска очень темная, почти черная, брюхо несколько светлее. Все плавники темные. Достигает длины 1,2 м, массы 36 кг. Из водоемов вселения очень быстрым ростом характеризовался в Цимлянском водохранилище — более 18 кг. В КНР отдельные экземпляры черного амура достигают массы 70 кг. Живет более 13 лет. Половозрелым становится в возрасте 7-9 лет, при длине 75-80 см и массе 12-18 кг. Нерестится в июне при температуре 26- 30°C. Выметывает пелагическую икру, диаметр икринки — 4,4-5,2 мм. Плодовитость — 116-1800 тыс. икринок. Питается в основном моллюсками, раздавливая раковины мощными глоточными зубами. Незначительную роль в питании играют водные насекомые и креветки.

В бассейне Амура промыслового значения не имеет из-за редкости. В Китае — важный объект прудового рыбоводства и промысла в естественных водоемах. Как вид, находящийся на грани исчезновения в России, включен в Красную книгу РСФСР (1983) и Красную книгу Российской Федерации (2001).

**Золотой карась** (*Carassius carassius L.*). Распространен в мелких озерах Европы и Азии, до реки Лена. Обитает в реках бассейна Северного Ледовитого океана. На юге России есть в Западном Закавказье, Куме, Тереке, низовьях Волги. Встречается в Урале и Эмбе.

Живет в стоячих водоемах, заливах, старицах, в реках с замедленным течением. Выносит кислые воды, низкое содержание кислорода (0,5-0,6 мг/л), промерзание водоема до дна. На зиму закапывается в ил. Выживает и в сильно заболоченных водоемах.

Тело короткое, высокое, сжатое с боков, покрытое золотистого оттенка чешуей. Рот конечный, без усиков. Брюхо не пигментировано. Различают высокотелую и низкотелую формы, в зависимости от кормности водоема. Рыба средних размеров. Достигает длины 24 см, массы 500-600 г (максимально 45-50 см, 3-5 кг). Тугорослая рыба, но при благоприятных кормовых условиях растет быстрее. В прудах средней полосы длина годовика составляет 4,5 см, двухгодовика — 11 см, пятигодовика — 18,5 см. Половая зрелость наступает на 4-5-м году. Нерест порционный (до трех порций), в мае-июне, при температуре не ниже 17-18°C. Плодовитость— 137-207 тыс. икринок. Икру откладывает на растительность. Диаметр икринки — около 1 мм, цвет ярко- желтый. Инкубация длится 5-7 дней. Питается бентосом, детритом, частями водных растений. Интенсивно питается летом, зимой прекращает питаться.

Ценный объект промысла и рыборазведения. Особенно много золотого карася добывают в озерах Якутии.

**Серебряный карась** (*Carassius auratus* L.) благодаря искусственному разведению распространился по всему миру. Ареал охватывает Евразию и Америку. В России серебряный карась и его породы впервые появились в XVII в. и содержались в царских прудах.

Тело короткое, высокое, покрытое серебристой чешуей. Форма тела угловатая, а не округлая. Окраска спины темно-зеленая, бока и брюхо — серебристые. Имеет длинный спинной плавник, крупную чешую. Отмечают высокотелую и низкотелую формы. Достигает длины 45 см, массы 1 кг. Живет до 14-15 лет, обычно 7-10 лет. Половозрелым становится в 2-4 года. Плодовитость — 30-400 тыс. икринок. Нерест порционный, обычно в мае-июне, при температуре воды 20-23°C, в некоторых водоемах — при 14°C. Особенностью этого вида является то, что популяция часто состоит из одних самок, которые участвуют в нересте с самцами других видов карповых (сазан, золотой карась, линь). В потомстве получаются одни самки серебряного карася (гиногенез). Развитие икры длится 3-4 суток. Питается планктоном, детритом, водорослями, личинками насекомых, червями и другими беспозвоночными.

Высокая пищевая ценность мяса карася, его неприхотливость и высокая выживаемость делают его выгодным объектом прудового рыбоводства. Выращивается вместе с карпом в прудовых хозяйствах. Его сеголетки достигают массы 15-20 г, двухлетки — 150-170 г, трехлетки — 300-350 г. Устойчив к заболеваниям (краснухе, бронхиомикозу и др.).

**Шемая** (*Chalcalburnus chalcoides* Guld.) обитает в бассейнах Черного и Азовского морей. Каспийская шемая населяет юго-западную часть моря, в Северном Каспии встречается редко. После зарегулирования рек образовала жилые формы в ряде водохранилищ. В последние годы встречается в среднем течении Амударьи и в системе водоемов Каракумского канала. Исчезла из Нижней Камы и Средней Волги, в Самарской области не встречается с начала 1960-х гг.

Тело удлинненное, невысокое, сжатое с боков. Окраска тела — пелагическая. Спина темно-зеленая, с синеватым отливом. Все плавники серые, спинной и хвостовой плавники с темной оторочкой. Достигает длины 40 см, обычно 25 см и массы около 300 г.

Вид представлен проходными и жилыми формами. Черноморская шемая половой зрелости достигает в возрасте 2-3 лет. В Кубань идет с конца сентября и на протяжении всей зимы. В Южный Буг поднимается только весной. Нерест — с конца мая до конца июля в верховьях рек в ночное время на перекатах с галечным грунтом и быстрым течением на глубине 20-40 см, при температуре около 18°C. Плодовитость кубанской шемаи — 2,6-23,0 тыс. икринок. Диаметр икринки 1,3 мм, она с клейкой ворсинчатой оболочкой. Развитие — 2,5 суток. Личинки через 11 суток переходят на активное питание.

Каспийская шемая половозрелая в 3-летнем возрасте. На нерест идет в Волгу, Терек, Куру, Ленкоранку. Плодовитость — 10-55 тыс. икринок, у пресноводных форм — 1,52,5 тыс. Нерест порционный — длится до конца сентября, в реках Ирана — круглый год. Молодь в Куру может задерживаться до осени и частично даже зимует в реке. Аральская шемая живет и нерестится в море в прибрежной зоне. Питается зоопланктоном и молодью рыб.

Шемая — одна из наиболее ценных промысловых рыб Азово-Черноморья (особенно ее проходная форма). Снижение ее численности в Черноморском и Каспийском регионе вызвано гидростроительством, при котором были перекрыты миграционные нерестовые пути полупроходной шемаи. Зарегулирование стока Дона и Кубани вызвало осолонение ранее опресненных участков Азовского моря, что привело к сокращению нагульных площадей шемаи. Вид включен в Красную книгу МСОП и в число редких рыб Европы. Подвид черноморской шемаи включен в Красную книгу Российской Федерации (2001).

Шемая является ценным объектом рыбоводства. Выращивают товарную шемаю до 3-летнего возраста, которая может достигать 220 г массы и 24 см длины.

**Линь** (*Tinca tinca* L.) обитает в реках и озерах бассейнов Балтийского, Черного и Каспийского морей (до Урала и Эмбы). В европейской части бассейна Северного Ледовитого океана и Крыму отсутствует. Есть на Кавказе и в Закавказье. В Сибири — в бассейнах Оби, Енисея (кроме низовий) и озера Байкал. В Восточной Сибири является редким видом. Отмечен в Монголии (р. Булган). Повсеместно — объект промысла и любительского рыболовства. Но промысловое значение линя невелико.

Типичная донная рыба, обитает в стоячих водоемах с илистым дном, в реках — в заводях и затонах, заросших растительностью. Хорошо переносит низкое содержание кислорода в воде. Выдерживает длительное обсыхание и промерзание водоемов. Избегает водоемов с холодной водой, песчаным дном и течением.

Тело толстое, довольно высокое, толстый хвостовой стебель. Рот конечный, в углах его по короткому усика. Глаза маленькие, ярко-красные. Края всех плавников заметно закруглены.

Достигает длины 63 см и массы 7,5 кг, обычно 30 см и 1,5 кг. Живет до 10 лет и более. Созревает в возрасте 3-4 лет. Нерест порционный, с мая по июль, при температуре 19- 20°C. Плодовитость — 300-900 тыс. икринок. Диаметр икринки — 1 мм. Инкубационный период — 3-7 дней. Молодь питается планктоном, затем переходит на личинок хироно- мид, ракообразных, мелких моллюсков.

Линя выращивают в значительных количествах в тепловодных прудовых хозяйствах, так как он очень неприхотлив к качеству воды и может жить в прудах, которые непригодны для разведения карпа. Путем искусственного

подбора выведена форма *хромиста* — золотистый линь, довольно обычная в прудах Германии.

**Рыбец** (*Vimba vimba* L.) распространен в бассейнах Понто-Каспийском, Черного, Белого и Балтийского морей. Населяет как речные русла, так и озера, водохранилища и опресненные участки моря. Изначально полупроходная рыба (имелись озимые и яровые формы), рыбец образует и жилые популяции под воздействием изменений окружающей среды.

Тело умеренно высокое, сжатое с боков. На спине между спинным и хвостовым плавниками имеется хорошо выраженный киль, покрытый чешуей. Рот нижний, полулунной формы. За головой до спинного плавника имеется свободная от чешуи бороздка. На брюхе киль не покрыт чешуей. Окраска серебристая, перед нерестом темнеет, брюхо и нижние плавники краснеют, у самцов появляются белые бугорки на голове. Достигает длины 50 см и массы 3 кг. Максимальный возраст — 17 лет. Обычные размеры в уловах — 24-26 см, 250-350 г. Зимует в пресной воде, нерест проходит в реке на перекатах с галечным грунтом. Рыбец из Дона и Кубани становится половозрелым на 4-5-м году жизни. Нерест порционный, на каменистых грунтах, в мае-июне, при температуре 18-20°C. Плодовитость — от 34 тыс. до 128 тыс. икринок. Диаметр икринок — 1,3 мм. Инкубационный период длится 4-5 суток при температуре 14-16°C и 2-3 суток при 20-23°C. Полупроходной каспийский рыбец созревает в 3 года, порционный нерест в мае-июне в низовьях рек и озерах. Плодовитость — 22-28 тыс. икринок. Питается личинками насекомых, бокоплавами и моллюсками, иногда мелкой рыбой.

Промысловая ценная рыба. В последние годы численность повсеместно резко сократилась. Является объектом разведения. Есть опыт выращивания рыбака совместно с шемаей на Кубани.

#### Контрольные вопросы:

1. Какие экологические группы рыб вам известны? Охарактеризуйте их.
2. Какие формы осетровых наиболее целесообразно использовать в рыбоводстве?
3. Расскажите о биологических особенностях пресноводных видов осетровых.
4. Как можно подразделить осетровых по времени полового созревания, величине плодовитости и срокам нереста?
5. Изменяется ли скорость роста осетровых в онтогенезе? Если да, то каким образом?
6. Какие виды лососевых используются в рыбоводстве?
7. Расскажите о тихоокеанских лососевых, воспроизводимых на рыбоводных заводах.
8. Расскажите о радужной форели как объекте садкового рыбводства.



9. В чем особенности нерестовой миграции атлантического лосося?
10. Дайте характеристику основных представителей сиговых рыб.
11. Назовите сиговых, используемых в рыбоводстве, и дайте их характеристику.
12. Какие основные объекты рыбоводства среди карповых вам известны, чем они отличаются?
13. Назовите основные породы карпов.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Дайте характеристику окуневым, используемых в рыбоводстве (берш, судак).
2. Назовите представителей других семейств, используемых в рыбоводстве.

Литература:

1. Привезенцев Ю.А. Практикум по прудовому рыбоводству / Ю.А. Привезенцев. М.: Высш. школа, 1982 . – 208 с.
2. Рыжков Л.П. Основы рыбоводства /Л.П. Рыжков, Т.Ю., Кучко, И.М. Дзюбук: учебник.- СПб.: «Лань», 2011.- 528 с.

Янкина Ольга Леонидовна

## ОСНОВЫ РЫБОВОДСТВА

Практикум

Часть 1

Биология и хозяйственная характеристика рыб

Подписано в печать 2019 г

Формат 60x90. Бумага офсетная.

Печать офсетная. Уч.-изд.л. 4,5

Тираж 50 экз. Заказ \_\_\_\_\_.

ФГБОУ ВПО «Приморская ГСХА»

692510, г. Уссурийск, пр.-т Блюхера, 44.

Участок оперативной полиграфии ФГБОУ ВО ПГСХА

692508, г. Уссурийск, ул. Раздольная, 8.

