

547
Д-684
УЧЕБНИКИ ДЛЯ ВУЗОВ

И.М. АНИСИМОВА, В.В. ЛАВРОВСКИЙ

ИХТИОЛОГИЯ





УЧЕБНИКИ ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

И.М. АНИСИМОВА, В.В. ЛАВРОВСКИЙ

ИХТИОЛОГИЯ

ИЗДАНИЕ 2-Е, ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Допущено Главным управлением высших учебных заведений при Государственной комиссии Совета Министров СССР по продовольствию и закупкам в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по специальности «Зоотехния».



МОСКВА
ВО «АГРОПРОМИЗДАТ»
1991

ББК 28.693.32

А 67

УДК 597.08(075.8)

Редактор С. Б. Макарова

Рецензенты: кафедра прудового рыбоводства Херсонского сельскохозяйственного института (зав. кафедрой доц. И. М. Шерман) и канд. биол. наук И. П. Новоженни (Всесоюзный институт ирригационного рыбоводства).

Анисимова И. М., Лавровский В. В.

А 67 Ихтиология: Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1991. — 288 с.: ил.

ISBN 5—10—001614—0

Рассмотрены особенности систематики, биологии, размножения, развития и питания рыб. Описаны различные виды промысла в пресных и морских водах. Второе издание (первое вышло в 1983 г. в издательстве «Высшая школа») дополнено материалами новейших разработок науки и практики в области рационального использования водоемов комплексного назначения и акклиматизации рыб.

Для студентов сельскохозяйственных вузов по специальности «Зоотехния».

А $\frac{1907000000-097}{035(01)-91}$ 304—91

ББК 28.693.32

© Издательство «Высшая школа», 1983

© ВО «Агропромиздат», 1991. с изменениями

ISBN 5—10—001614—0

Ихтиология — наука о рыбах (от греч. «ихтис» — рыба, «логос» — слово, учение). Рыбы — многочисленная группа низших позвоночных животных, обитающих в водной среде, что затрудняет их изучение. В настоящее время известно более 22 000 видов рыб, но количество вновь описанных видов продолжает увеличиваться. Ихтиология — часть зоологии. Известно следующее классическое определение ихтиологии, данное академиком Л. С. Бергом (1940): «Под именем ихтиологии понимают естественную историю рыб. Ихтиология изучает внешние признаки и внутреннее строение рыб (морфологию и анатомию), отношение рыб к внешней среде — неорганической и органической (экологию, иногда называемую биологией), историю развития — индивидуальную (эмбриологию) и историю развития видов, родов, семейств, отрядов и так далее (эволюцию или филогению), наконец, географическое распространение рыб (зоогеографию)». Кроме того, ихтиология изучает закономерности колебания и численности стад рыб, разрабатывает способы определения их промысловых запасов, дает краткосрочные и долгосрочные прогнозы уловов. Ихтиология изучает этологию рыб, их ориентацию, средства общения, формы заботы о потомстве.

Из ихтиологии выделились такие науки и дисциплины, как физиология рыб, рыбоводство, промышленное рыболовство, эмбриология рыб, сырьевая фаза рыбной промышленности, технология рыбных продуктов, болезни рыб.

Развитие ихтиологии в нашей стране связано с именами выдающихся русских ученых: исследователя Камчатки С. П. Крашенинникова (1713—1755), руководителей экспедиций Академии наук XVIII — начала XIX века И. И. Лепехина, Н. Я. Озерецковского, А. И. Гюльденштедта, П. С. Палласа, впервые описавших признаки и биологию более 240 видов рыб.

Крупнейшие материалы о состоянии рыболовства в России и сведения о биологии рыб дали экспедиции академика К. М. Бэра и Н. Я. Данилевского 1851—1870 гг. Для развития

научно-промысловых исследований сыграли огромную роль экспедиции 1904—1927 гг. видного ученого Н. М. Книповича на Каспийское, Баренцево, Азовское и Черное моря. Признанным главой школы советских ихтиологов был академик Л. С. Берг. Ему принадлежат труды «Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран», «Система рыбообразных и рыб ныне живущих и ископаемых» и многие другие.

Широко известны труды ихтиологов А. Н. Державина, В. К. Солдатова, Е. К. Суворова, П. Ю. Шмидта, И. Ф. Правдина, П. Г. Борисова, Г. Н. Монастырского, Г. В. Никольского. Учебники по ихтиологии В. К. Солдатова, Е. К. Суворова, П. Г. Борисова и особенно Г. В. Никольского позволили воспитать тысячи ихтиологов.

В последние годы под воздействием человека (активный промысел, строительство гидро- и теплоэлектростанций и АЭС, безвозвратное использование воды для нужд сельского хозяйства и промышленности и др.) происходит существенное и быстрое изменение ихтиофауны во многих водоемах нашей страны и всей планеты. В некоторых водоемах ценные виды рыб замещаются малоценными, изменяются взаимоотношения между сообществами рыб. Поэтому в ряде случаев необходимо реконструировать ихтиофауну применительно к изменяющимся условиям среды. Человек все активнее переходит от добычи рыбы в водоемах к направленному ее воспроизводству в естественных водоемах — озерах, прибрежной части морей, к разведению в рыбхозах, а в последнее время — в хозяйствах индустриального типа и живорыбных заводах круглогодичного действия. Управление основными параметрами среды (температура, pH, содержание кислорода и двуокиси углерода), использование водоснабжения по замкнутому циклу позволяют применять очень высокие плотности посадки рыб — до 200 кг на 1 м³ бассейнов. Таким образом, в рыбоводстве происходят перемены, аналогичные развитию интенсивного животноводства с его откормочными комплексами и птицефабриками. Разведение рыб в этих условиях требует глубоких знаний их физиологии, биологических особенностей и потребностей.

Основная часть рыбной продукции добывается в морях и океанах. На судах промыслового флота ведется не только добыча и хранение, но и изготовление консервов, выработка рыбной муки и рыбьего жира.

Важную роль в снабжении населения живой и свежей рыбой играют наши внутренние моря и пресные водоемы: реки, озера, водохранилища, пруды. Они расположены близко к промышленным центрам, к местам сбыта продукции. Значительные резервы имеются в освоении «голубой целины» — прудов, водохранилищ и малых озер, находящихся на землях, принадлежа-

щих колхозам и совхозам. Работники сельского хозяйства должны вносить свой вклад в дело охраны природы, сохранения и воспроизводства рыбных запасов во внутренних водоемах страны и поставки населению высококачественной живой и свежей рыбы. Каждый гектар пруда или водохранилища следует рассматривать так же, как гектар пашни или луга, и получать с него полноценный урожай рыбной продукции.

Развитие рыбного хозяйства в колхозах и совхозах должно быть составной частью комплексного использования водных ресурсов для поливного земледелия, водопоя скота, разведения водоплавающей птицы и так далее.

Разведение рыбы в сложных условиях комплексного использования водных ресурсов требует от зооинженеров глубокого знания основ ихтиологии: биологии рыб, строения их организма, видовых особенностей, реакций организма на изменение условий внешней среды.

Учебное пособие «Ихтиология» предназначено для студентов зооинженерных факультетов сельскохозяйственных вузов. Оно составлено в соответствии с программой курса «Ихтиология» для зооинженеров, специализирующихся по прудовому рыбоводству. Учебное пособие также может быть использовано студентами-биологами педагогических вузов и техникумов.

Количество изучаемых рыб ограничено наиболее распространенными видами; основное внимание уделено ихтиофауне внутренних водоемов страны. В учебное пособие наряду с данными по биологии и экологии широко встречающихся рыб-аборигенов включены сведения о перспективных акклиматизантах.

Первая часть учебного пособия — «Общая ихтиология» — написана И. М. Анисимовой, вторая часть — «Частная ихтиология» — В. В. Лавровским.

МЕСТО РЫБ В СИСТЕМЕ ЖИВОТНЫХ

Рыбы, а также и круглоротые в системе животных занимают самое низкое место среди позвоночных (рис. 1). Они относятся к типу хордовых Chordata (благодаря наличию хорды — эластичного тяжа, являющегося у них начальным осевым скелетом, у большинства рыб заменяющегося позвоночником), подтипу позвоночных или черепных Vertebrata или Craniata.

Среди современных рыб выделяют два класса — хрящевые (Chondrichthyes) и костные (Osteichthyes) рыбы. К подтипу позвоночных относится и класс круглоротых (Cyclostomata) — миноги и миксины; менее совершенные, чем настоящие рыбы, они не имеют еще челюстей и парных плавников и называются рыбообразными.

Рыбы — древняя группа, насчитывающая сотни миллионов лет. Наиболее ранние ископаемые остатки позвоночных принадлежат круглоротым и панцирным рыбам, найденным в Европе и Америке в силурийских отложениях (палеозойская эра). Прimitивные рыбообразные животные по строению были близки к круглоротым, они появились и обитали в пресных водах.

Позднее возникли акулы и скаты. Их появление относят к концу палеозойской эры (карбонский и пермский периоды) и к началу мезозойской эры (триасовый и юрский периоды), но затем эта группа начала угасать.

К палеозойской эре приурочивают и появление довольно сложно организованных рыб, характеризующихся более или менее окостеневшим скелетом. В среднем девоне древние лучеперые, кистеперые и двоякодышащие рыбы уже многочисленны в пресных водах, а в мезозойской эре начинается переход лучеперых в моря.

Костистые рыбы (Teleostei), обнаруженные в мезозойской эре (триасовый и меловой периоды), господствовали как в пресных, так и в морских водоемах.

В настоящее время насчитывают более 22 тыс. видов рыб, живущих в морских и пресных водах. В водах СССР встречается

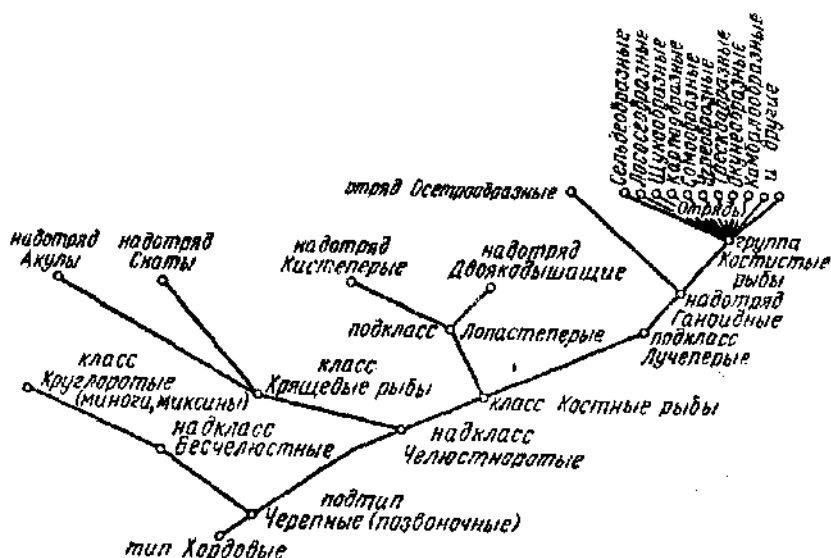


Рис. 1. Положение основных групп рыб в системе животных

ся около 1500 видов, из них около 300 видов пресноводные рыбы, остальные — морские.

В соответствии с зоной обитания в водоемах различных типов выделяют следующие биологические группы рыб: морские — живут только в соленой воде морей и океанов (пелагида, тунец, скумбрия, анчоус и др., всего около 11,6 тыс. видов);

пресноводные — обитают только в пресных водах (карась, щука и др., всего около 8,3 тыс. видов);

солонатоводные — живут в солонатовой воде опресненных участков морей, предустьевых пространств (бычки, речная камбала и др.);

проходные — в определенные периоды жизни меняют морскую среду на пресноводную или наоборот; при этом морские заходят для нереста в реки, до их верховьев (осетр, белуга, лососевые рода *Osmerogobius*), а пресноводные выходят из рек нереститься в море (угорь и др., всего около 130 видов);

полупроходные — это обитатели опресненных пространств морей, поднимающиеся на нерест невысоко в реки (сазан, лещ, вобла, сом, судак).

По приуроченности к характерным экологическим зонам водоема — пелагиали (толща воды), бентали (придонная зона), литорали (прибрежная зона) — различают рыб пелагических, бентических, литоральных.

В пределах этих больших групп выделены более узкие экологические группы в связи с особенностями питания, размножения и др.

АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА РЫБ

Известно, что свыше 71% поверхности земного шара (приблизительно 360 млн км²) занимают моря, океаны и внутренние водоемы. Около 50...60% площади океанов приходится на глубины до 3000 м, максимальная известная глубина океана примерно 11 000 м. Некоторые горные озера находятся на высоте 6000 м над уровнем моря. И повсюду обитают рыбы: от полярных широт до тропиков, от поверхностных слоев до океанических глубин, в пресной и морской воде, у берегов и в открытых пространствах, в высокогорных и пещерных водоемах, в горячих источниках и при отрицательной температуре, в заморных водоемах.

В процессе эволюции у них выработались как общие, так и весьма специфические приспособления, позволяющие всем им, с одной стороны, жить в водной среде, а с другой — осваивать столь различные водоемы.

Эти приспособления затрагивают все системы организма. К общим, наиболее характерным, относятся жабры, дающие возможность использовать для дыхания растворенный в воде кислород; форма тела и плавники, обеспечивающие передвижение в воде; плавательный пузырь, выполняющий гидростатическую функцию; метамерное строение двигательной мускулатуры, благодаря чему в движении участвует почти все тело; кожа, в которой образуется чешуя, а также слизь, играющие важную роль в защите тела от внешних воздействий и во многих других процессах; боковая линия — важный сейсмодатчик; орган; многочисленные приспособления, обеспечивающие сохранение потомства при наружном осеменении икры и эмбриональном развитии вне материнского организма.

Приспособлением к жизни в водной среде (в условиях пониженной температуры, низкого содержания кислорода) явился и низкий уровень обмена. По приспособляемости к окружающей среде рыбы превосходят всех других позвоночных.

Рыбы — первичноводные животные, всю жизнь проводящие в воде, поэтому свойства воды оказывают сильнейшее влияние на жизнедеятельность и в конечном счете на состав ихтиофауны водоема.

Плотность воды и движение рыб. Большая плотность и вязкость воды (превышающие эти показатели воздуха почти в 800 и 60 раз соответственно) играют большую роль в жизни рыб. С этими факторами связаны, с одной стороны, сопротивление

воды движущемуся телу, а следовательно, и скорость его передвижения, а с другой — давление массы воды на организм, которое, увеличиваясь с глубиной на каждые ~ 10 м на $1,01 \cdot 10^5$ Па, в глубинах океана превышает $1013 \cdot 10^5$ Па.

Поэтому огромное значение для рыб имеют приспособления, обеспечивающие существование в толще воды, удержание тела в определенном положении и облегчение плавания.

Эти приспособления выразились в снижении плотности тела, благодаря чему увеличивается способность держаться в толще воды без особых усилий, и в выработке разнообразных форм тела и способов движения.

Плотность тела рыб только немного выше этих показателей воды, а у хороших пловцов — равна им. Благодаря этому плавучесть (отношение плотности тела рыбы к плотности воды) становится нулевой или нейтральной (осетр, судак, карп, голавль и другие нектонные рыбы). Таким образом, рыбы в воде почти невесомы. У придонных и донных рыб отмечена незначительная отрицательная плавучесть (у камбал и бычков $\sim 0,05 \dots 0,07$) — это способствует удержанию их у дна.

Выравнивание плотности тела рыбы и воды происходит у хрящевых и некоторых костистых рыб за счет накопления жира. Костистые рыбы имеют специальный гидростатический аппарат — плавательный пузырь — мешкообразный орган, наполненный газами. Изменение объема плавательного пузыря позволяет рыбе в известных пределах регулировать плавучесть. Специальные гидростатические приспособления имеют рыбы и в эмбриональном периоде: оводнение желтка, наличие в желтке жировых капель, увеличение перивителлинового пространства в икринках и др.

Строение тела рыб соответствует образу жизни: быстро плавающие рыбы имеют обтекаемую форму, небольшие плавники, их внутренние органы компакты, многие не имеют плавательного пузыря, у них нет выростов — игл, колючек; все это уменьшает сопротивление потоку воды при движении тела. Плохие пловцы могут иметь сплюснутое тело, большие голову и плавники, различные выросты, используемые для защиты и привлечения пищевых организмов.

Термический режим водоема. Постепенность нагрева и охлаждения водных масс обеспечивают: большая удельная теплота парообразования (2255 Дж/г); высокая скрытая теплота плавления воды (334 Дж/г), из-за которой большое количество тепла выделяется при ее замерзании и поглощается при таянии льда; более высокая, чем у суши, теплопроводность воды, которая способствует проникновению солнечных лучей в глубину и нагреванию толщи воды; большая теплоемкость воды (4 Дж/г), т. е. способность поглощать теплоту. Низкая тепло-

проводность льда ведет к тому, что зимой температура воды с глубиной увеличивается и держится в придонных слоях водоема на уровне нескольких градусов, а снижение удельного веса воды при замерзании, ее способность при этом увеличиваться в объеме приводит к всплыванию льда, который образует на поверхности теплоизоляционный слой. Все это исключает промерзание водоемов, кроме мелководных.

Основную массу тепловых лучей из атмосферы поглощают верхние слои воды. Количество лучей, проникающих вглубь, постепенно убывает, поэтому температура воды на разных глубинах неодинакова (температурная стратификация). Зимой в малых водоемах наблюдается обратная стратификация — от 0 °С под ледовым покровом до 4 °С на глубинах.

Температура вслед за растворенным кислородом — важнейший фактор существования жизни в водоеме. Температура является количественным показателем уровня тепловой энергии в теле. Отражая кинетическую энергию молекул в растворах, температура тем самым определяет быстроту химических реакций, т. е. регулирует метаболизм и рост организма, поэтому очевидно ее роль в жизнедеятельности живых существ, их адаптивных возможностях.

Рыбы относятся к пойкилотермным животным, т. е. к животным с переменной температурой тела (от слова «пойкилос» — пестрый), или, как неудачно их называют, к холоднокровным животным.

Тепло, вырабатываемое в организме рыб в обменных процессах, не задерживается в теле, так как у них нет механизмов, регулирующих его отдачу. Вследствие этого температура их тела непостоянна. У карпа, линя, карася, находящихся в покое, температура тела соответствует температуре окружающей воды, а при плавании превышает ее на 0,2...0,3 град. Температура тела угря, у которого откладывается большое количество жира под кожей, может быть на 2,7 град. выше окружающей. У больных рыб температура тела повышается приблизительно на 2 град. Наиболее превышение температуры тела над температурой воды — 11 град. зарегистрировано у тунца.

Рыбы осваивают водоемы с самыми различными температурными режимами. В горячих источниках Калифорнии при 52 °С живет лукания. Угри были обнаружены при температуре 45 °С; наряду с этим дальлия обитает в промерзающих водоемах Чукотки и Аляски. В нашей фауне исключительной холодостойкостью отличается карась. Он способен, вмерзая зимой в лед, оставаться живым (если только не промерзают полостные жидкости). Но это крайние примеры. Обычно в зависимости от пределов температуры, в которых происходит наиболее интенсив-

ая нормальная жизнедеятельность, рыб разделяют на теплолюбивых и холодолюбивых.

Теплолюбивые рыбы нашей фауны, такие, как сазан, карп, арась, линь, плотва, растительные, осетровые и др., питаются наиболее интенсивно при температуре 17...28 °C, при пониженной температуре пищевая активность ослабевает, а у ряда рыб на зиму прекращается, и они проводят зиму в малоподвижном состоянии в глубоких местах водоема; размножаются теплое время года — весной и летом. Таким образом, обмен веществ у них наиболее эффективен при высокой температуре, о в определенных пределах.

Для холодолюбивых рыб оптимальные температуры 8...6 °C; зимой они продолжают питаться; нерест проходит осенью зимой (сиги, белорыбца, лосось, ручьевая форель и др.). При высоких температурах (более 20 °C) их активность уменьшается, т. е. у этих рыб наиболее интенсивный обмен приспособлен к низким температурам.

Вся жизнедеятельность рыб (питание, рост, размножение др.) непосредственно определяется температурой воды, поэтому рыбы очень чувствительны к ее изменению.

Общеизвестны скопления теплолюбивых рыб на наиболее прогреваемых участках водоемов и отход их на глубину во время похолодания: сардина концентрируется в слоях воды с температурой 18...26 °C, а сайра — при 14...18 °C, сельдь реагирует на перепад температуры воды 0,5 град. При организации охота нужно обязательно учитывать распределение рыб в водоеме в соответствии с излюбленной ими температурой.

Молодь рыб более устойчива к колебаниям температуры. Например, у карпа менее уязвимой к действию пониженной температуры является молодь сразу после выклева, т. е. когда она практически не может сменить биотоп и преимущественно висит, приклеившись к субстрату. В это время она может выжить даже заморозки. Несколькими днями позже холодостойкость теряется, но молодь уже может перейти в более глубокое место.

По способности переносить колебания температуры рыб разделяют на эвритермных (могут жить в широком диапазоне температур) и stenotермных (диапазон возможных температур узок). Эвритермные рыбы приспособились к жизни в изменяющихся условиях и переносят широкие колебания температуры (щука, окунь, сазан, карп, карась, линь и др.).

К stenotермным относят рыб, эволюция которых проходила в более или менее стабильных условиях. Это обитатели тропической и полярной зон, а также больших глубин, где температура меняется мало.

Однако и в пределах требуемой температуры повышение или понижение ее вызывает соответствующие изменения в жизнедеятельности рыб. При этом изменяется реакция организма на одни и те же факторы среды: при повышении температуры увеличивается потребление кислорода, ускоряется развитие, усиливаются поиск, потребление и переваривание пищи — увеличивается желудочная секреция и моторная деятельность кишечника, ускоряется всасывание растворенных веществ из окружающей среды, повышается чувствительность к токсикантам и др. При этом важную роль играет состояние организма (возраст, степень половой зрелости и др.). Чрезмерное охлаждение ведет к простуде (помутнение покровов, отслоение эпидермиса). Резкая смена температуры воды сказывается неблагоприятно на организме рыбы, поэтому необходимо выравнивать температуру воды при пересадках рыбы.

Температура, выходящая за допустимые пределы для данного вида, вызывает шок и последующую гибель рыбы.

Температура, при которой жизнь рыбы становится невозможной, называется пороговой. Приспособление организма к температурным условиям среды происходит на клеточном уровне. Пороговые температуры являются как бы пределом сопротивления клеток организма повреждающему действию внешней температуры. Поскольку эта способность у разных видов различна, то температурные пороги их неодинаковы. Однако на личинках карпа было установлено, что пороговая температура может несколько меняться в зависимости от температуры выращивания. Более того, температурный режим содержания производителей сказывается на теплоустойчивости потомства.

В рыбоводстве температура, при которой выращивают рыб, определяет быстроту развития, интенсивность питания и дыхания рыб, затраты кормов на прирост, направленность пластического обмена, скорость созревания, устойчивость потомства к колебаниям температуры и др.

На стимулирующем воздействии повышенной температуры, если она не превышает максимальную, основываются и большие перспективы использования для рыбоводства теплых вод. Это касается прежде всего промышленных и сбросных вод электростанций и геотермальных вод.

Большая растворяющая способность воды обеспечивает наличие различных как жизненно важных, так и вредных химических соединений во внешней среде и в организме рыбы.

Растворенные в воде газы. Растворимость разных газов в воде неодинакова. Быстрее других растворяется двуокись углерода, далее — кислород, медленнее всех — азот. Поэтому для водоемов характерно иное соотношение газов, чем для атмосферы: в воде больше CO_2 (4% против 0,05%) и кислорода

34% против 21%), но меньше азота (62% против 79%). При нормальных условиях отношение кислорода и азота в воде составляет почти 1:2, в воздухе — 1:4. Однако абсолютное содержание кислорода в воде в 20...30 раз меньше, чем в воздушной среде. Кислород из атмосферы диффундирует в воду медленно, поэтому содержание его убывает от поверхности глубине.

Многообразные физические и биологические процессы в водоеме (циркуляционные токи, ветровое перемешивание, жизнедеятельность растений и животных и др.) являются причиной непостоянства кислородного режима в малых водоемах.

Подавляющее большинство рыб дышит растворенным в воде кислородом, поэтому содержание его в окружающей среде имеет для них первостепенное значение. Разные виды рыб нуждаются в разном количестве кислорода. Наиболее требовательным к кислороду являются рыбы холодных, проточных водоемов (например, лососевые) необходима концентрация кислорода 4,4...7,0 мг/л, окунь *Perca fluviatilis* и ерш (*Gymnocephalus cernuus*) могут жить при содержании кислорода 2,5 мг/л, а наиболее выносливые рыбы нашей фауны — караси не испытывают угнетения при его концентрации 0,3 мг/л.

Зависимость жизнедеятельности рыб от содержания в воде кислорода особенно заметна в период эмбрионального развития; так, при содержании кислорода 1,2 мг/л развитие карпа длится 120 ч, причем вылупляется только 40% эмбрионов; при концентрации кислорода 9...12 мг/л развитие длится 68...100 ч, а количество вылупившихся эмбрионов составляет 2...98%.

Морские рыбы более требовательны к содержанию в воде кислорода, чем пресноводные. В воде морей кислорода много, колебания его незначительны. Непостоянство же кислородного режима малых водоемов, в которых нередки летние и зимние моры, заставляет пресноводных рыб приспосабливаться к дефициту кислорода.

Большое значение для нормальной жизнедеятельности рыб имеет двуокись углерода. При повышенном ее содержании в воде уменьшается способность крови рыб поглощать из воды кислород, дыхание учащается, но газообмен становится менее интенсивным.

Вода способна поглощать большое количество двуокиси углерода: растворимость CO_2 при 0°C в 35 раз, а при 30°C — 25 раз выше, чем растворимость O_2 (при 15°C в 1 л воды может раствориться больше 1 л CO_2), однако в природе содержание свободной CO_2 в воде ничтожно, так как она связывается кальцием. Если этого не происходит, то наступает отравление рыбы двуокисью углерода и замор. Способность противостоять

повышению концентрации CO_2 у разных видов рыб неодинакова.

Критическими количествами CO_2 в 1 л воды являются: для форели — 120...140 мг, толстолобика — 200 (молодь)...300 (взрослая рыба), карпа — 200, линя — больше 400 мг.

Значение рН, обусловленное концентрацией водородных ионов, является одним из важнейших абиотических факторов внешней среды, определяющим видовой состав и численность гидробионтов водоема. Воздействие рН на жизнедеятельность гидробионтов связано с тем, что способность гемоглобина использовать растворенный в воде кислород при различных концентрациях водородных ионов неодинакова. Вследствие этого изменение рН воды приводит к изменению интенсивности дыхания и кислородного порога.

Наиболее благоприятно для дыхания большинства рыб рН, близкое к нейтральному. При сильных сдвигах рН в кислую и щелочную стороны (т. е. при увеличении или уменьшении концентрации водородных ионов) затрудняется дыхание, возрастает кислородный порог, ослабляется интенсивность питания.

По отношению к колебаниям рН среды рыб делят на стено- и эврионных. В воде морей рН изменяется мало (7,5—8,5), морские рыбы относятся к стеноионным. Пресные воды характеризуются неустойчивостью рН. Это вызвано разнообразными факторами, направляющими ход биохимических процессов в водоеме: характером почв ложа и водосбора, химическим составом водонисточника, фотосинтетической деятельностью растений, особенно в период «цветения» воды, и так далее. В результате наблюдаются резкие годовые, сезонные и суточные колебания рН. Поэтому большинство пресноводных рыб приспособилось переносить значительные изменения рН и является эврионным. Однако возможные границы рН, в которых могут жить пресноводные рыбы, неодинаковы и при прочих равных условиях зависят прежде всего от их вида. Из объектов рыборазведения наиболее выносливы карась и карп; щука переносит колебания рН в пределах 4,0...8,0, ручьевая форель — 4,5...9,5, карп — 4,3...10,8, карась выдерживает снижение рН до 4,5. Чувствительны к изменению рН развивающиеся икринки (для большинства пресноводных рыб летальная граница — рН 5).

Деятельность человека, изменяющая гидрохимический режим водосма, сильно отражается и на рН. В водохранилищах, образованных при зарегулировании стока рек, концентрация водородных ионов колеблется в широких пределах. Сточные воды предприятий химической, металлургической, целлюлозной и другой промышленности содержат как кислоты, снижающие рН воды, так и щелочи, соду и другие компоненты, повышающие рН.

Сероводород (H_2S), образующийся в водоемах при отсутствии кислорода, оказывает на рыб губительное действие. Минимальная его летальная концентрация для рыб — 1,0 мг/л, однако разные рыбы реагируют неодинаково. Ручьевая форель при концентрации H_2S 0,86 мг/л погибает через 24 ч, а карп может жить при концентрации 6,3 мг/л.

Солевой состав воды. Рыбы могут жить при различной солености воды. Воздействие на рыб растворенных в воде солей заключается прежде всего в том, что от их количества зависит осмотическое давление.

Большое значение имеет также и состав солей, так как они и непосредственно, и косвенно влияют на жизнедеятельность рыб.

В организм рыб соли проникают через ротовую полость, жабры и кожу, причем проникновение солей через кожу зависит от плотности чешуйчатого покрова: у чешуйчатого карпа через жабры и ротовую полость проходит 93% солей фосфора, а через поверхность тела только 6,3%; у зеркального карпа на долю жабр и ротовой полости приходится 87,9%, а на поверхность тела — 12,1%.

Попадая в организм, соли включаются в обмен веществ. Так, при увеличении концентрации солей фосфора в воде до 10 мг/л резко ускорялся рост молоди осетровых.

Ведико и косвенное влияние солей на рыб: их количество и состав определяют богатство водоема биогенными веществами, а значит, создают основу для развития пищевых организмов для рыб (фитопланктон, зоопланктон, бентос), т. е. кормности водоема. Существует прямая зависимость между наличием в воде фосфора, распределением планктона и уловами морских пелагических рыб.

Свет, звук, электропроводность, запах. Свет в воде поглощается довольно быстро, причем лучи разной части спектра проникают на разную глубину: красные и желтые лучи не проникают глубже 10 м, синие и фиолетовые проходят глубже других — до 100 м.

Освещенность резко убывает с глубиной, и на больших глубинах (1,0...1,5 км) царит полная темнота.

Прозрачность пресноводных водоемов значительно меньше, чем морских, и колеблется сильнее: от прозрачных горных ручьев до мутных коричневых рек Азии или некоторых черных притоков Амазонки.

К особенностям освещения приспособлены у рыб строение органов зрения и развитие других органов чувств, окраска покровов, наличие (или отсутствие) органов свечения и др. У видов, обитающих в поверхностных слоях, вырабатывается положительный фототаксис, а у придонных и сумеречных — отрица-

тельные. С освещенностью связаны активность рыб, ход обменных процессов, половое созревание.

Звук распространяется в воде в 4,5 раза быстрее, чем в воздухе, а поглощается в тысячу раз медленнее, т. е. слышен на десятки километров. Поэтому в воде его улавливать легче, чем в воздухе. По звукопроводимости ткани тела рыб близки к воде. В связи с этим даже слабо развитый орган слуха рыб (внутреннее ухо) обеспечивает восприятие значительной информации из окружающей среды. Кроме того, в восприятии звуков принимают участие также органы боковой линии и плавательный пузырь, служащий резонатором.

Электропроводность воды обусловлена тем, что большинство солей находится в ней в диссоциированном состоянии, в виде ионов. Многие рыбы воспринимают изменения электрического поля в воде, используют слабые электрические разряды для ориентировки, сигнализации, нападения.

Искусственно создаваемое электрическое поле вызывает у рыб возбуждение, привлечение или электронаркоз (шок) в зависимости от расстояния до анода. Многие морские рыбы обнаруживают положительный электротаксис, пресноводные — отрицательный.

В малых водоемах (неспускных прудах) применяют лов рыбы с помощью электротока.

Запахи сохраняются в воде дольше и более стойко, чем в воздухе. Они являются источником разнообразной информации (в пищевом, нерестовом, оборонительном, стайном поведении и др.). Рыбы воспринимают широкий спектр запахов, различают химические соединения различных классов (спирты, кетоны, эфиры, кислоты и др.). Рыбы с хорошо развитой обонятельной чувствительностью (сом, налим, угорь, линь) сильно реагируют на запахи пищи, рыб своего и других видов и др.

Благодаря восприятию видового запаха, свойственного слизи, рыбы отличают запах своей стаи (что позволяет им сохранить ее), обнаруживают они и запах рыб других видов, при этом мирные рыбы особенно чутко улавливают запах хищников — щуки, сома, ротана, а хищники — своих жертв — карасей, линей, карпов и осетров. Акулы могут улавливать запах добычи на расстоянии до 500 м. Бич южно-американских рек — пираний: привлеченные запахом крови раненого животного, они молниеносно окружают его огромными стаями.

Удивительная тонкость обоняния позволяет рыбам ориентироваться на запах родного водоема, который определяется метаболитами его обитателей.

Определено, что вещества, выделяемые кожей морского льва в невообразимо слабой концентрации — 1 : 80 000 000 000, вы-

зывают испуг и тревогу рыб. Органы обоняния рыб обнаруживают в воде «вещество страха» и феромоны.

Высокая чувствительность обоняния рыб позволила использовать их в качестве живых индикаторов при очистке сточных вод.

Способность рыб находить пищу по запаху используется в любительском рыболовстве (лов налима, бычка и других рыб на пахнущие приманки).

Грунт и взвешенные в воде частицы. Большую роль в жизни рыб играют взвешенные в воде частицы, которые в значительной мере определяют прозрачность воды и тем самым влияют на освещенность толщи воды и дна.

Прозрачность определяет: глубину проникновения света и в совокупности с температурой и концентрацией биогенных веществ (фосфора, азота, кремния и др.); характер жизни на всех горизонтах (поверхность, толщина воды, дно) и прежде всего интенсивность фотосинтетических процессов, которые обеспечивают образование первичной продукции, в первую очередь фитопланктона.

Большая часть рыб в той или иной мере связана с дном водоема, т. е. с грунтом. Приспособления к жизни на дне развиваются в разных направлениях. Общеизвестна способность рыб менять окраску, внешние покровы донных рыб повторяют тон и рисунок дна. Закапывающиеся виды осваивают мягкие иловые участки, а живущие на каменистых грунтах обладают присосками и др.

Такие пресноводные рыбы, как вьюн (*Misgurnuss fossilis*) и карась (*Carassius carassius*), при высыхании водоема могут зарываться в ил. Перекапывают ил в поисках пищевых организмов бентосоядные рыбы, многие лососевые перед нерестом разбрасывают хвостом гальку, устраивая «гнезда» (ямки) для икры.

Защитными приспособлениями от избытка взвеси в воде у обитателей мутных вод являются уменьшение глаз (т. е. сокращение наиболее уязвимых участков поверхности тела) и усиленное выделение слизи, которая, осаждая муть, обеспечивает чистоту воды вокруг тела рыбы и таким образом улучшает условия дыхания.

Грунт и донные отложения — важнейшие факторы, определяющие рыбопродуктивность водоема; будучи местообитанием бентических организмов, через структуру, богатство биогенными элементами, через свою роль в формировании гидрохимической ситуации в придонных слоях они влияют на состав и численность различных пищевых для рыб организмов.

Поверхностное натяжение. Важное значение в жизни водоема имеет способность воды образовывать прочную пленку по-

верхностного натяжения, где образуется своеобразный биотс (место обитания) организмов, использующих ее в качестве опры как сверху — со стороны атмосферы, так и снизу — из воды. Благодаря упругости поверхностной пленки по поверхности воды бегают клопы-водомерки (*Hydrometra*, *Gerris*), жуки вертячки (*Gyrinus*), мухи (*Ephydra*); по нижней стороне пленки передвигаются клопы (*Notonecta*), жуки (водолюбы), рачки (*Scapholeberis*), моллюски (*Limnaea*, *Physa*). Здесь же обитают бактерии, простейшие, держится икра и молодь некоторых рыб. Одна из особенностей этого биотопа — большое количество органического вещества, обеспечивающего благоприятные условия питания для его обитателей.

Загрязнение водоемов, вызванное деятельностью человека: Взаимоотношения человека с природой чрезвычайно сложны и многообразны. На всем протяжении истории деятельность человека неизбежно сопровождается воздействием на окружающую среду. По мере интенсификации производства расширяются пути и возрастает глубина вторжения человека в природу — во все компоненты биосферы (атмо-, гидро-, лито-), а следовательно, и в биосферу в целом.

Загрязнение гидросферы вследствие ее огромного объема (табл. 1) и многообразного влияния на климат и биосферу может иметь катастрофические последствия для жизни на Земле.

Развитие промышленности и судоходства, создание новых и реконструкция существующих водных систем, промышленные и бытовые стоки, кислотные дожди, интенсификация сельского хозяйства, включающая применение химических средств защиты растений, удобрение полей и прудов, дезинфекция и мелiorация прудов и другие мероприятия влекут за собой изменение режима естественных вод. Влияние этих факторов на гидробионтов может быть или прямым, или косвенным — через изменение температурного, газового, солевого режимов. В результате разнообразие жизни в водоемах сокращается, часто катастрофически.

1. Мировые водные ресурсы

Часть гидросферы	Объем	
	тыс. км ³	% общего объема
Океан	1 370 000	94,20
Подземные воды	60 000	4,12
Ледники	24 000	1,65
Озера	230	0,016
Почвенная влага	75	0,005
Пары атмосферы	14	0,001
Реки	1,2	0,0001

В настоящее время общее количество веществ, содержащихся в стоках разного происхождения, превышает 10 тыс. Загрязнение охватило и моря и океаны: реки выносят 320 млн т железа, 6,5 млн т фосфора, 2,3 млн т свинца, 1,6 млн т марганца, большое количество жиров, кислот, ядохимикатов, радиоактивных соединений, до 10 млн т нефти, около 700 млн т органических веществ в год. Наиболее сильно загрязняются внутренние воды.

Доля пресной воды в мировом водном балансе мала, поэтому проблема сохранения и рационального использования ее запасов приобрела глобальные масштабы.

Стоки различных промышленных предприятий и применяемые в сельском хозяйстве для борьбы с вредителями пестициды и другие ядохимикаты содержат токсические вещества неорганического и органического происхождения (спирты, стирол, этилбензол, капролактамы, ацетон, смолы, аммиак, соды, щелочи, кислоты, фенолы, фторагенты, ионы цветных и тяжелых металлов, цианиды и многие другие вещества).

Кислоты и щелочи сточных вод не только изменяют pH до сублетальных и летальных границ для рыб, но и сами являются ядами, вызывая патоморфологические изменения органов (ожоги жабр и кожи, замедление роста) и гибель рыб. Летальными дозами являются содержание в 1 л воды 134 мг серной кислоты, 159 мг соляной, 200 мг азотной кислот. Борная кислота в концентрации 62...500 мг/л снижает темп роста предличинки севрюги, а в концентрации 500...2500 мг/л вызывает их гибель.

Среди минеральных веществ стоков особенно ядовиты цианиды, соединения ртути, мышьяка, свинца, меди. Смертельными дозами для голяка, карпа, горчак и дафний является содержание в 1 л: KCN — 0,06 мг; HgCl_2 — 0,002 мг; NaH_2PO_4 — 0,5 мг. Соединения свинца вызывают гибель рыб в концентрации 10...150 мг/л, планктонных рачков — 0,5 мг/л. Гибель могут вызвать соединения железа при содержании 0,2 мг/л, алюминия 0,5 мг/л, натрия 10...15 г/л, кальция 15 г/л.

Удобрение площади водосбора и бесконтрольное внесение удобрений в пруды создает в воде избыток минеральных веществ. Наиболее опасна перегрузка водоема аммонийно-аммиачными удобрениями (селитра, нитрофоска, аммиачная вода и др.), так как аммиак и соли аммония являются ядами комбинированного действия: локального, нервно-паралитического и гемолитического. Поэтому, например, аммиак даже в небольших концентрациях вызывает острое отравление рыб: голавля при 1,0...1,2 мг/л (при температуре 14°C и содержании кислорода)...10 мг/л), форели при 0,3...0,4 мг/л.

Из органических веществ наиболее вредны синтетические моющие препараты — фенол, крезол и нафтоновые кислоты.

обычно смертельные в концентрациях 10...100 мг/л; ДДТ реализует нервную систему. Хлорированные углеводороды разлагаются биологическим путем и остаются ядовитыми протяжении многих лет. Стиральный порошок, попадая на жабры рыб, нарушает их взаимодействие с водой. Поступление кислорода в кровь уменьшается и рыба задыхается.

Воздействие токсикантов проявляется неодинаково и зависит от внешних факторов и физиологического состояния рыб. Большое значение имеет температура воды. Так, при температуре 1 °C летальная концентрация CO_2 для карпа 120 мг/л, а при 30 °C — 55...60 мг/л. Изменяется устойчивость организма рыб и в зависимости от солевого состава воды. В мягкой воде токсичность кислот увеличивается, так как в ней очень быстро изменяется pH. Большое значение имеет и возраст рыб: они наиболее чувствительны к отравлениям на ранних стадиях развития. Наиболее уязвимым организм становится в период интенсивного обмена веществ, в частности во время интенсивного питания.

Очень опасны в качестве загрязнителей нефть и нефтепродукты. Ежегодно в мировой океан попадает около 5...10 млн тонн нефти, а стоки нефтеперерабатывающих предприятий имеют также серную кислоту, сульфаты, сернистые щелочи, сероводород, смолы, растворимые газы, жирные кислоты. Некоторые нефтепродукты канцерогенны. Даже при небольших концентрациях нефти (0,2...0,4 мг/л) вода и рыба получают устойчивый запах нефти.

Образующаяся на поверхности воды пленка препятствует процессам тепло-, водо- и газообмена между водоемом и атмосферой, а это особенно опасно ввиду того, что в поверхностной пленке водоема происходят важнейшие биологические процессы. В частности, зеркало Мирового океана на 2/3 обеспечивает пополнение атмосферы кислородом, поглощает избыток диоксида углерода, а также продуцирует первичную продукцию за счет фотосинтеза фитопланктона.

Окисление нефтепродуктов в естественной обстановке происходит очень медленно (в Арктике нефть сохраняется в течение 50 лет) и требует много кислорода: на окисление 1 л нефти в средних климатических условиях требуется запас кислорода, растворенного в 400 тыс. л морской воды. Нефть загрязняет водную толщу на всех горизонтах — на поверхности в виде пленки, в толще — в виде раствора, у дна — в виде осадка и тяжелых фракций.

Пересыщение водоемов стоками разнообразного происхождения и нефтепродуктами подрывает их способность к естественному самоочищению, превращает их в «сточные канавы». В

пример, воды Рейна несут в год около 20 млн т солей, 13 тыс. т окислов цинка, 2 тыс. т окислов меди и других отходов (до тысячи наименований). Река По выносит в Адриатическое море около 2/3 всех отравляющих веществ, ежегодно с ее водами в море попадает около 60 тыс. т нитратов, 13 тыс. т различных соединений аммиака, 7 тыс. т фосфатов, около 10 тыс. т сырой нефти, сотни тонн свинца, цинка, хрома, мышьяка, 65 т ртути. В Осло-фиорд ежегодно промышленность выбрасывает 117 тыс. т отходов преимущественно целлюлозно-бумажной промышленности.

В Великих озерах в 1966—1969 годах 70% рыб содержали в теле хлорированные углеводороды, причем средняя концентрация ДДТ колебалась от 16 до 100 мг/кг, когда допустимым в США считается 5 мг/кг. В экосистеме оз. Эри, самом мелководном из Великих озер и когда-то самом богатом в мире по рыбным запасам, к настоящему времени многие неблагоприятные изменения уже необратимы.

В промышленных стоках, поступающих в Каспий, содержание ядовитых веществ (тяжелые металлы, хлорорганические соединения, пестициды, нефтепродукты и др.) в 15...20 раз, а концентрация фенола в 9 раз превышает допустимые пределы. На глубине 200 м обнаружен слой нефти. Там образуются мертвые зоны. В реках Западной Сибири, Оби и Иртыше содержание нефтепродуктов в 20 раз превышает допустимые нормы. Общеизвестен ущерб, нанесенный системам рек и озер Байкала, Ладоги, Балхаша; гибнет Аральское море, самоочищаемость Волги снизилась в десятки раз; в значительной степени утрачена биологическая продуктивность Каспийского и Азовского морей.

Немалый вред водоемам наносят и кислотные дожди, туманы и снег, образующиеся в атмосфере на основе химически активных веществ (прежде всего диоксида серы и окиси азота), содержащиеся в дымовых и тепловых выбросах ТЭЦ, химических заводов и автотранспорта и превращающихся в конце концов в серную и азотную кислоты. Так, к настоящему времени около 18 тыс. водоемов Швеции отравлены кислотными дождями, из них в 4 тыс. водоемов рыба исчезла, а в 9 тыс. вымирает частично. Рыба, в первую очередь лосось, форель, щука, погибает потому, что кислотная вода убивает мальков и их пищу, а выщелачиваемый из почвы алюминий поражает жабры.

Как крупные водные артерии, на берегах которых располагаются промышленные гиганты, так и малые реки, питающие их, страдают от непродуманного применения удобрений и пестицидов на полях, в том числе агрохимикатов на фосфатной, карбонатной и хлорной основе, изменения гидрологического режима вследствие вырубки леса по берегам, осушения болот, заре-

гулирования стоков при гидростроительстве и других факторов, связанных с индустриализацией.

В связи с развитием атомной промышленности увеличивается радиоактивность воздуха и воды, которая непосредственно влияет на все живое. Поверхность водоема аккумулирует радиоактивные изотопы в 1,5—2 раза эффективнее, чем суша, поэтому наибольшее количество их оказывается в самых поверхностных слоях. Воздействие радиоактивных элементов на живые организмы связано и с различными сроками их полураспада: относительно короток этот период у радиоактивного йода и радиоактивного иттрия (I-90), тогда как у стронция (Sr-90) он длится 27,7 г.

Водные организмы аккумулируют радиоактивность как непосредственно из воды, так и из объектов питания. Радиоактивное облучение отрицательно сказывается на рыбах любой возрастной группы, причем икра и эмбрионы более уязвимы, чем взрослые особи, а молодые аккумулируют радиоактивность скорее, чем более старшие. Это вызвано разной интенсивностью обмена. Место накопления радиоактивных элементов в теле рыб различно: основная масса, например, стронция оказывается в костях (50...65%), меньше — в органах, расположенных в полости тела (10...25%) и в жабрах (8...25%), меньше всего в мышцах (2...8%).

Радиоактивность гидробионтов зависит от времени пребывания их в зараженной среде: после двухмесячной жизни в радиоактивной воде радиоактивность тилпии возрастает в 6 раз по сравнению с той, которая наблюдается на второй день.

Значительным источником загрязнения водоемов является водный транспорт и все виды стоков, связанные с урбанизацией (стоки канализационные, с городских территорий, удобряемых парков и садов, зон отдыха и др.), которые являются причиной концентрации в воде различных вредных веществ, растворенных нефтепродуктов, появления пленки на поверхности, пересыщения воды биогенными элементами (в частности, фосфатами, особенно после широкого распространения синтетических моющих средств — детергентов).

Очень вредны для водных организмов лесосплав и стоки деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности: в водоеме резко возрастает количество взвешенных и растворенных органических веществ, на дне оказываются топляки и обломки древесины, содержание растворенного в воде кислорода катастрофически падает, наступает замор, сплавляемая древесина травмирует идущих на нерест взрослых рыб и скатывающуюся молодь, реки теряют свое нерестовое и вообще рыбохозяйственное значение.

Не менее губительным для жизни водоема может оказаться тепловое загрязнение. Вода, использованная промышленными предприятиями для охлаждения систем (в частности, ТЭЦ) и возвращаемая в водоем нагретой, сильно изменяет его термический режим: значительно повышается температура воды на больших площадях, а в местах сброса подчас до 35...36 °С, снижается содержание кислорода. Это отрицательно сказывается на гидробионтах: повышается потребление ими кислорода, понижается устойчивость к ядовитым веществам, нарушается эмбриогенез, рыбы теряют способность нереститься, сложившиеся биоценозы распадаются.

Влияние гидростроительства на гидробионтов проявляется в том, что в результате изменения гидрологического и гидрохимического режимов происходит перестройка экологической обстановки: изменяются локализация и численность видов на отдельных участках зарегулированного стока, общий объем и структура биотока, ихтиофауна водоема.

Технология возделывания риса предусматривает обработку посевов гербицидами, которые загрязняют водоемы. Например, такой препарат, как сатурн, сохраняется в воде 40...50 сут. Гербициды кумулируются в тканях обитателей водоемов. Поэтому необходим тщательный контроль за водой как в самих чеках, так и в отводящих каналах. Особенно это касается рисорыбных хозяйств, так как фосфорорганические препараты высокотоксичны для рыб и их кормовых организмов.

Наряду с загрязняющими водоем вредными веществами не менее опасны и биогенные элементы («образующие жизнь»), если они в избытке. В этой связи вредно влияют на жизнь водоема биогенные элементы стоков молокозаводов, животноводческих ферм и комплексов, сбрасываемых без утилизации навоза и птичьего помета, а также из коммунальных вод. Наглядны, например, такие цифры: в городских условиях коммунальные стоки несут в расчете на одного жителя за счет продуктов обмена 2,8...3,3 г фосфора в сутки, или 1...1,2 кг в год. При сильных ливнях с городских территорий смывается в 5...10 раз больше биогенных элементов, чем с лесных и неосвоенных зон водосбора.

Необходимые в определенных количествах для жизнедеятельности водных организмов биогенные элементы, в первую очередь соединения фосфора и азота, накапливаясь, изменяют трофический уровень водоема в сторону увеличения содержания органического вещества. Увеличение трофности («трофе» — питание) водоема под воздействием человека — так называемое антропогенное эвтрофирование водоема — приводит сначала к бурному развитию водорослей, а также мелководной и прибрежной растительности. Происходит «цветение» воды из-за

бурного развития фитопланктона, в том числе зеленых и сине-зеленых водорослей. При этом их продуцирование превосходит потребление зоопланктоном и разложение бактериями. Такое избыточное органическое вещество, отмирающее и скапливающееся, требует для разложения большого количества кислорода, что вызывает заморные явления в водоемах. Параллельно меняется фауна: сокращается ее состав, более требовательные к кислороду виды заменяются более выносливыми, но в конце концов исчезают и они, водоем становится безжизненным.

Таким образом, при перегрузке водоема биогенными элементами происходит перестройка его экосистемы, в результате которой способность его к самоочищению нарушается, т. е. отложенные природой процессы в естественных системах оказываются не в состоянии поддерживать баланс и, как следствие, растительный и животный мир разрушаются.

Для охраны рыбоводных хозяйств от загрязнений и тем самым профилактики токсикозов рыб вокруг них создают защитные зоны. Наиболее жестки природоохранные требования в I зоне, где размещены инкубационные цехи и питомые сооружения. Здесь запрещены хранение и использование токсичных для рыб веществ, органических и минеральных удобрений, размещение силосохранилищ, кормоцехов, складирование бытовых отходов, использование сточных вод, забор воды из рыбоводных водоемов. Во II зоне, охватывающей всю водосборную площадь расположенных здесь рыбоводных прудов и других сооружений для выращивания рыбы, запрещено дождевание сточными водами, ограничено применение азота (не более 200 кг/га при глубном внесении).

Все увеличивающийся объем промышленных, бытовых и сельскохозяйственных стоков выдвигает на первый план проблему предотвращения загрязнения ими окружающей среды, включающую их обеззараживание и рациональное использование и биогенного потенциала и сохранения экологического равновесия путем возвращения этих вод в общий круговорот.

Особое место в этой проблеме принадлежит обезвреживанию и утилизации отходов животноводческих комплексов. Переработка огромных масс навозных стоков может обеспечить чистоту окружающей среды и дополнительный доход за счет экономии удобрений и воды при использовании стоков для орошения рыбоводства.

В разнообразных системах очистки сточные воды обрабатываются механическими и биологическими методами.

Механическая очистка предусматривает освобождение стоков от крупных взвесей при помощи различных сит, решеток, песколовков и кратковременного отстаивания.

Биологическая очистка основана на разложении стоков в основном микроорганизмами в процессе их жизнедеятельности в специальных сооружениях — биофильтрах, аэро- и метатенках (в которых анаэробные бактерии расщепляют сложные органические соединения — белки, жиры, углеводы — до метана, углекислоты и сероводорода) или в условиях, более приближенных к природным экосистемам — на полях фильтрации, орошения, на иловых площадках, в прудах и др., после первичной обработки, например, в отстойниках.

Очистка городских стоков на так называемых полях орошения была впервые успешно опробована Н. С. Строгановым еще в начале века.

В настоящее время пристальное внимание привлекает использование для орошения стоков животноводческих комплексов, так как это позволяет утилизировать огромные массы стоков, предотвращая тем самым загрязнение территорий, поверхностных и подземных вод и воздуха. Одновременно стоки являются полноценным органическим удобрением, содержащим компоненты в легкоусвояемой растениями форме. Проходя через пахотный слой почвы, они обогащают его соединениями азота, фосфора, калия и другими биогенными элементами, повышают его плодородие: урожайность многолетних трав и других культур повышается в 2...6 раз, на лесопосадках рост деревьев ускоряется в 2...4 раза. Благоприятное влияние на состояние почвы оказывает присутствие в стоках кальция, который способствует понижению кислотности почвы, что особенно важно для нечерноземных районов.

Однако орошение полей неочищенными животноводческими стоками недопустимо, так как они содержат патогенную флору и яйца гельминтов (возбудителей туберкулеза, сальмонеллезов, лептоспирозов), долго сохраняющихся в почве (например, патогенные бактерии сохраняются в почве до года и способны размножаться в сточных водах).

Надежным и дешевым способом обеззараживания стоков является включение в очистные системы биологических прудов, которые могут быть предназначены для работы в различных режимах проточности, аэрации или без них, применяться в самостоятельном варианте или в комплексе с другими. В основе протекающих в них процессов лежит биохимическое окисление органических веществ, стимулирующее естественное самоочищение стоков. Соответственно различают пруды аэробные, анаэробные и факультативные.

В анаэробных прудах, которые заполняют неосветленными стоками, разложение органических соединений обеспечивают бактерии, жизнедеятельность которых возможна в среде без доступа кислорода (метанообразующие, сбраживающие клет-

чатку, жирные кислоты, углеводы, аммонифицирующие бактерии, восстанавливающие соли азотной и серной кислот); они преобразуют органические соединения до сероводорода, метана, капролактама и др. В таких прудах степень очистки небольшая, и выходящая из них жидкость требует доочистки в аэробных прудах.

Факультативные пруды (аэробно-анаэробные), т. е. пруды промежуточного типа, заполняют осветленными неочищенными стоками. В них толща воды определяется аэробными условиями. Придонные слои лишены свободного кислорода, соответственно в толще проходят аэробные процессы, а у дна — анаэробные. В результате создаются поли-, α -мезо- и β -мезосапробные зоны. Очищают стоки аэробные и анаэробные бактерии, а также простейшие, которые могут переносить временный дефицит и отсутствие кислорода. Здесь обитают водоросли, выносящие большое содержание органики в воде, а свободный кислород, появляющийся в результате их жизнедеятельности, ускоряет аэробные процессы очистки.

В аэробных прудах загрязнения разлагают организмы, для существования которых необходимо наличие в воде кислорода. Здесь развиваются гидробионты, способные утилизировать различные вещества. Большое значение имеют процессы, происходящие в иле и поверхностной пленке.

Для интенсификации процессов самоочищения стоков в аэробных прудах нужна аэрация воды (путем подачи в толщу воздуха или кислорода), озонирование (озон взаимодействует с минеральными и органическими веществами, в том числе с цитоплазмой бактериальных клеток и разрушает их) и культивирование микроводорослей (альгализация). Микроводоросли способствуют обеззараживанию стоков, повышают их удобрительную ценность и, кроме того, белок водорослей может быть использован для кормления животных. Для этих целей используют зеленые, протококковые, вольвоксовые, эвгленовые и диатомовые водоросли.

Такое альго-бактериальное сообщество хорошо очищает стоки и в процессе фотосинтеза насыщает воду кислородом, который используется аэробными бактериями для разложения органических веществ, а также препятствует массовому развитию синезеленых водорослей.

Водоросли выделяют фитонциды, обладающие бактерицидным действием, а выделения сапрофитных микробов включают вещества антибиотического свойства.

При помощи водорослей и высших водных растений возможна очистка сточных вод от ионов металлов, некоторых красителей и веществ, содержащихся в промышленных стоках, а также накапливающихся в системах оборотного водоснабжения и вы-

серебра, кальция, ртути, свинца и метил-, кристаллвиолета, оловянного фуксина, сафранина Т, родаминов 2G и Р, бриллиантового зеленого — положительно. Взаимодействуя, они соединяются с водорослями и выносятся вместе с ними. Многообразная роль высших водных растений в биологических прудах: на листьях, покрывающей поверхность растений, осаждаются минеральные и органические частицы; интенсивно идет фотосинтетическая деятельность, они активно поглощают и накапливают минеральные и органические вещества; поглощают из воды изотопы цезия, стронция, кобальта и др.; в процессах метаболизма окисляют органические соединения и их минерализуют при выделении кислорода; способствуют детоксикации среды путем поглощения физиологически активных веществ типа фенолов (например, 100 г камыша озерного поглощает 4 г фенола) и выделения бактерицидных веществ (тростник); на стеблях высших водных растений образуются биоценозы обрастаний, в состав которых входят бактерии, разлагающие нефть (при концентрации нефти 1 г/л ее пленка на поверхности воды разрушается в присутствии высших растений за 5...10 сут, без растений — за 28...32 сут).

В настоящее время для очистки стоков используют различные системы биологических прудов, основанные на общей схеме: стоки после механической очистки пропускают последовательно через ряд биологических прудов (или бетонированную траншею, разделенную поперечными перегородками на секции) в которых они постепенно очищаются. После первичной очистки в начале системы (при наименьшем видовом составе микрофлоры) по мере интенсификации процессов самоочищения нарастает видовое разнообразие гидробионтов. Развивающиеся в массе бактерии и водоросли наряду с очисткой сточных вод обеспечивают и кормовую базу для бурного развития различных беспозвоночных, прежде всего ветвистоусых рачков: они, в свою очередь, являются ценным кормом для рыб. В последней ступени каскада в некоторых системах возможно выращивание посадочного материала.

Выносливость растительных и животных организмов в условиях загрязнения неодинакова и определяется их физиологическими особенностями. Наиболее чувствительные могут служить индикаторами состояния стоков. Например, при очистке сточных вод предприятий нефтяной и химической промышленности в отстойниках используют золотых рыбок и зеркального карпа: при увеличении загрязнения они становятся возбужденными. Чрезвычайная чувствительность щуки к загрязнению позволяет использовать ее для контроля за качеством питьевой воды: при

мере увеличения загрязнения у нее снижается частота электрических импульсов, которые использует рыба для ориентировки. Способность форели накапливать в тканях (особенно в печени) медь, ртуть, цинк, кадмий, марганец в количествах, превышающих допустимые, дала возможность определить рассеивание этих металлов на местности и обнаружить залежи меди.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные направления эволюционного развития рыб?
2. Что такое плотность воды и как она влияет на строение рыб?
3. Как зависит жизнедеятельность рыб от температурного режима водоема?
4. Каково влияние газового и солевого состава воды на основные физиологические функции организма рыбы?
5. Какова роль света, звука, электрических волн, запаха в водоеме и в жизни рыб?
6. Как влияют грунт и взвешенные частицы на жизнедеятельность рыб?
7. Какова роль поверхностного натяжения в жизни водоема?
8. Что Вы знаете о загрязнениях водоемов, вызванных деятельностью человека?

ГЛАВА I

СТРОЕНИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ

Строение и функции организма рыбы отражают его связь с водной средой.

Специфические приспособления рыб весьма многообразны. Возникновение и характер их обусловлены чрезвычайным разнообразием среды и образа жизни.

ФОРМА ТЕЛА И СПОСОБЫ ДВИЖЕНИЯ

Форма тела должна обеспечивать рыбе возможность передвигаться в воде (среде, значительно более плотной, чем воздух) с наименьшей затратой энергии и со скоростью, соответствующей ее жизненным потребностям.

Форма тела, отвечающая этим требованиям, выработалась у рыб в результате эволюции: гладкое, без выступов тело, покрытое слизью, облегчает движение; шипов нет; заостренная голова с прижатыми жаберными крышками и сжатыми челюстями рассекает воду; система плавников определяет движение в нужном направлении. В соответствии с образом жизни выделено до 12 различных типов формы тела. Наиболее характерные представлены на рис. 2.

1. Торпедовидный (веретенообразный). Тело рыб похоже на торпеду или веретено, оно хорошо обтекаемо, немного

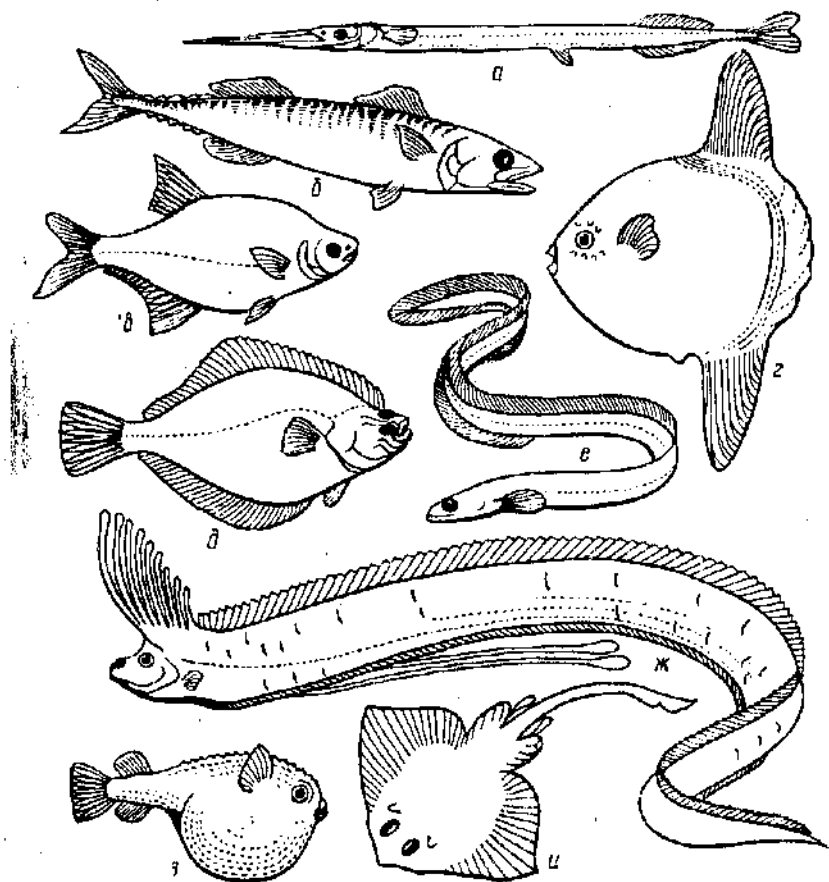


Рис. 2. Формы тела рыб:

а — стреловидная (сарган); б — торпедовидная (скумбрия); в — сплюснутая с боков, лещевидная (лещ обыкновенный); г — тип рыба-луна (рыба-луна); д — тип камбала (речная камбала); е — змеевидная (угорь); ж — лентовидная (сельдяной король); з — шаровидная (кузовок); и — плоская

сжато с боков и утончается к хвосту. Рыбы приспособлены к быстрому длительному плаванию в толще воды. Это наилучшие пловцы, совершающие продолжительные миграции к местам нагула и к местам икрометания (нерестилищам): тунец, макрель, сельдь, треска, лососи.

Такая же форма тела выработалась и у других хорошо плавающих водных животных, далеко отстоящих от рыб (китообразные и вымершие ихтиозавры).

2. Змеевидный. Тело вытянутое, змеевидное, округлос,

на поперечном разрезе образует овал. Плавают, змеевидно изгибаясь всем телом. Это миноги, угри.

3. Лентовидный. Тело, подобное ленте, вытянуто вдоль, плоское с боков. Пловцы плохие, живут в спокойных водах больших глубин (сельдяной король, рыба-сабля).

4. Стреловидный. Тело удлиненное, сжато с боков, примерно одинаковой высоты; хвост сильный, голова заострена, спинной плавник сдвинут сильно назад. Эти рыбы продолжительных плаваний не совершают, но на небольшом расстоянии развивают огромную скорость, набрасываясь на добычу. Это хищники — щука, таймень.

5. Сплюснутый. Здесь различают: а) симметрично-сжатую, лещевидную форму: тело высокое, сжатое с боков (лещ); б) несимметрично-сжатую: высокое, сжатое с боков тело несимметрично, глаза расположены на одной стороне (камбала).

Такая форма тела не способствует быстрому перемещению, эти рыбы плохие пловцы.

6. Плоский. Тело сплющено в дорсо-вентральном направлении (сверху вниз). Обычно двигаются мало, живут у дна (скаты).

7. Шаровидный. Тело в виде шара, иногда передний отдел окружен костным панцирем (кузовок). Самостоятельно передвигаться иногда почти не могут. Это скалозубы — *Tetradon*, *Diodon*.

Этими типами не исчерпывается многообразие форм тела рыб; у некоторых рыб форма тела является как бы промежуточной комбинацией нескольких типов.

Внешние признаки рыб имеют большое значение при их определении. Основные части тела — голова, туловище, хвост, плавники — очень варьируют у разных видов по размерам, форме, соотношению.

Форма головы очень разнообразна прежде всего в связи со строением ротового аппарата. Рыба-молот, пилорос (акулы), рыба-пила (скат), лопатонос (из осетровых), рыба-меч (из жумбриевидных), полурыл, копьерыл (из сарганообразных), игла (из пучкожаберных) своим названием обязаны видоизменениям челюстей; у бекасов, питающихся илом, рот трубкообразный.

Многие глубоководные рыбы имеют огромный (около $\frac{1}{4}$ длины тела) рот, благодаря которому они могут захватывать добычу, большую, чем они сами. Очень большой рот пресноводного хищника — ротана.

В прямой связи со способами питания находится положение рта (рис. 3). Различают верхний (планктоноядные рыбы), нижний (например, хищники) и нижний (бентосоядные) рот

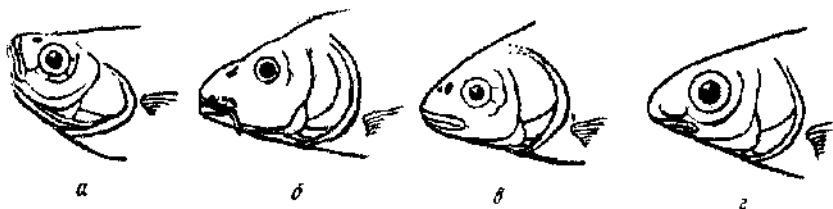


рис. 3. Положение рта у карповых рыб:

верхний у чехони; б — концевой у сазана; в — полунижний у волды, г — полуживой у ропушки

существуют и переходные формы — полуверхний и полунижний.

Многие рыбы (осетровые, карповые) имеют выдвижной рот, благодаря которому они легко роются в иле, отыскивая пищу (рис. 4). У круглоротых рот превращен в присоску.

У некоторых рыб (бычки, ротаны) голова вооружена шипами и колючками. Карп, сом и многие другие имеют усики (органы вкуса и осязания).

Впереди глаз обычно расположены носовые, или обонятельные, отверстия (у круглоротых — непарные, у рыб — парные). У акул и скатов ноздри помещаются на нижней стороне головы, остальных — на верхней.

Позади глаз у акул, скатов и осетровых имеется небольшое отверстие — брызгальце (рудимент нефункционирующей жаберной щели).

В задней части головы расположены жаберные отверстия, или щели. У круглоротых, скатов и акул количество этих отверстий соответствует количеству жаберных мешочков или жаберных дуг (5...7 с каждой стороны головы).

У рыб жаберный аппарат усложнен: жаберные дуги (их 5) мешаются в жаберной полости, под прикрытием жаберной крышки. На внутренней вогнутой стороне четырех жаберных дуг имеются тычинки, образующие сепальный аппарат, на внешней выпуклой стороне — жаберные лепестки (органы дыхания). Число и форма жаберных тычинок сильно варьируют в зависимости от образа жизни и, в частности, от характера питания рыбы. Задняя часть жаберной крышки не прикреплена к голове, и поэтому по бокам головы раздуваются жаберные щели,

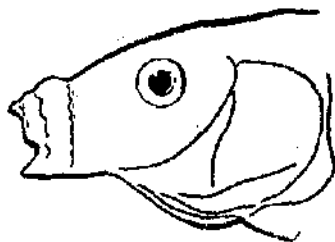


рис. 4. Выдвижной рот у сазана

Туловищный и хвостовой отделы тела рыб снабжены плавниками, благодаря которым она способна двигаться и удерживать равновесие. Лишенная плавников, она переворачивается брюшком вверх, поскольку центр тяжести помещается в спинной части.

Плавники — это кожистые выросты, опирающиеся на костные плавниковые лучи. Различают парные плавники, соответствующие конечностям высших позвоночных, и непарные (вертикальные) плавники.

Парные плавники — это грудные (р. *pectoralis-P*) и брюшные (р. *ventralis-V*). Грудные плавники наиболее развиты у летающих рыб (позволяют им пролетать до 800 м) или ползающих по суше тропических *Periophthalmus*. Брюшные плавники сильно варьируют по положению, они могут смещаться вниз и вперед, под грудные (окунь) или даже на глотку (тресковые), превращаться в присоску (бычки, пинагор).

Грудные и брюшные плавники выполняют функцию стабилизаторов, несущих плоскостей, рулей, иногда органов движения. С их помощью рыба поддерживает тело в нужном положении. При удалении их рыба плавает наклонно (в сторону удаленных плавников), а при перерезке грудных — хвостом вверх.

Непарные плавники представлены спинным (р. *dorsalis-D*), анальным (р. *analisis-A*) и хвостовым (р. *caudalis-C*) плавниками.

Количество спинных плавников варьирует (у карпа — 1, судака — 2, трески — 3). У скумбриевых за двумя спинными и анальным плавниками находятся многочисленные маленькие добавочные плавнички. У некоторых рыб может быть не один, а два анальных плавника. Так же варьируют функции плавников. У рыбы-прилипалы спинной плавник превращен в присоску, а у рыбы-парусника, достигая высоты 1,5 м и возвышаясь над водой, служит парусом. Непарные плавники обеспечивают устойчивость тела.

Хвостовой плавник у подавляющего большинства рыб выполняет роль движителя. Некоторые рыбы этого плавника не имеют (скаты).

Форма хвостового плавника также связана с образом жизни рыб. Неравнолопастный (гетероцеркальный) хвост большей частью сочетается с нижним ртом (акулы, осетровые).

У летающих рыб сильнее развивается нижняя часть хвоста и это помогает им выпрыгивать из воды. У некоторых глубоководных рыб нижняя лопасть хвостового плавника больше длины тела.

Форма хвостового плавника определяется и скоростью плавания: у хороших пловцов (тунцы) — хвост полулунный; медленнее плавает сельдь, имеющая виллообразный хвост, еи

медленнее — сазан, судак, лосось, обладающие выемчатым хвостом; у малоподвижного налима хвост округленный.

У некоторых рыб (лососевые, корюшковые, хариусовые, косяковые, косячки сомы) позади спинного есть жировой плавник (*apidosus*), не имеющий костной опоры.

В количестве и положении плавников возможны вариации. Парных плавников нет у круглоротых (миноги, миксины). Змеевидная форма тела обычно сопровождается потерей брюшных плавников (*Anguillidae*), а иногда и грудных (*Muraenidae*).

При определении видовой принадлежности рыб особенно важен подсчет количества лучей в спинном и анальном плавниках, так как у костистых оно соответствует числу позвонков на определенном участке тела.

Форма тела и его частей обуславливает возможность передвижения рыб (способы, скорость). Продвижение рыбы вперед обеспечивается колебаниями плавников и волной мышечных сокращений, возникающей сразу за головой поочередно с каждой стороны тела и движущейся к хвосту. Взаимодействие формы тела (обтекаемой, сплюсненной или иной), размеров, формы и расположения плавников позволяет рыбе наилучшим образом использовать гидродинамические силы, возникающие при движении. У хороших пловцов (акулы, осетровые) подъемная сила увеличивается за счет выпуклой спинной и уплощенной брюшной поверхности тела, грудных плавников и рыла, направленных под углом к движению. Движения хвоста и хвостового плавника перемещают тело вперед и изменяют направление движения в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Различия в форме тела и образе жизни рыб привели к их различиям в способах движения. Основные из них таковы:

1. Движение при помощи боковых колебательных изгибов всего тела. Скорость движения невелика. Таким способом передвигаются придонные рыбы, имеющие удлиненное тело (угри, бычки).

2. Движение при помощи частых боковых колебательных движений задней части тела. Передняя часть тела рассекает воду, задняя является двигателем. Рыбы имеют компактное тело и мощный хвостовой стебель. К этой группе относится большинство рыб.

Важная роль в обеспечении движения в водной толще принадлежит специальному гидростатическому органу — плавательному пузырю. У круглоротых и пластиножаберных (миноги, кулы) плавательного пузыря нет. Он появляется у более высокоорганизованных рыб. У костистых рыб, как правило, плавательный пузырь лежит в полости тела под позвоночником и почками над кишечником. Это однокамерный или двухкамерный орган, наполненный газами. Не имеют плавательного пузыря

Некоторые глубоководные рыбы, многие камбалы, а также рыбы, быстро меняющие глубину плавания (тунцы, скумбрии).

В эмбриональном периоде у всех рыб плавательный пузырь соединен с кишечником тонкой трубкой, и первоначальное наполнение пузыря воздухом совершается через кишечник. Взрослых рыб по связи плавательного пузыря с кишечником разделяют на две группы. У открыто-пузырных трубка остается полой, так что связь пузыря с кишечником сохраняется в течение всей жизни и рыбы, заглатывая воздух, могут заполнять им пузырь. Это осетровые и низкоорганизованные костистые — лососевые, сельдевые, карповые. У закрытопузырных проток, соединяющий пузырь с кишечником, замыкается, и пузырь оказывается изолированным от кишечника (все окуневые и пучкожаберные рыбы — колюшка, судак, окунь, морской конек и др.).

Таким образом, после того как в первые дни жизни у личинок всех рыб плавательный пузырь наполняется воздухом в результате заглатывания его ртом, регуляция содержания газов в пузыре совершается у открытопузырных рыб путем периодических заглатываний воздуха, а у закрытопузырных — секретацией газов стенками пузыря. Газовая секреция у открытопузырных рыб развита слабо. Газосекретирующие органы свойственны только рыбам.

Для выделения газов из крови в пузырь (газовая секреция) и наполнения его служат расположенные в передней части пузыря красные тела или газовые железы, — скопление артериальных и венозных капилляров, называемых за определенный порядок расположения и большую концентрацию их на малой площади «чудесной сеточкой». Например, у угря объем «чудесной сеточки» составляет 64 мм^3 (объем одной капли воды); она состоит из 88 тыс. венозных и 116 тыс. артериальных капилляров, общая длина которых достигает 352...800 м. В скоплениях секреторных клеток около аппарата Гольджи обнаруживаются пузырьки газа.

Удаление избытка газов из пузыря у открытопузырных рыб происходит через кровеносные сосуды стенки канала, соединяющего пузырь с кишечником, а также через рот. У закрытопузырных поглощение кислорода из пузыря совершается через овал (реабсорбционная газовая железа) — карманообразное, расположенное в задней части пузыря скопление капилляров.

Изменение содержания газов в плавательном пузыре вызывает изменение плотности тела и связанной с ней плавучести.

У личинок карпа первое наполнение плавательного пузыря воздухом происходит через 1...1,5 сут после выклева. Лишенные этой возможности, они плохо растут и погибают на 10...14 день.

Кроме гидростатической плавательный пузырь выполняет ряд добавочных функций: барорецептора, добавочного органа дыхания, резонатора звуков, звукоиздающего органа.

КОЖА, ЧЕШУЯ И ОРГАНЫ СВЕЧЕНИЯ

В кожном покрове рыб различают два слоя: наружный слой эпителиальных клеток, или эпидермис, и внутренний слой из соединительнотканых клеток — собственно кожа, дерма, кориум, кутис (рис. 5).

Кожа подстилается рыхлой соединительнотканной прослойкой (подкожная соединительная ткань, подкожная клетчатка). У многих рыб в подкожной клетчатке откладывается жир.

Эпидермис защищает организм от проникновения в него веществ извне. Он состоит из многослойного эпителия, форма клеток и количество слоев которого варьируют у разных рыб. Самый наружный слой эпителиальных клеток ороговеет, но в отличие от наземных позвоночных у рыб он не отмирает, сохраняя связь с живыми клетками. В течение жизни рыбы интенсивность ороговения эпидермиса не остается неизменной, наибольшей степени оно достигает у некоторых рыб перед нерестом: так, у самцов карповых и сиговых в некоторых местах тела (особенно на голове, жаберных крышках, боках и др.) появляется так называемая жемчужная сыпь — масса мелких белых бугорков, придающих коже шероховатость. После нереста она исчезает.

Кожа рыб отличается от кожи других позвоночных большим количеством слизи. Слизь образуется в специализированных железистых клетках, лежащих в эпидермисе. Это клетки трех форм: бокаловидные, колбовидные и зернистые. Присутствие всех форм определяет наибольшее количество слизи, при наличии одного вида клеток слизи выделяется значительно меньше.

Интенсивность выделения слизи у разных рыб различна. Как правило, рыбы с хорошо развитым чешуйчатым покровом выделяют слизи меньше (лососевые, окуневые). Рыбы, лишенные чешуи или чешуя которых редуцирована (круглоротые, некоторые сомы, линь, вьюн), выделяют слизи очень много. С бактерицидными свойствами слизи линя связывают повышенную устойчивость его к заражению паразитами, тогда как другие представители семейства карповых такой устойчивостью не обладают.

Роль слизи в жизненных отправлениях рыб очень велика: она уменьшает трение тела о воду (механическая защита), предотвращает попадание в организм паразитов и бактерий (бактерицидная защита), ускоряет свертывание крови в случаях ранений, способствует выведению веществ из организма, регули-

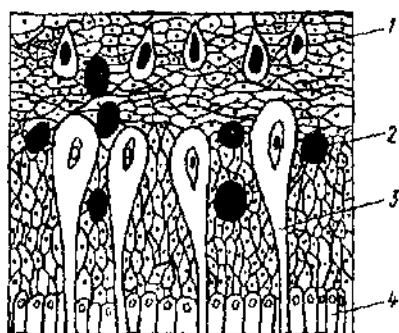


Рис. 5. Строение кожи у рыб (усач), цифрами обозначены клетки:

1 — бокаловидные; 2 — зернистые; 3 — колбовидные; 4 — базальные

рует проникновение воды и солей (осмотическая регуляция), осаждает мусть, склеивая частицы взвеси, в случае наличия в воде солей тяжелых металлов (медь, цинк, свинец, хром) коагулирующая слизь образует на коже защитный слой и,

наконец, выделяет специфический видовой запах. Слизь некоторых рыб ядовита. Слизь много вызывает у хищников нарушение пищеварения.

В одноклеточных железах кожи образуются феромоны — летучие (пахучие) вещества, выделяемые в окружающую среду и воздействующие на рецепторы других рыб. Они специфичны для разных видов, даже близкородственных; в некоторых случаях определена их внутривидовая дифференцировка (возрастная, половая).

У многих рыб, в том числе у карповых, образуется так называемое вещество страха (ихтиоптерин), которое выделяется в воду из тела пораненной особи и воспринимается ее сородичами как сигнал, извещающий об опасности.

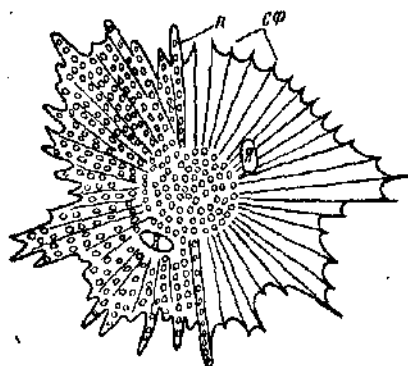
Ядовитые железы некоторых рыб, помещающиеся у основания шипов и плавниковых лучей (морской дракон), являются железистыми образованиями эпидермиса.

Среди акул и костистых (в большинстве глубоководных) рыб многие обладают способностью к люминесценции. Это свечение особого рода, при котором светотеплообразование (в отличие от обычного — возникающего при тепловом излучении — основанного на тепловом возбуждении электронов и потому сопровождающегося выделением тепла) связано с генерацией холодного света (необходимая энергия образуется в результате химической реакции). Некоторые виды генерируют свет сами, другие своим свечением обязаны симбиотическим светящимся бактериям, которые находятся на поверхности тела или в специальных органах. В обоих случаях светящиеся клетки или органы располагаются в эпидермисе, но иногда во внутренних органах, например в кишечнике.

В нижних слоях эпидермиса и в пограничных с ним слоях кориума залегают пигментные клетки — хроматофоры. Это звездчатые клетки со множеством отростков, включающие зернышки пигмента. Они определяют все разнообразие окраски

Рис. 6. Меланофор карася (справа — фаза контракции, слева — фаза экспансии):

я — ядра; л — пигментные зерна; сф — скелетная фибрилла



рыб, особенно яркой в тропиках. Различие в окраске достигается сочетанием разных хроматофоров: меланофоры имеют зерна черного пигмента, ксантофоры — желтого, эритрофоры — красного; гуанофоры или иридоциты не имеют пигментных зерен, но содержат кристаллики гуанина, благодаря которым рыбы приобретают серебристую окраску.

Интенсивность окраски определяется состоянием хроматофоров: при их расширении пигментные зерна растекаются на большее пространство и окраска тела становится яркой. Если хроматофоры сокращаются, пигментные зерна скапливаются в центре, оставляя большую часть клетки неокрашенной (рис. 6), и окраска тела бледнеет.

Форма пигментных клеток постоянна и у близких видов сходна, а состояние меняется в зависимости от различных факторов: температуры и газового режима водоема, возраста, пола, состояния организма (голод, размножение и т. п.), эмоций (возбуждение, страх) рыбы и др.

Окраска тела часто имеет приспособительное значение. У пелагических рыб обычно спина темная, а брюшко серебристо-белое, из-за чего рыба мало заметна. Общеизвестно приспособление окраски тела к цвету дна у камбал, бычков, морских нгг: они могут повторять даже рисунок шахматной доски, положенной на дно. При этом основную роль играет нервная система, воспроизводящая зрительные раздражения и вызывающая соответствующую реакцию пигментных клеток (у ослепленных рыб кожа не меняет окраску).

Изменение окраски в период размножения (появление брачного наряда), часто наблюдаемое в этот период различие в окраске самок и самцов происходят под влиянием гормональных факторов.

Собственно кожа обеспечивает прочность покрова. Она состоит из нескольких слоев соединительной ткани (у костистых рыб, например, из трех), пронизанных нервами и капиллярами. В этом же слое залегают специализированные клетки — склеробласты, выделяющие секрет, который, застывая, образует чешую (кожный скелет), основным назначением которой является

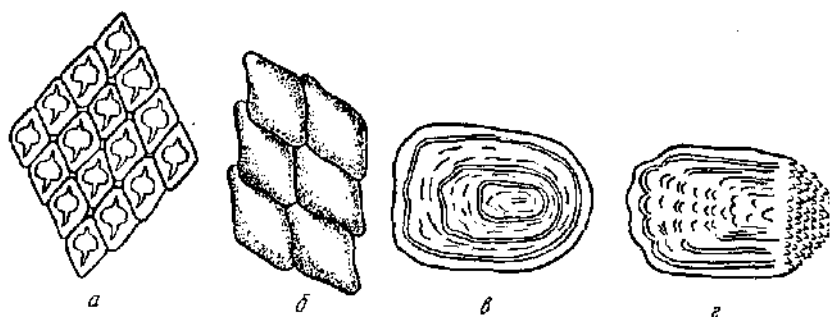


Рис. 7. Форма чешуи рыб:

а — плакоидная; б — ганоидная; в — циклоидная; г — ктеноидная

механическая защита тела. Наличие чешуи облегчает передвижение рыбы: токи обтекающей рыбу воды образуются в соответствии с рядами чешуй.

Все настоящие рыбы имеют чешую, но степень развития у разных видов различна. Некоторые, например сомы, скат утратили ее в процессе эволюции, поэтому отсутствие чешуи является вторичным явлением.

Размер чешуек сильно варьирует — от микроскопический у угрей до нескольких сантиметров у индийского усача. Так и разнообразна форма чешуек.

Различают три формы чешуи (рис. 7): плакоидная, ганоидная и костная. Плакоидная — наиболее древняя, сохранила 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 прилегают одна к 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 многоперсы. Кроме того, она имеется у осетровых в виде пластинок на верхней части хвостового плавника (фулькры) и жучек, разбросанных по телу (модификация нескольких слившихся ганоидных чешуек).

Постепенно видоизменяясь, чешуя теряла ганоин. У современных костистых рыб его уже нет, а 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 встре-

ется 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.

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 чешуй в продольном ряду не изменяются с возрастом рыбы, поэтому они служат показателями при систематическом определении.

В разрезе на каждой чешуйке различаются наружный покрывчатый слой (преимущественно неорганического состава) и нижний базальный (имеющий характер кости). Наверху покрывчатого слоя концентрическими слоями располагаются ребрышки — склериты. Образование склеритов происходит периодически, поэтому их ряды подсчитывают при определении возраста рыб (годовые кольца) и обратного расчисления роста.

Кожа рыб быстро регенерирует. Через нее происходит, с одной стороны, частичное выделение конечных продуктов обмена веществ, а с другой — поглощение некоторых веществ из внешней среды (кислород, угольная кислота, вода, сера, фосфор, кальций и другие элементы, играющие большую роль в жизнедеятельности). Большую роль играет кожа и как рецепторная поверхность: в ней располагаются термо-, баро-, хемо- и другие рецепторы.

В толще кориума образуются покровные кости черепа и пояса грудных плавников.

Через мышечные волокна миомеров, соединенные с ее внутренней поверхностью, кожа участвует в работе туловищно-хвостовой мускулатуры.

СКЕЛЕТ

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

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. 8).

Осевой скелет может быть представлен хордой или позвоночником. У круглоротых, осетровых и двоякодышащих хорда сохраняется в течение всей жизни. У всех остальных рыб она

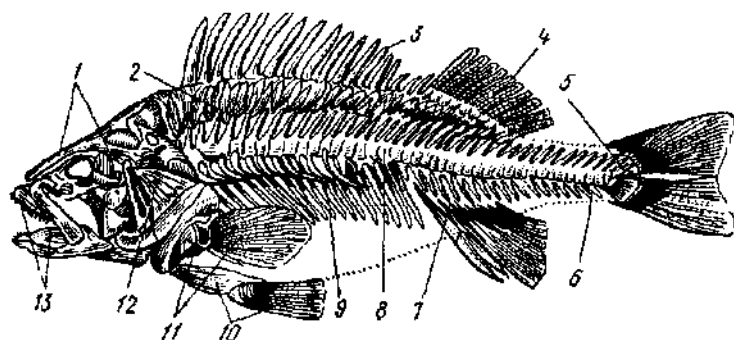


Рис. 8. Скелет костистой рыбы (окуня):

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

имеется на ранних этапах развития, а у взрослых заменяется позвоночником, состоящим из позвонков.

Черепная коробка соединена с позвоночником неподвижно. Шей у рыб нет. Это обусловлено спецификой образа жизни и среды обитания — необходимостью разрезать головой воду.

В процессе эволюции происходило усложнение и окостенение скелета.

У круглоротых хорда тянется от задней части черепа до хвоста в виде цельного несегментированного тяжа, состоящего из хрящевых и соединительнотканых элементов (спинная струна), к которому сверху плотно прилегают хрящевые позвоночные дуги. Хорда осетровых также еще не дифференцирована. У пластиножаберных (акуловых) рыб хорда покрыта хрящом и образует амфицельные (двояковогнутые) позвонки.

Костистые рыбы имеют окостеневший позвоночник, где выделяют туловищный и хвостовой отделы. Туловищный отдел расчленен на типичные амфицельные позвонки, 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 уплощен и служит для прикрепления лучей хвостового плавника. Он часто

меняет обычную форму: удлиняется и загибается концом вверх, образуя уrostиль.

Количество позвонков является систематическим признаком. Например, у северной сельди их 57, речного угря — 114, сома — 72, рыбы-луны — 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 «мускульные» — межмышечные или «туловищные» косточки, пронизывающие мышцы. Эти косточки образованы окостеневшими сухожилиями. Больше всего их у карповых рыб.

Череп рыб, так же как и осевой скелет, усложняется в процессе эволюции. У круглоротых нет черепной коробки: у них имеются отдельные, связанные соединительной тканью, хрящевые мозговые капсулы (обонятельная, слуховая, глазная).

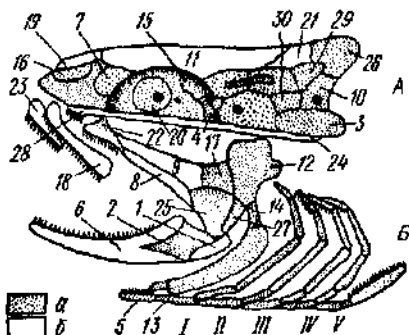
Хрящевые рыбы (акулы, скаты) имеют хрящевой череп, образованный сросшимися мозговыми капсулами, челюсти, вооруженные зубами. Челюстной аппарат соединяется с черепом. У осетровых, кроме того, возникает ряд кожных накладных костей, прикрывающих череп сверху, и настоящих костей, ограждающих череп снизу.

Высшие костистые рыбы в эмбриональном периоде проходят все эти этапы; сначала у них закладывается и развивается хрящевой череп, позднее происходит его окостенение, причем наряду с замещающими костями возникают и покровные.

В черепе костистых рыб выделяют два отдела: мозговой (осевой) и висцеральный (рис. 9). Многочисленные кости осевого отдела соединены неподвижно. Этим достигается надежная защита мозга. Висцеральный отдел черепа образуется челюстным и жаберным аппаратом. Он состоит из челюстной,

Рис. 9. Расположение костей в черепе костистой рыбы:

А — висцеральный скелет; Б — мозговой (жаберная крышка не нарисована); а — основные кости и хрящ; б — покровные кости; 1 — угловая; 2 — сочленовная; 3 — основная затылочная; 4 — основная клиновидная; 5 — купола; 6 — зубная; 7 — боковая обонятельная; 8 — наружная крыловидная; 9 — внутренняя крыловидная; 10 — боковая затылочная; 11 — лобная; 12 — подбасок; 13 — гиоид; 14 — окостеневшая связка; 15 — боковая клиновидная; 16 — средняя обонятельная; 17 — задняя крыловидная; 18 — верхнечелюстная; 19 — носовая; 20 — глазоклиновидная; 21 — теменная; 22 — небная; 23 — предчелюстная; 24 — парасфеноид; 25 — квадратная; 26 — верхняя затылочная; 27 — дополнительная; 28 — сошник; 29, 30 — ушные; I—V — жаберные дуги



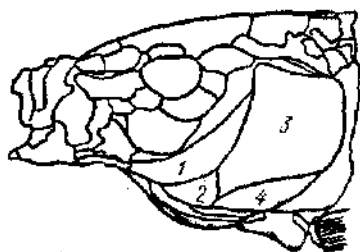


Рис. 10. Кости жаберной крышки:
1 — предкрышка; 2 — оперешечка; 3 —
крышка; 4 — подкрышка

подъязычной и пяти жаберных дуг, прикрытых жаберной крышкой.

Жаберная крышка состоит из четырех костей (рис. 10): предкрышечной (praeoperculum), крышечной (operculum), межкрышечной (interoperculum) и подкрышечной (Suboperculum). Они прикрывают пять жаберных дуг. На внутренней стороне четырех дуг расположены жаберные тычинки, а на внешней — жаберные лепестки (органы дыхания).

Кости челюстного и жаберного аппарата сочленены с черепом подвижно и, будучи взаимосвязанными, двигаются согласованно при помощи мышц.

На пятой жаберной дуге лепестков нет. У некоторых рыб эта дуга превращается в нижнеглоточную кость, и на ней образуются глоточные зубы, которые достигают наибольшего развития у карповых. Они располагаются в 1...3 ряда. Форма и расположение глоточных зубов являются систематическим признаком.

При описании систематического положения рыбы определяют форму глоточных зубов. Для этого целиком извлекают нижнеглоточную кость и подсчитывают глоточные зубы на последней жаберной дуге. При записи число зубов с правой и левой стороны головы разделяют горизонтальной чертой. Если зубы расположены не в один ряд, то ближе к черте записывают количество зубов на нижнем (внешнем) крае кости, затем количество зубов в других рядах. Например, формула 5—6 означает, что зубы однорядные, на левой стороне их 6, а на правой — 5; 3.5—5.3 означает, что зубы двухрядные, на левой стороне в одном ряду 3, в другом 5 зубов, с правой стороны в одном ряду 5; в другом 3 зуба.

У карповых имеется жерновок — роговое подушкообразное образование в верхней части глотки, служащее вместе с глоточными зубами для перетирания пищи.

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.

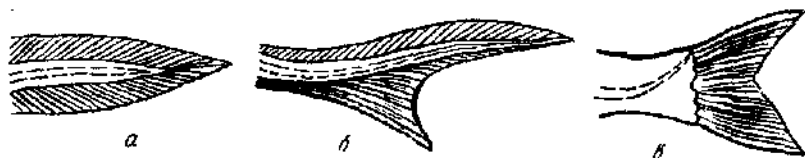


Рис. 11. Различные типы хвоста:

а — симметричный; б — несимметричный (гетероцеркальный); в — ложносимметричный

Скелет плавников являет собой опору, позволяющую рыбе пользоваться плавниками как рычагом или килем. У костистых рыб он представлен костными лучами, растягивающими кожистую плавательную перепонку.

Различают лучи жесткие и мягкие (нечленистые и членистые), которые, в свою очередь, разделяют на разветвленные и неразветвленные. Лучи соединяются с поясами конечностей или при помощи специальных косточек (грудной плавник), или непосредственно (брюшной плавник). Количество лучей в плавниках D и A подсчитывают при определении рыб, так как у костистых оно соответствует числу позвонков на определенном участке тела.

Обычно определяют число лучей в спинном и анальном плавниках, а в случае описания нового вида — во всех плавниках. Жесткие (неветвистые) обозначают римскими цифрами, мягкие (ветвистые) — арабскими. Например, D III 9 означает, что в спинном плавнике насчитывается 3 луча жестких и 9 лучей мягких.

В соответствии с формой и строением различают несколько типов хвостового плавника (рис. 11).

Все рыбы в эмбриональном и личиночном состоянии имеют прозрачную симметричную плавниковую кайму, огибающую конец позвоночника. Однако такая кайма у взрослых особей сохраняется только у круглоротых. У двоякодышащих позвоночник делит хвост на две равные части. Форма первично-симметричного хвоста (когда длинная ось тела делит его пополам) встречается редко.

У древних групп рыб (акулы, осетровые) хвост несимметричный, неравнолопастный или гетероцеркальный: конец позвоночника резко загибается вверх, лопасти хвоста разные.

У большинства костистых рыб, в том числе и у карпа, имеет место внутренняя асимметрия хвоста, образованная загнутым вверх уrostилем, но при этом как вторичное явление развивается наружносимметричная его форма. Такая форма называется ложносимметричной.

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

МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОРГАНЫ

Мышечную систему рыб, как и других позвоночных, разделяют на мышечную систему тела (соматическую) и внутренних органов (висцеральную). В первой выделяют мускулы туловища, головы и плавников. Внутренние органы имеют свою мускулатуру.

Мышечная система взаимосвязана со скелетом (опора при сокращении) и нервной системой (к каждому мышечному волокну подходит нервное волокно, и каждая мышца иннервируется определенным нервом). Нервы, кровеносные и лимфатические сосуды располагаются в соединительнотканной прослойке мышц, которая в отличие от мышц млекопитающих невелика.

У рыб, как и других позвоночных, сильнее всего развита туловищная мускулатура. Она обеспечивает плавание рыбы. У настоящих рыб она представлена двумя большими тяжами, расположенными вдоль тела от головы до хвоста (большая боковая мышца — *m. lateralis magnus*) (рис. 12). Продольной соединительнотканной прослойкой эта мышца делится на спинную (верхнюю) и брюшную (нижнюю) части.

Боковые мышцы разделены миоsepтами на миомеры, число которых соответствует количеству позвонков. Наиболее отчетливо миомеры видны у личинок рыб, пока их тела прозрачны.

Мышцы правой и левой стороны, попеременно сокращаясь, сгибают хвостовой отдел тела и изменяют положение хвостового плавника, благодаря чему тело движется вперед.

Над большой боковой мышцей вдоль тела между плечевым поясом и хвостом у осетровых и костистых лежит прямая боковая поверхностная мышца (*m. rectus lateralis*, *m. lateralis superficialis*). У лососевых в ней откладывается много жира. По нижней стороне тела тянется прямая брюшная мышца (*m. rectus abdominalis*); у некоторых рыб, например угрей, ее нет. Между ней и прямой боковой поверхностной мышцей располагаются косые мышцы (*m. obliquus*).

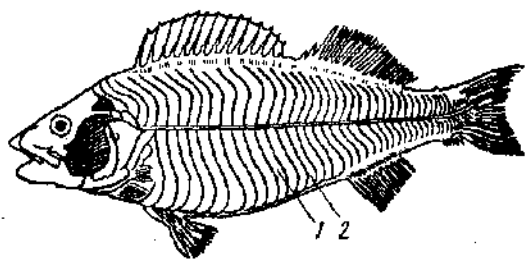


Рис. 12. Мускулатура костистой рыбы (окуня):

1 — миомеры; 2 — миоsepты

Группы мышц головы управляют движениями челюстного и жаберного аппаратов (висцеральная мускулатура). Плавники имеют свою мускулатуру.

Наибольшее скопление мускулов определяет и расположение центра тяжести тела: у большинства рыб он находится в спинной части.

Деятельность туловищных мышц регулируется спинным мозгом и мозжечком, а висцеральная мускулатура иннервируется периферической нервной системой, возбуждаемой произвольно. Различают поперечнополосатые (действующие в значительной степени произвольно) и гладкие мышцы (которые действуют независимо от воли животного). К поперечнополосатым относятся скелетные мышцы тела (туловищные) и мышцы сердца. Туловищные мышцы могут быстро и сильно сокращаться, однако скоро утомляются. Особенностью строения сердечных мышц является не параллельное расположение обособленных волокон, а разветвление их кончиков и переход из одного пучка в другой, что обуславливает непрерывную работу этого органа.

Гладкие мышцы также состоят из волокон, но гораздо более коротких и не обнаруживающих поперечной исчерченности. Это мышцы внутренних органов и стенок кровеносных сосудов, имеющие периферическую (симпатическую) иннервацию.

Поперечнополосатые волокна, а следовательно, и мышцы делят на красные и белые, различающиеся, как следует из названия, цветом. Цвет обусловлен наличием миоглобина — белка, легко связывающего кислород. Миоглобин обеспечивает дыхательное фосфорилирование, сопровождающееся выделением большого количества энергии.

Красные и белые волокна различны по целому ряду морфологических характеристик: цвету, форме, механическим и биохимическим свойствам (интенсивность дыхания, содержание гликогена и т. д.).

Волокна красной мышцы (*m. lateralis superficialis*) — тонкие, интенсивно кровоснабжаемые, расположенные более поверхностно (у большинства видов под кожей, вдоль тела от головы до хвоста), содержат в саркоплазме больше миоглобина; в них обнаружены скопления жира и гликогена. Возбудимость их меньше, отдельные сокращения длятся дольше, но протекают медленнее; окислительный, фосфорный и углеводный обмен интенсивнее, чем в белых.

В мышце сердца (красной) мало гликогена и много ферментов аэробного обмена (окислительный обмен). Она характеризуется умеренной скоростью сокращений и утомляется медленнее, чем белые мышцы.

В широких, более толстых, светлых — белых волокнах м. *Inermalis* *tragnus* миоглобина мало, меньше в них гликогена и деятельности ферментов. Углеводный обмен происходит преимущественно анаэробно, и количество выделяемой энергии меньше. Отдельные сокращения быстры. Мышцы быстрее сокращаются и утомляются, чем красные. Лежат они более глубоко.

Красные мышцы постоянно деятельны. Они обеспечивают длительную и непрерывную работу органов, поддерживают постоянное движение грудных плавников, обеспечивают изгиб тела при плавании и поворотах, непрерывную работу сердца.

При быстром движении, бросках активны белые мышцы, при медленном — красные. Поэтому наличие красных или белых волокон (мышц) зависит от подвижности рыб: «спринтеры» обладают почти исключительно белыми мышцами, у рыб, которые ведут продолжительные миграции, кроме красных боковых мышц имеются добавочные красные волокна в белых мышцах.

Основную массу мышечной ткани у рыб составляют белые мышцы. Например, у жереха, плотвы, чехони на их долю приходится 96,3; 95,2 и 94,9% соответственно.

Белые и красные мышцы различаются по химическому составу. В красных мышцах содержится больше жира, тогда как в белых мышцах больше влаги и белка.

Толщина (диаметр) мышечного волокна изменяется в зависимости от вида рыб, их возраста, величины, образа жизни у прудовых рыб — от условий содержания. Например, у карпа, выращенного на естественной пище, диаметр мышечного волокна составляет (мкм): у мальков — 5...19, сеголетков — 4...41, двухлетков — 25...50.

Туловищная мускулатура образует основную долю мяса рыбы. Выход мяса в процентах общей массы тела (мясистость) не одинаков у разных видов, а у особей одного вида различается в зависимости от пола, условий содержания и др.

Мясо рыб усваивается быстрее, чем мясо теплокровных животных. Оно чаще бесцветно (судак) или имеет оттенки (оранжевый — у лососевых, желтоватый — у осетровых и др.) в зависимости от наличия различных жиров и каротиноидов.

Основную массу белков мышц рыб составляют альбумины и глобулины (85%), всего же у разных рыб выделяют...7 фракций белков.

Химический состав мяса (вода, жиры, белки, минеральные вещества) различен не только у разных видов, но и в разных частях тела. У рыб одного вида количество и химический состав мяса зависят от условий питания и физиологического состояния рыбы.

В нерестовый период, особенно у проходных рыб, расходуются резервные вещества, наблюдается истощение и, как следствие, уменьшается количество жира и ухудшается качество мяса. У кеты, например, во время подхода к нерестилищам относительная масса костей увеличивается в 1,5 раза, кожи — в 2,5 раза. Мышцы оводняются — содержание сухого вещества снижается более чем в два раза; из мышц практически исчезают жир и азотистые вещества — рыба теряет до 98,4% жира и 57% белка.

Особенности окружающей среды (в первую очередь пищи и воды) могут сильно изменять пищевую ценность рыбы: в заболоченных, тинистых или загрязненных нефтепродуктами водоемах рыбы имеют мясо с неприятным запахом. Качество мяса зависит и от диаметра мышечного волокна, а также количества жира в мышцах. В значительной мере оно определяется соотношением массы мышечной и соединительной тканей, по которому можно судить о содержании в мышцах полноценных мышечных белков (по сравнению с неполноценными белками соединительнотканной прослойки). Это соотношение изменяется в зависимости от физиологического состояния рыбы и факторов внешней среды. В мышечных белках костистых рыб на белки приходится: саркоплазмы 20...30%, миофибрилл — 60...70, стромы — около 2%.

Все многообразие движений тела обеспечивает работа мышечной системы. Она главным образом обеспечивает и выделение тепла и электричества в организме рыбы. Электрический ток образуется при проведении нервного импульса по нерву, при сокращении миофибрилл, раздражении светочувствительных клеток, механохеморецепторов и др.

Своеобразие изменчивыми мышцами являются электрические органы. Эти органы развиваются из зачатков поперечнополосатой мускулатуры и расположены по бокам тела рыб. Они состоят из множества мышечных пластинок (у электрического угря их около 6000), преобразованных в электрические пластинки (электроциты), пересланываемые студенистой соединительной тканью. Нижняя часть пластинки заряжена отрицательно, верхняя — положительно. Разряды происходят под действием импульсов продолговатого мозга. Вследствие разрядов вода разлагается на водород и кислород, поэтому, например, в заморных водоемах тропиков около электрических рыб скапливаются мелкие обитатели — моллюски, рачки, привлеченные более благоприятными условиями дыхания.

Электрические органы могут располагаться в разных частях тела: например, у ската морской лисницы — на хвосте, у электрического сома — на боках.

Генерируя электрический ток и воспринимая силовые линии,

искаженные встречающимися на пути предметами, рыбы ориентируются в потоке, обнаруживают препятствия или добычу с расстояния нескольких метров даже в мутной воде.

В соответствии со способностью к генерации электрических полей рыб разделяют на три группы:

1. Сильно электрические виды — имеют большие электрические органы, генерирующие разряды от 20 до 600 и даже 1000 В. Основное назначение разрядов — нападение и оборона (электрический угорь, электрический скат, электрический сом).

2. Слабоэлектрические виды — имеют небольшие электрические органы, генерирующие разряды напряжением менее 17 В. Основное назначение разрядов — локация, сигнализация, ориентация (обитающие в мутных реках Африки многие мормириды, гимнотиды, некоторые скаты).

3. Неэлектрические виды — не имеют специализированных органов, но обладают электрической активностью. Генерируемые ими разряды распространяются на 10...15 м в морской воде и до 2 м в пресной воде. Основное назначение генерируемого электричества — локация, ориентация, сигнализация (многие морские и пресноводные рыбы: например, ставрида, атерина, окунь и др.).

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 других рыб перед анусом имеется клоака — расширение, куда изливается прямая кишка и протоки мочевой и половой систем.

В строении разлнчных 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 отфильтрования, отжатия пищи от воды (мирные) или для захватывания и удержания добычи (хищники); железистые клетки ротовой полости и глотки выделяют слизь, которая не имеет пищеварительных ферментов и способствует лишь проглатыванию пищи, а также защищает эпителий ротовой полости со вкрапленными вкусовыми почками (рецепторами).

Мощный и подвижный язык имеют только круглоротые, у костистых рыб он не обладает собственной мускулатурой.

В строении ротовой полости отражается приспособленность к определенному виду пищи. Рот обычно снабжен зубами. У хищников они располагаются как на челюстях, так и на дру-

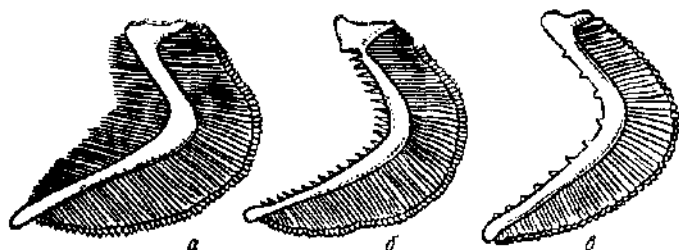


Рис. 13. Жаберные тычинки планктоноядной (а), бентосоядной (б), хищной (в) рыб

гих костях полости рта, иногда даже на языке; они острые, часто крючковобразные, наклонены внутрь к глотке и служат для схватывания и удержания жертвы.

Зубы рыб прирастают к костям или соединяются с ними подвижно. По мере снашивания они заменяются новыми. Наличие эмалевого колпачка и слоев дентина они напоминают зубы высших позвоночных.

У мирных рыб (многие сельдевые, карповые и др.) на челюстях зубов нет.

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 (рис. 13). Они так тонки, длинны и многочисленны у рыб, питающихся планктоном (планктонофагов), что образуют фильтрующий аппарат. У некоторых рыб (сельдь, некоторые сиги) для этого есть эпителиальные папиллы, расположенные на жаберных дужках. У толстолобика, использующего фитопланктон, они даже срастаются в сеточку. Отцеженный комочек пищи направляется в пищевод.

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 некоторых бентосоядных рыб на задней жаберной дуге имеются широкие и массивные глоточные зубы (рис. 14). Они служат для перетирания пищи. Наиболее сильно глоточные зубы развиты у карповых и камбаловых рыб. У карповых они



Рис. 14. Глоточные зубы сазана

разнообразны по строению. Кроме глоточных зубов в перетирании пищи у них участвуют жерновки. Форма, количество и расположение глоточных зубов имеют систематическое значение.

Следующий за глоткой пищевод, обычно короткий, широкий и прямой с сильными мускулистыми стенками проводит пищу в желудок. В стенках пищевода имеются многочисленные клетки, выделяющие слизь. У открытых пузырных рыб в пищевод открывается проток плавательного пузыря.

Желудок чаще мешковидно расширен; на большей величины он достигает у хищников. Однако не все рыбы имеют желудок. К безжелудочным относятся карповые, многие бычки и некоторые другие.

В слизистой оболочке желудка имеются железистые клетки специфические для этого отдела пищеварительного тракта, вырабатывающие соляную кислоту и пепсин, расщепляющий белки в кислой среде и слизь. Здесь у хищных рыб переваривается основная часть пищи.

В начальную часть кишечника (тонкую кишку) впадают желчный проток и проток поджелудочной железы. По ним в кишечник попадают желчь и ферменты поджелудочной железы под действием которых происходит расщепление белков до аминокислот, жиров до глицерина и жирных кислот и расщепление полисахаридов до сахаров, главным образом глюкозы.

В кишечнике в условиях щелочной реакции переваривание заканчивается. Особенно интенсивно оно происходит в переднем участке, имеющем больше пищеварительных соков. Здесь присутствует ряд ферментов, расщепляющих белки, жиры и углеводы. Важное значение имеет пристеночное пищеварение, которое, в частности, регулирует гидролиз крахмала.

В кишечнике происходит всасывание питательных веществ: наиболее интенсивно протекающее в заднем участке. Этому способствует складчатое строение его стенок, наличие в них ворсинкообразных выростов, пронизанных капиллярами и лимфатическими сосудами, наличие клеток, секретирующих слизь.

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).

У многих видов в начальной части кишечника помещаются слепые отростки — пилорические придатки, число которых сильно

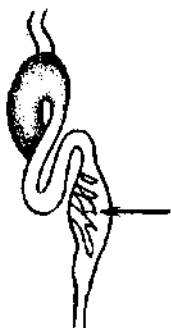


Рис. 15. Спиральный клапан (указан стрелкой)



Рис. 16. Пилорические придатки (указаны стрелкой)

ю варьирует: от 3 у окуня до 400 у лососей (у осетровых они рослись) (рис. 16). Карповые, сомовые, щуки и некоторые другие рыбы пилорических придатков не имеют. Этот орган играет большую роль в пищеварении. Так, у радужной форели количество и длину отростков связывают с перевариваемостью жира и протеина, их общая длина более чем в 6 раз превышает длину кишечника, а их внутренняя поверхность в 3,2 раза превышает всасывающую поверхность переднего (тонкого) отдела кишечника. Гистологическое строение пилорических придатков одинаково со строением переднего отдела кишечника. Таким образом, при помощи пилорических придатков всасывающая поверхность кишечника увеличивается в несколько раз. В них происходит активный гидролиз белковых соединений: предполагают, что в пилорических придатках секретируются некоторые пищеварительные ферменты.

У рыб, не имеющих желудка, кишечный тракт представляет собой большей частью недифференцированную трубку, сужающуюся к концу. У некоторых рыб, в частности у карпа, передняя часть кишечника расширена и напоминает по форме желудок. Однако это лишь внешняя аналогия: здесь нет характерных для желудка желез, вырабатывающих пепсин.

У безжелудочных рыб переваривание пищи происходит в кишечнике, здесь же происходит всасывание питательных веществ.

Строение, форма и длина пищеварительного тракта разнообразны в связи с характером пищи (объектами питания, их своеобразием), особенностями переваривания. Наблюдается определенная зависимость длины пищеварительного тракта от рода рыбы. Так, относительная длина кишечника (отношение длины кишечника к длине тела) составляет у растительноядных (карася и толстолобика) — 6...15, у всеядных (карася и карпа) — 2...3, у хищных (щуки, судака, окуня) — 0,6...1,2.

Относительную длину кишечника рекомендуют использоватьряду с другими селекционными признаками в племенной работе.

Печень — крупная пищеварительная железа, по размеруступающая у взрослых рыб только гонадам. Ее масса составляет у акул 14...25%, у костистых — 1...8% массы тела. Сложная трубчато-сетчатая железа, по происхождению связанная с кишечником. У зародышей является его слепым выростом.

У большинства рыб, кроме некоторых лососевых, печень имеет многолопастную форму: в ней различают две, три, четыре, а у карповых даже семь лопастей.

В печеночной паренхиме тянутся печеночные артерии, а также желчные сосуды, собирающие желчь, вырабатываемую печеночными клетками.

Желчные протоки проводят желчь в желчный пузырь (только у единичных видов его нет). Желчь благодаря щелочной реакции нейтрализует кислую реакцию желудочного сока. Сэмульгирует жиры, активирует липазу — фермент поджелудочной железы.

Из пищеварительного тракта вся кровь медленно протекает через печень. В печеночных клетках кроме образования желчи происходит обезвреживание попавших с пищей чужеродных веществ и ядов, откладывается гликоген, а у акул и тресковых (треска, налим и др.) — жир и витамины. Пройдя через печень, кровь по печеночной вене направляется к сердцу.

Объем печеночных клеток меняется под влиянием интенсивности синтеза и расхода углеводов, которые обусловлены, в свою очередь, температурой окружающей среды, подвижностью, половой зрелостью рыб, интенсивностью питания и качеством пищи. Поэтому цвет и плотность ткани и общая масса печени сильно колеблются в зависимости от биологических особенностей рыбы и сезона года.

При обильном полноценном питании печень приобретает красно-коричневый цвет с глянцевым отливом и некоторую упругость, масса ее увеличивается; у голодающих рыб она становится дряблой, тусклой, мутной, желто-зеленой, ее объем и масса сильно уменьшаются. У прудовых карповых рыб к осени печень достигает максимальных размеров и массы и становится самой тяжелой из всех органов в полости тела; к весне, после длительного зимнего голодания, масса ее резко снижается. Сокращение объема печеночных клеток после нереста установилось у радужной форели.

Барьерная функция печени (очистка крови от вредных веществ) обуславливает ее важнейшую роль не только в питании, но и кровообращении.

Поджелудочная железа — сложная альвеолярная железа, также производная кишечника, является компактным органом

только у акул и немногих других рыб. У большинства рыб она визуально не обнаруживается, так как диффузии внедрена в ткань печени (большей частью), и поэтому ее можно различить только на гистологических препаратах. Каждая долька связана с артерией, веной, нервным окончанием и протоком, выводящим секрет к желудочному пузырю. Обе железы носят общее название *hepatopancreas*.

У карповых рыб (лечь, серебряный карась, сазан) поджелудочная железа представлена скоплением специализированных групп клеток, которые локализуются 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.

У костистых рыб (впервые среди позвоночных) встречаются в паренхиме поджелудочной железы островки Лангерганса, в которых многочисленны клетки, синтезирующие инсулин, выделяемый прямо в кровь и регулирующий углеводный обмен.

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

Из мешкообразного впячивания спинной части начала' кишечника образуется у рыб плавательный пузырь — орган, свойственный только рыбам.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА И ГАЗООБМЕН

Эволюция рыб привела к появлению жаберного аппарата, увеличению дыхательной поверхности жабр, а отклонение от основной линии развития — к выработке приспособлений для использования кислорода воздуха. Большинство рыб дышит растворенным в воде кислородом, но есть виды, приспособившиеся частично и к воздушному дыханию (двоякодышащие, прыгун, змееголов и др.).

Основные органы дыхания. Основным органом извлечения кислорода из воды являются жабры.

Форма жабр разнообразна и зависит от видовой принадлежности и подвижности: мешочки со складочками (у рыбообразных), пластинки, лепестки, пучки слизистой, 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 складка-

Вид рыб	(Ластя. v)	Цыхатльня по верхность Жалр, см ² /г
Серебряный карась	10	1,7
Камбала	135	6,7
Окунь	73	16,7
Угорь	100	0,9
Плотва	100	1,9
Форель	100	2,2
Тунец	100	26,0

ми — лепесточками. В них и происходит газообмен. Число лепестков варьирует; на 1 мм жаберного лепестка их приходится) у щуки — 15, камбалы — 28, окуня — 36. В результате полезная дыхательная поверхность жабр очень велика (табл. 2). 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. В капиллярах кровь течет и на протяжении, противоположном току воды (рис. 17). Более активные рыбы имеют большую поверхность жабр: у окуня она почти в 2,5 раза больше, чем у камбалы. Противоток крови в капиллярах и омывающей жаберы воды обеспечивает полное насыщение крови кислородом (рис. 18). При вдохе рот открывается) жаберные дуги отходят в стороны, жаберные крышки наружным давлением плотно прижимаются к голове и закрывают жаберные щели. Вследствие уменьшения давления вода всасывается в жаберную полость, омывая жаберные лепестки. При выдохе рот закрывается, жаберные дуги и жаберные крышки сближаются, давление в жаберной полости увеличивается, жаберные щели открываются и вода выталкивается через них наружу.

При плавании рыбы ток воды может создаваться за счет движения с открытым ртом. Таким образом, жаберные расположены как бы между двумя насосами — ротовым (связанным с ротовыми мышцами) и жаберным (связанным с движением жаберной крышки), работа которых создает прокачивание воды и вентиляцию жабр. За сутки через жаберы прокачивается меньше 1 м³ воды на 1 кг массы тела.

В капиллярах жаберных лепесточков из воды поглощается кислород (он связывается гемоглобином крови) и выделяются двуокись углерода, аммиак, мочевина.

Большую роль играют жаберы и в водносолевом обмене, регулируя поглощение или выделение воды и солей. Жаберный аппарат чутко реагирует на состав воды: такие токсиканты, как

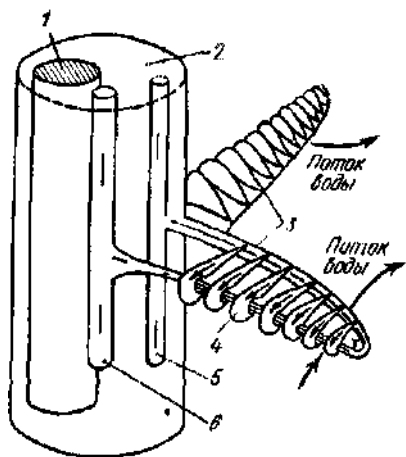


Рис. 17. Схема противотока крови и воды в жабрах рыб:

1 — хрящевой стержень; 2 — жаберная дуга; 3 — жаберные лепестки; 4 — жаберные пластинки; 5 — приносящая артерия от брюшной аорты; 6 — выносящая артерия к спинной аорте

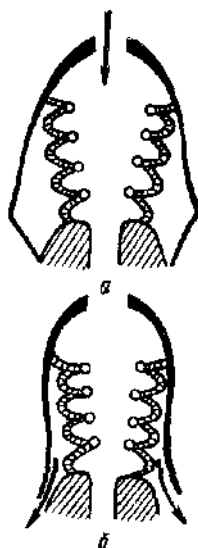


Рис. 18. Механизм дыхания нзрослой рыбы:
и — вдох* б — выдох

ммиак, нитриты, CO_2 при повышенном содержании поражают аспираторные складки в первые же 4 ч контакта.

Замечательны приспособления для дыхания у рыб в эмбриональный период развития — у зародышей и личинок, когда жаберный аппарат еще не сформирован, а кровеносная система же функционирует. В это время органами дыхания служат: а) поверхность тела и система кровеносных сосудов — Кювьеровы протоки, вены спинного и хвостового плавников, подкишечная вена, сеть капилляров на желточном мешке, голове, плавниковой кайме и жаберной крышке; б) наружные жабры (рис. 19). Это временные, специфические личиночные образования, исчезающие после образования дефинитивных органов дыхания. Чем хуже условия дыхания эмбрионов и личинок, тем сильнее развивается кровеносная система или наружные жабры. Поэтому у рыб, близких в систематическом отношении, но различающихся экологией нереста, степень развития личиночных органов дыхания различна.

Дополнительные органы дыхания. К дополнительным приспособлениям, помогающим переносить неблагоприятные кислородные условия, относятся водное кожное дыхание, т. е. использо-

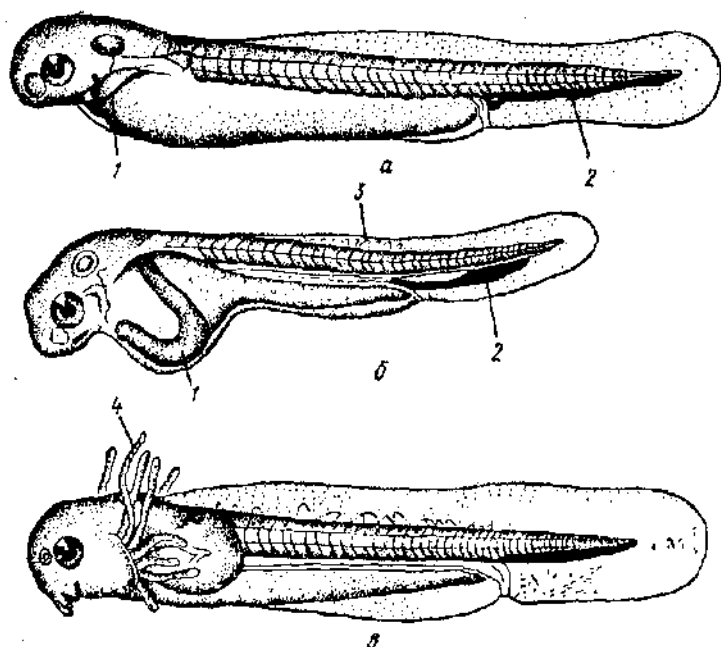


Рис. 19. Органы дыхания у эмбрионов рыб:

а — пелагическая рыба; б — карп; в — вьюн; 1 — Кювьеровы протоки; 2 — нижняя хвостовая вена; 3 — сеть капилляров; 4 — наружные жабры

вание растворенного в воде кислорода при помощи кожи, и воздушное дыхание — использование воздуха при помощи плавательного пузыря, кишечника или через специальные добавочные органы (рис. 20).

Дыхание через кожу тела — одна из характерных особенностей водных животных. И хотя у рыб чешуя затрудняет дыхание поверхностью тела, у многих видов роль так называемого кожного дыхания велика, особенно в неблагоприятных условиях. По интенсивности такого дыхания пресноводных рыб делят на три группы:

1. Рыбы, приспособившиеся жить в условиях сильного дефицита кислорода. Это рыбы, населяющие хорошо прогреваемые, с повышенным содержанием органических веществ водоемы, в которых часто наблюдается недостаток кислорода. У этих рыб доля кожного дыхания в общем дыхании составляет 17... 22%, у отдельных особей — 42... 80%. Это карп, карась, сом, угорь, вьюн. При этом рыбы, у которых кожа имеет наибольшее значение в дыхании, лишены чешуи или она мелкая и не образует сплошного покрова. Например, у вьюна 63% кислорода

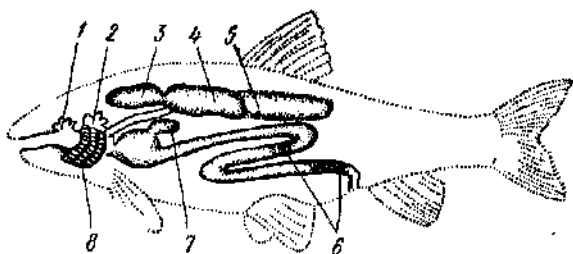


Рис. 20. Органы водного и воздушного дыхания у взрослых рыб:

1 — выпячивание ротовой полости; 2 — наджаберный орган; 3, 4, 5 — отделы плавательного пузыря; 6 — участки поглощения кислорода в кишечнике; 7 — выпячивание в желудке; 8 — жабры

поглощается кожей, 37% — жабрами; при выключении жабр через кожу потребляется до 85% кислорода, а остальная часть поступает через кишечник.

2. Рыбы, испытывающие меньший недостаток кислорода и попадающие в неблагоприятные условия реке. К ним относятся обитающие у дна, но в проточной воде, осетровые — стерлядь, осетр, севрюга. Интенсивность кожного дыхания у них составляет 9...12%.

3. Рыбы, не попадающие в условия дефицита кислорода, живущие в проточных или непроточных, но чистых, богатых кислородом водах. Интенсивность кожного дыхания не превышает 3,3...9%. Это сиги, корюшка, окунь, ерш.

Через кожу происходит также выделение углекислоты. Так, у вьюна этим путем выделяется до 92% общего количества.

В извлечении кислорода из воздуха во влажной атмосфере участвует не только поверхность тела, но и жабры. Важное значение при этом имеет температура.

Наибольшей выживаемостью во влажной среде отличаются карась (11 сут), линь (7 сут), сазан (2 сут), в то же время лещ, красноперка, укляя могут жить без воды всего несколько часов и то при низкой температуре.

При перевозке живой рыбы без воды кожное дыхание почти целиком обеспечивает потребность организма в кислороде.

У некоторых рыб, живущих в неблагоприятных условиях, выработались приспособления для дыхания кислородом воздуха. Например, дыхание при помощи кишечника. В стенках кишечника образуются скопления капилляров. Воздух, заглатываемый рыбой, проходит через кишечник, и в этих местах кровь поглощает кислород и выделяет двуокись углерода, при этом из воздуха поглощается до 50% кислорода. Такой вид дыхания свойствен вьюновым, некоторым сомовым и карповым рыбам; значение его у разных рыб неодинаково. Например, у вьюна

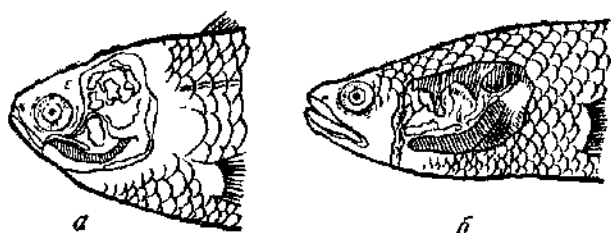


Рис. 21. Наджаберные органы дыхания анабаса (а) и змееголова (б)

в условиях большого недостатка кислорода именно этот способ дыхания становится почти равным жаберному.

При заморах рыбы заглатывают ртом воздух; воздух аэрирует находящуюся в ротовой полости воду, которая проходит затем через жабры.

Другим способом использования атмосферного воздуха служит образование специальных добавочных органов: например, лабиринтового у лабиринтовых рыб, наджаберного у змееголова и др.

Лабиринтовые рыбы имеют лабиринт — расширенный карманообразный участок жаберной полости, складчатые стенки которого пронизаны густой сетью капилляров, в которых происходит газообмен. Таким способом рыбы дышат кислородом атмосферы и могут находиться вне воды в течение нескольких дней (тропический окунь-ползун *Anabas* sp. выходит из воды и лазит по камням и деревьям) (рис. 21).

У тропических илестых прыгунов (*Periophthalmus* sp.) жабры окружены губкообразной тканью, пропитанной водой. При выходе этих рыб на сушу жаберные крышки плотно закрываются и предохраняют жабры от высыхания. 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 °С. Для нормальной жизнедеятельности змееголову, как и ползуна, нужен и растворенный в воде кислород, и атмосферный. Однако во время зимовки в прудах, покрытых льдом, он атмосферным воздухом не пользуется.

Для использования кислорода воздуха предназначен и плавающий пузырь. Наибольшего развития как орган дыхания он достигает у двоякодышащих рыб. У них он ячеистый и 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 погоне за добычей, когда поступление кислорода через органы дыхания оказывается недостаточным. В неблагоприятных кислородных условиях воздух плавательного пузыря у многих рыб используется для дыхания. Вьюн и угорь могут в течение нескольких дней жить вне воды при условии сохранения влажности кожи и жабр: если в воде жабры обеспечивают угрю 85... 90% общего поглощения кислорода, то в воздухе — только треть. Вне воды угорь использует для дыхания кислород плавательного пузыря и воздух, проходящий через кожу и жабры. Это позволяет ему даже переползать из одного водоема в другой. Карп и сазан, которые не имеют каких-либо специальных приспособлений для использования атмосферного воздуха, при нахождении вне воды частично поглощают кислород из плавательного пузыря.

Осваивая различные водоемы, рыбы приспособились к жизни при разных газовых режимах. Наиболее требовательны к содержанию кислорода в воде лососевые, которым для нормальной жизнедеятельности нужна концентрация кислорода 4,4... 7 мг/л; хариус, голавль, налим хорошо себя чувствуют при содержании не менее 3,1 мг/л; карповым обычно достаточно 1,9... 2,5 мг/л.

Каждому виду свойствен свой кислородный порог, т. е. минимальная концентрация кислорода, при которой рыба гибнет. Форель начинает задыхаться при концентрации кислорода 1,9 мг/л, судак и лещ погибают при 1,2, плотва и красноперка — при 0,25... 0,3 мг/л; у сеголетков-карпов, выращенных на естественной пище, кислородный порог отмечен при 0,07... 0,25 мг/л, а для двухлетков — 0,01... 0,03 мг/л кислорода. Караси и ротаны — частичные анаэробы — несколько суток могут жить совсем без кислорода, но при низкой температуре. Предполагают, что сначала организм использует кислород из плавательного пузыря, затем — гликоген печени и мышц. По-видимому, рыбы имеют специальные рецепторы в передней части спинной аорты или в продолговатом мозгу, воспринимающие падение концентрации кислорода в кровяной плазме. Выносливости рыб способствует большое количество каротиноидов в нервных клетках мозга, которые способны накапливать кислород и отдавать его при недостатке.

Интенсивность дыхания зависит от биотических и абиотических факторов. Внутри одного вида она изменяется в зависимости от размера, возраста, подвижности, активности питания, пола, степени зрелости гонад, физико-химических факторов сре-

ды. По мере роста рыб активность окислительных процессов в тканях уменьшается; созревание гонад, наоборот, вызывает увеличение потребления кислорода. Расход кислорода в организме самцов выше, чем у самок.

На ритм дыхания кроме концентрации в воде кислорода влияют содержание CO_2 , pH, температура и др. Например, при температуре 10°C и содержании кислорода 4,7 мг/л форель совершает 60...70 дыхательных движений в минуту, а при 1,2 мг/л частота дыхания возрастает до 140...160; карп при 10°C дышит почти вдвое медленнее, чем форель (30...40 раз в минуту), зимой он совершает в минуту 3...4 и даже 1...2 дыхательных движения.

Как и резкий недостаток кислорода, на рыб губительно действует чрезмерное перенасыщение им воды. Так, летальной границей для эмбрионов щуки является 400% насыщения воды кислородом, при 350...430% насыщения нарушается двигательная активность эмбрионов плотвы. Прирост осетровых снижается при 430% насыщения.

Инкубация икры в перенасыщенной кислородом воде приводит к замедлению развития эмбрионов, сильному увеличению отхода и количества уродов и даже гибели. У рыб появляются пузырьки газа на жабрах, под кожей, в кровеносных сосудах, органах, а затем наступают судороги и смерть. Это называется газовая эмболия или газопузырьковая болезнь. Однако гибель наступает не из-за избытка кислорода, а из-за большого количества азота. Например, у лососевых личинки и мальки гибнут при 103...104%, сеголетки — 105...113, взрослые рыбы — при 118% насыщения воды азотом.

Для поддержания оптимальной концентрации кислорода в воде, обеспечивающей наиболее эффективное течение физиологических процессов в организме рыб, нужно использовать аэрационные установки.

К небольшому пересыщению кислорода рыбы адаптируются быстро. У них повышается обмен и как результат увеличивается потребление корма и снижается кормовой коэффициент, развитие эмбрионов ускоряется, отходы снижаются.

Для нормального дыхания рыб очень важно содержание в воде CO_2 . При большом количестве двуокиси углерода дыхание рыб затруднено, так как уменьшается способность гемоглобина крови связывать кислород, насыщение кислородом крови резко снижается и рыба задыхается. При содержании CO_2 в атмосфере 1...5% CO_2 крови не может поступать наружу, а кровь не может принимать кислород даже из насыщенной кислородом воды.

Главным отличием кровеносной системы рыб от других позвоночных является наличие одного круга кровообращения и двухкамерного сердца, наполненного венозной кровью (за исключением двоякодышащих и кистеперых).

Сердце состоит из одного желудочка и одного предсердия и помещается в околосердечной сумке, сразу за головой, позади последних жаберных дуг, т. е. по сравнению с другими позвоночными сдвинуто вперед. Перед предсердием имеется венозная пазуха, или венозный синус, со спадающими стенками; через эту пазуху кровь поступает в предсердие, а из него — в желудочек.

Расширенный начальный участок брюшной аорты у низших рыб (акулы, екаты, осетровые, двоякодышащие) образует сходящийся артериальный конус, а у высших рыб — луковичу аорты, стенки которой сокращаться не могут. Обратному току крови препятствуют клапаны.

Схема кровообращения в самом общем виде представлена следующим образом. Венозная кровь, заполняющая сердце, при сокращениях сильного мускульного желудочка через артериальную луковичу по брюшной аорте направляется вперед и поднимается в жаберы по приносящим жаберным артериям. У костистых рыб их четыре с каждой стороны головы — по числу жаберных дуг. В жаберных лепестках кровь проходит через капилляры и окисленная, обогащенная кислородом направляется по выносящим сосудам (их также четыре пары) в корни спинной аорты, которые затем сливаются в спинную аорту, идущую вдоль тела назад, под позвоночником. Соединение корней аорты спереди образует характерный для костистых рыб головной круг. Вперед от корней аорты ответвляются сонные артерии.

От спинной аорты идут артерии к внутренним органам и мускулатуре. В хвостовом отделе аорта переходит в хвостовую артерию. Во всех органах и тканях артерии распадаются на капилляры. Собирающие венозную кровь венозные капилляры впадают в вену, несущую кровь к сердцу. Хвостовая вена, начинающаяся в хвостовом отделе, войдя в полость тела, разделяется на воротные вены почек. В почках разветвления воротных вен образуют воротную систему, а выйдя из них, сливаются в парные задние кардинальные вены. В результате слияния вен задних кардинальных с передними кардинальными (яремными), собирающими кровь из головы, и подключичными, приносящими кровь из грудных плавников, образуются два Кювьева протока, по которым кровь попадает в венозный синус. Кровь из пищеварительного тракта (желудка, кишечника) и селезенки, идущая по нескольким венам, собирается в воротную

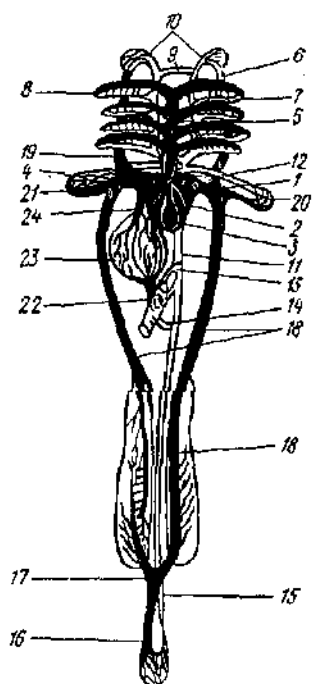


Рис. 22. Схема кровеносной системы костистой рыбы:

1 — венозная пауза; 2 — предсердие; 3 — желудочек; 4 — луковичка аорты; 5 — брюшная аорта; 6 — присоединяющиеся 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

вену печени, разветвления которой в печени образуют воротную систему. Собирающая кровь из печени печеночная вена впадает прямо в венозный синус (рис. 22). Как и у других позвоночных, у круглоротых и рыб имеются так называемые дополнительные сердца, поддерживающие давление в сосудах. Так, в спинной аорте радужной форели есть эластичная связка, выполняющая роль нагнетающего насоса, который автоматически увеличивает циркуляцию крови

во время плавания, особенно в мускулатуре тела. Интенсивность работы дополнительного сердца зависит от частоты движений хвостового плавника.

У двоякодышащих рыб появляется неполная перегородка предсердия. Это сопровождается и возникновением легочного круга кровообращения, проходящего через плавательный пузырь, превращенный в легкое.

Сердце рыб гораздо меньше и слабее, чем сердце наземных позвоночных. Масса его обычно не превышает 2,5%, в среднем 1% массы тела, тогда как у млекопитающих оно достигает 4,6%, а у птиц даже 16%.

Кровяное давление (Па) у рыб низкое — 2133,1 (скат), 11198,8 (щука), 15998,4 (лосось), тогда как в сонной артерии лошади — 20664,6.

Невелика и частота сокращений сердца — 18...30 ударов в минуту, причем она сильно зависит от температуры: при низкой температуре у рыб, зимующих на ямах, она уменьшается до 1...2; у рыб, переносящих вмерзание в лед, пульсация сердца на этот период прекращается.

Количество крови у рыб меньше, чем у всех остальных позвоночных животных (1,1...7,3% массы тела, в том числе у кар-

а 2,0...4,7%, сома—до 5, щуки—2, кеты—1,6, тогда как у млеопитающих—6,8% в среднем). Это связано с горизонтальным положением тела (нет необходимости проталкивать кровь вверх) меньшими энергетическими тратами в связи с жизнью в водной среде. Вода является гипогравитационной средой, т. е. сила эластичности здесь почти не сказывается.

Морфологическая и биохимическая характеристика крови различна у разных видов в связи с систематическим положением, особенностями среды обитания и образа жизни. Внутреннего вида эти показатели колеблются в зависимости от сезона года, условий содержания, возраста, пола, состояния особей. эритроциты рыб крупнее, а их количество в крови меньше, чем высших позвоночных, лейкоцитов же, как правило, больше. Это связано, с одной стороны, с пониженным обменом рыб, а с другой—с необходимостью усилить защитные функции крови, так как окружающая среда изобилует болезнетворными организмами. В 1 мм³ крови количество эритроцитов составляет (млн): у приматов—9,27; копытных—11,36; китообразных—43; птиц—1,61...3,02; костистых рыб—1,71 (пресноводные), 26 (морские), 1,49 (проходные).

Количество эритроцитов у рыб колеблется в широких пределах, прежде всего в зависимости от их подвижности: у карпа—84...1,89 млн/мм³ крови, щуки—2,08, пеламиды—4,12 млн/мм³. Количество лейкоцитов составляет у карпа 20...80, у ерша—18 тыс/мм³. Лейкоциты рыб отличаются большим разнообразием. У большинства видов в крови имеются и зернистые (нейтрофилы, эозинофилы), и незернистые (лимфоциты, моноциты) формы лейкоцитов. Преобладают лимфоциты, на долю которых приходится 80...95%, моноциты составляют 0,5...11%, нейтрофилы—13...31%. Эозинофилы встречаются редко. Например, они есть у карповых, амурских растительноядных и некоторых осетровых рыб.

Соотношение разных форм лейкоцитов в крови карпа зависит от возраста и условий выращивания.

Количество лейкоцитов сильно изменяется в течение года: у карпа оно повышается летом и понижается зимой при голодовке в связи со снижением интенсивности обмена.

Разнообразие форм, размеров и количества характерно и для тромбоцитов, участвующих в свертывании крови.

Кровь рыб окрашена гемоглобином в красный цвет, но есть рыбы и с бесцветной кровью. У таких рыб кислород в растворенном состоянии переносится плазмой. Так, у представителей семейства Chaenichthyidae (из подотряда нототениевых), обитающих в антарктических морях в условиях низкой температуры (<2 °C), в воде, богатой кислородом, эритроцитов и гемоглобина в крови нет. Дышат они через кожу, в которой очень

много капилляров: протяженность капилляров на 1 мм² поверхности тела достигает 45 мм. Кроме того, у них ускорена циркуляция крови в жабрах. У нототениевых, тресковых и других обитателей полярных широт в крови образуются вещества (антифризы), благодаря которым они не замерзают при отрицательной температуре.

Количество гемоглобина в организме рыб значительно меньше, чем у наземных позвоночных: на 1 кг тела у них приходится 0,5...4 г, тогда как у млекопитающих он составляет 5...25 г. У рыб, передвигающихся быстро, гемоглобина больше, чем у малоподвижных: у проходного осетра 4 г/кг, у налима 0,5 г/кг. Количество гемоглобина зависит от сезона (у карпа повышается зимой и понижается летом), гидрохимического режима водоема (в воде с pH 5,2 количество гемоглобина в крови возрастает), условий питания (карпы, выращенные на естественной пище и дополнительных кормах, имеют разное количество гемоглобина). Темп роста рыб зависит от количества гемоглобина.

Жизнь в среде с небольшим содержанием кислорода определила низкую интенсивность обмена и более высокую способность насыщения при более низком парциальном давлении кислорода в отличие от позвоночных, дышащих воздухом. Способность гемоглобина извлекать кислород из воды у разных рыб неодинакова. У быстро плавающих (макрели, трески, форели) гемоглобина в крови много, и они очень требовательны к содержанию кислорода в воде. У многих морских придонных рыб, а также угря, карпа, карасей и некоторых других, наоборот, гемоглобина в крови мало, но он может забирать кислород из среды даже с незначительным количеством.

Например, судаку для насыщения крови кислородом (при 16 °C) необходимо содержание в воде 2,1...2,3 O₂ мг/л; при наличии в воде 0,56...0,6 O₂ мг/л кровь начинает его отдавать, дыхание оказывается невозможным, и рыба гибнет. Лещу при этой же температуре для полного насыщения гемоглобина кислородом достаточно присутствие в литре воды 1,0...1,06 мг кислорода.

Чувствительность рыб к изменениям температуры воды также связана со свойствами гемоглобина: при повышении температуры потребность организма в кислороде увеличивается, но способность гемоглобина его забирать — уменьшается.

Уменьшает способность гемоглобина забирать кислород и углекислота: для того чтобы насыщенность крови угря кислородом достигла 50% при содержании в воде 1% CO₂, необходимо давление кислорода в 666,6 Па, а в отсутствие CO₂ для этого достаточно давления кислорода почти вдвое меньшего — 266,6...399,9 Па.

Группы крови у рыб впервые были определены на байкальском омуле и хариусе в 30-х годах нынешнего столетия. К настоящему времени установлено, что групповая антигенная дифференцировка эритроцитов широко распространена: выявлено 14 систем групп крови, включающих более 40 эритроцитарных антигенов. При помощи иммуносерологических методов изучают изменчивость на разных уровнях: выявлены различия между видами и подвидами и даже между внутривидовыми группировками у лососевых (при изучении родства форелей), осетровых (при сравнении локальных стад) и других рыб.

Кровь, будучи внутренней средой организма, выполняет важнейшие функции: переносит белки, углеводы (гликоген, глюкоза и др.) и другие питательные вещества, играющие большую роль в энергетическом и пластическом обмене; дыхательную — транспортировка кислорода к тканям и углекислоты к органам дыхания; выделительную — вынос конечных продуктов обмена к органам выделения; регуляторную — перенос гормонов и других активных веществ от желез внутренней секреции к органам и тканям; защитную — в крови содержатся противомикробные вещества (лизозим, комплемент, интерферон, пропердин), образуются антитела, циркулирующие в ней лейкоциты обладают фагоцитарной способностью. Уровень этих веществ в крови зависит от биологических особенностей рыб и абиотических факторов, а подвижность состава крови позволяет использовать ее показатели для оценки физиологического состояния.

Костного мозга, являющегося основным органом образования форменных элементов крови у высших позвоночных, и лимфатических желез (узлов) у рыб нет.

Кроветворение у рыб по сравнению с высшими позвоночными отличается рядом особенностей.

1. Образование клеток крови происходит во многих органах. Очагами кроветворения являются: жаберный аппарат (эндотелий сосудов и ретикулярный синцитий, сосредоточенный у основания жаберных лепестков), кишечник (слизистая), сердце (эпителиальный слой и эндотелий сосудов), почки (ретикулярный синцитий между канальцами), селезенка, сосудистая кровь, лимфоидный орган (скопления кроветворной ткани — ретикулярного синцития — под крышей черепа). На отпечатках этих органов видны кровяные клетки разных стадий развития.

2. У костистых рыб наиболее активно гемопоэз происходит в лимфоидных органах, почке и селезенке, причем главным органом кроветворения являются почки, а именно их передняя часть. В почках и селезенке происходит как образование эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, так и распад эритроцитов.

3. Наличие в периферической крови рыб и зрелых и молодых эритроцитов является нормальным и не служит патологическим показателем в отличие от крови взрослых млекопитающих.

4. В эритроцитах имеется ядро, как и у других водных животных, вследствие чего жизнеспособность их дольше (больше года), чем млекопитающих.

Селезенка рыб располагается в передней части полости тела, между петлями кишечника, но независимо от него. Это плотное компактное темно-красное образование различной формы (шарообразной, лентовидной), но чаще вытянутой.

Селезенка быстро меняет объем под влиянием внешних условий и состояния рыбы. У карпа она увеличивается зимой, когда в связи с пониженным обменом веществ ток крови замедляется и она скапливается в селезенке, печени и почках, которые служат депо крови, то же наблюдается при острых заболеваниях. При недостатке кислорода, загрязнении воды, перевозке и сортировке рыбы, облове прудов запасы из селезенки поступают в кровеносное русло.

Одним из важнейших факторов внутренней среды является осмотическое давление крови, так как от него зависит взаимодействие крови и клеток тела, водный обмен в организме.

Кровеносная система подчиняется нервной (блуждающий нерв) и гуморальной (гормоны, ионы Ca , K) регуляции. Центральная нервная система рыб получает информацию о работе сердца от барорецепторов жаберных сосудов.

Лимфатическая система рыб не имеет желез. Она представлена рядом парных и непарных лимфатических стволов, в которые лимфа собирается из органов и по ним же выводится в конечные участки вен, в частности в Кювьеровы протоки. У некоторых рыб есть лимфатические сердца.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА И ОСМОРЕГУЛЯЦИЯ

В отличие от высших позвоночных, имеющих компактную газовую почку (метанефрос), рыбы обладают более примитивной туловищной почкой (мезонефрос), а их зародыши — предпочкой (пронефрос). У некоторых видов (бычок, атерина, бельдюга, кефаль) предпочка в том или ином виде выполняет выделительную функцию и у взрослых особей. У большинства же взрослых рыб функционирующей почкой становится мезонефрос.

Почки — парные, вытянутые вдоль полости тела темно-красные образования, плотно прилегающие к позвоночнику, над плавательным пузырем (рис. 23). В почке выделяют передний

(головная почка), средний и задний отделы. Артериальная кровь поступает в почки по почечным артериям, венозная — по воротным венам почек.

Морфофизиологическим элементом почки является извитой почечный мочевой каналец, один конец которого расширяется в мальпигиево тельце, а другой отходит к мочеточнику.

Мальпигиево тельце — клубочек артериальных капилляров (гломерула), охватываемый расширенными стенками канальца, — образует боуменову капсулу. У примитивных форм (акулы, скаты, осетровые) перед капсулой от канальца отходит мерцательная воронка. Мальпигиев клубочек служит аппаратом фильтрации жидких продуктов обмена. З фильтрат попадают как продукты обмена, так и важные для организма вещества. Стенками почечных канальцев пронизаны капиллярами воротных вен и сосудов из боуменовых капсул. Железистые клетки стенок секретируют продукты азотистого распада (мочевину), которые попадают в просвет канальцев. Здесь же, в стенках канальцев, происходит обратное всасывание воды, сахаров, витаминов из фильтрата мальпигиевых телец.

Очищенная кровь возвращается в сосудистую систему почек (почечную вену), а отфильтрованные из крови продукты обмена и мочевина выводятся через каналец и мочеточник. Мочеточки изливаются в мочевой пузырь (мочевой синус), а затем моча выводится наружу: у самцов большинства костистых рыб через мочеполовое отверстие позади ануса, а у самок костистых и самцов лососевых, сельдей, шук и некоторых других — через анальное отверстие. У акул и скатов мочеточник открывается в клоаку.

В процессах выделения и водно-солевого обмена кроме почек принимают участие кожа, жаберный эпителий, пищеварительная система.

Вода — важнейший компонент живого организма, будучи универсальным растворителем, является средой, обеспечивающей ход биологических процессов на клеточном уровне. Жизненная среда рыб — морские и пресные воды — всегда имеет большее или меньшее количество солей, поэтому осморегуляция является важнейшим условием жизнедеятельности, а осморегуляторные приспособления — специфическими для рыб.

Осмотическое давление водных животных создается давле-

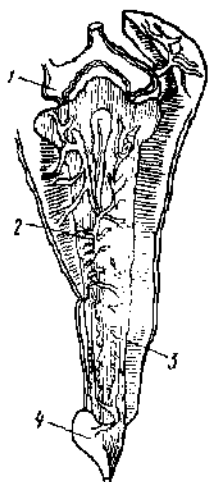


Рис. 23. Почки форели:

1 — верхняя почечная вена; 2 — выносящие почечные вены; 3 — мочеточник; 4 — мочевой пузырь

нием их полостных жидкостей, давлением крови и соков тела. Определяющая роль в этом процессе принадлежит водно-солевому обмену.

Каждая клетка тела имеет оболочку: она полупроницаема, т. е. по-разному проницаема для воды и солей (пропускает воду и соли избирательно). Водно-солевой обмен клеток определяется в первую очередь осмотическим давлением крови и клеток.

По уровню осмотического давления внутренней среды по отношению к окружающей воде рыбы образуют несколько групп:

у миксин полостные жидкости изотоничны окружающей среде;

у акул и скатов концентрация солей в жидкостях тела и осмотическое давление немного выше, чем в морской воде, или почти равно ему (достигается за счет разницы солевого состава крови и морской воды и за счет мочевины);

у костистых рыб, как морских, так и пресноводных (как и у более высокоорганизованных позвоночных), осмотическое давление внутри тела не равно осмотическому давлению окружающей воды. У пресноводных рыб оно выше, у морских рыб (как и у других позвоночных) — ниже, чем в окружающей среде. У пресноводных рыб осмотическое давление эквивалентно воде соленостью 6...7‰, у морских костистых — 7...8‰, у акул — до 30‰.

Если в организме поддерживается определенный уровень осмотического давления жидкостей тела, то условия для жизнедеятельности клеток становятся более стабильными и организм меньше зависит от колебаний внешней среды. Настоящие рыбы способны сохранять постоянное осмотическое давление крови и лимфы, т. е. внутренней среды, поэтому их относят к гомеоосмотическим организмам (от греч. «гомойос» — однородный). Но у разных групп рыб эта независимость осмотического давления выражается и достигается по-разному.

У морских костистых рыб общее количество солей в крови ниже, чем в морской воде, давление внутренней среды меньше давления внешней, т. е. их кровь гипотонична по отношению к морской воде.

У пресноводных рыб количество солей в крови выше, чем в пресной воде. Давление внутренней среды больше давления внешней, их кровь гипертонична.

Поддержание солевого состава крови и давления на нужном уровне обуславливается деятельностью почек, особых клеток стенок почечных канальцев (выделение мочевины), жаберных лепестков (диффузия аммиака, выделение хлоридов), кожных покровов, кишечника, печени.

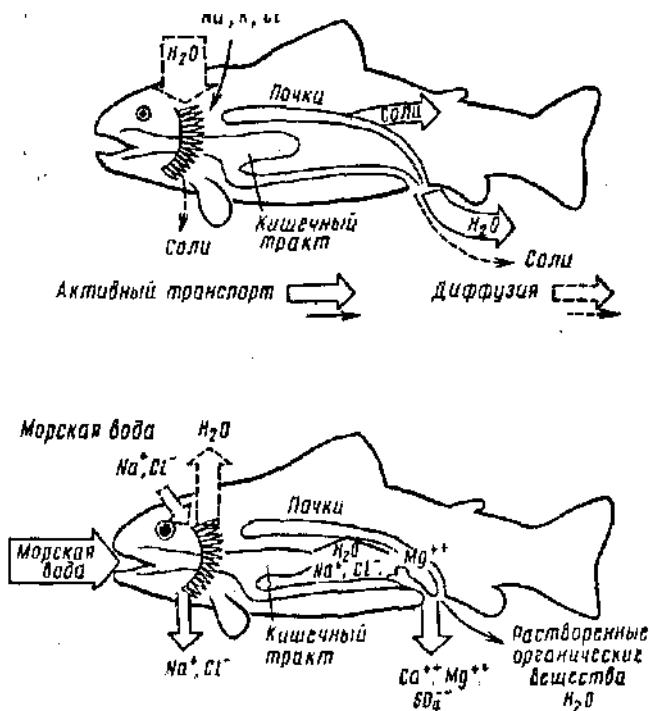


Рис. 24. Основные пути движения воды и солей в процессе осморегуляции у пресноводных и морских костистых рыб

У морских и пресноводных рыб осморегуляция совершается разными способами: специфическая деятельность почек, различная проницаемость покровов для мочевины, солей и воды, различная деятельность жабр в морской и пресной воде.

У пресноводных рыб (с гипертонической кровью), находящихся в гипотонической среде, разница осмотического давления внутри и вне организма приводит к тому, что вода извне непрерывно поступает внутрь организма — через жабры, кожу и ротовую полость (рис. 24). При этом основной приток осмотической воды проходит через легко пропускающий воду жаберный эпителий (около 1 км^3 воды в сутки).

Во избежание чрезмерного обводнения и для сохранения иодно-солевого состава и уровня осмотического давления возникает необходимость вывода из организма лишней воды и одновременного удержания солей. В связи с этим у пресноводных рыб хорошо развиты почки. Количество мальпигиевых клубочков и почечных канальцев у них велико; мочи они выделяют го-

раздо больше, чем близкие морские виды. Данные о количестве мочи, выделяемой рыбами в сутки, представлены ниже.

Вид рыбы	Количество мочи, мл/кг массы тела
<i>Пресноводные</i>	
Карп	50...120
Форель	60...106
Сом карликовый	154...326
<i>Морские</i>	
Бычок	3...23
Морской черт	18
<i>Проходные</i>	
Угорь в пресной воде	60...150
Угорь в море	2...4

Утрата солей с мочой, экскрементами и через кожу восполняется у пресноводных рыб за счет получения их с пищей благодаря специализированной деятельности жабр (жабры поглощают из пресной воды ионы Na и Cl) и поглощению солей в почечных канальцах.

Морские костистые рыбы (с гипотонической кровью), находящиеся в гипертонической среде, постоянно теряют воду — через кожу, жабры, с мочой, экскрементами. Предотвращение обезвоживания организма и поддержание осмотического давления на нужном уровне (т. е. ниже, чем в морской воде) достигается тем, что они пьют морскую воду, которая всасывается через стенки желудка и кишечника, а избыток солей выделяется кишечником и жабрами.

Угорь и морской бычок-подкаменщик в морской воде ежедневно пьют 50...200 см³ воды на 1 кг массы тела. При прекращении поступления воды через рот рыба теряет 12...14% массы и на 3...4-й день погибает.

Морские рыбы выделяют очень мало мочи: в почках у них немного мальпигиевых клубочков, у некоторых их нет совсем и есть только почечные канальцы. У них уменьшена проницаемость кожи для солей, жабры выделяют наружу ионы Na и Cl . Железистые клетки стенок канальцев увеличивают выделение мочевины и других продуктов азотистого обмена.

Таким образом, у непроходных рыб — только морских или только пресноводных — действует какой-нибудь один, специфический для них способ осморегуляции.

Эвригалинные организмы, т. е. выдерживающие значительное колебание солености, в частности проходные рыбы, проводят часть жизни в море, а часть — в пресной воде. При переходе из одной среды в другую, например во время нерестовых миграций, они переносят большие колебания солености. Это

возможно благодаря тому, что проходные рыбы могут переходить с одного способа осморегуляции на другой. В морской воде у них действует такая же система осморегуляции, как у морских рыб, в пресной — как у пресноводных. В морской воде их кровь гипотонична, а в пресной — гипертонична.

Их почки, кожа и жабры могут функционировать двояко: почки имеют почечные клубочки с почечными канальцами, как у пресноводных рыб, и только почечные канальцы, как у морских. Жабры снабжены специализированными клетками Кейс-Вильмера, способными поглощать и выделять Cl и Na , тогда как у морских или пресноводных рыб они действуют только в одном направлении. Изменяется и количество таких клеток. При переходе из пресной воды в море в жабрах японского угря возрастает количество клеток, выделяющих хлориды. У речной миноги при подъеме из моря в реки количество мочи, выделяемой в течение суток, увеличивается до 45% по сравнению с массой тела.

У некоторых проходных рыб большую роль в регуляции осмотического давления играет слизь, выделяемая кожей.

При дефиците кислорода увеличивается объем воды, пропускаемой через дыхательную поверхность, в связи с этим возрастает и напряженность процессов осморегуляции и, следовательно, временно увеличивается количество воды в организме и масса тела. Особенно заметно оводнение организма у карповых при перевозке рыбы.

Передний отдел почки — головная почка выполняет не выделительную, а кроветворную функцию: в него не заходит воротная вена почек, а в составляющей ее лимфоидной ткани образуются красные и белые кровяные клетки и разрушаются отжившие эритроциты.

Как и селезенка, почки чутко отражают состояние рыбы, уменьшаясь в объеме при недостатке кислорода в воде и увеличиваясь при замедлении обмена (у карпа — во время зимовки, когда ослабляется деятельность кровеносной системы), в случае острых заболеваний и др.

Очень своеобразна дополнительная функция почек у колюшки, строящей для нереста гнездо из кусочков растений: перед нерестом почки увеличиваются, в стенках почечных канальцев вырабатывается большое количество слизи, которая в воде быстро затвердевает и скрепляет гнездо.

Процессы осморегуляции регулируются нейросекреторной системой: аденогипофиз, урогипофиз, интерреналовая ткань, щитовидная железа и др.

ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Развитие мочеполовой системы в эволюции рыб привело к обособлению половых протоков от выделительных.

У круглоротых специальных половых протоков нет. Из разрывающейся половой железы половые продукты выпадают в полость тела; из нее через половые поры в мочеполовой синус, а затем через мочеполовое отверстие выводятся наружу.

У хрящевых рыб половая система связана с выделительной. У самок большинства видов яйца выводятся из яичников по мюллеровым каналам, выполняющим роль яйцеводов и открывающимся в клоаку; вольфов канал является мочеточником. У самцов вольфов канал служит семяпроводом и через мочеполовой сосочек также открывается в клоаку.

У костистых рыб вольфовы каналы служат мочеточниками, мюллеровы каналы у большинства видов редуцируются, половые продукты выводятся наружу через самостоятельные половые протоки, открывающиеся в мочеполовое или половое отверстие.

У самок большинства видов зрелые яйца выводятся из яичника наружу через короткий проток, образованный оболочкой яичника.

У самцов каналы семенника соединяются с семяпроводом, не связанным с почкой, который открывается наружу мочеполовым или половым отверстием.

Половые железы, гонады — семенники у самцов и яичники или ястыки у самок — лептотидные или мешковидные образования, висящие на складках брюшины — брыжейке в полости тела, над кишечником, под плавательным пузырем. Строение гонад, сходное в основе, у разных групп рыб имеет некоторые особенности. У круглоротых половая железа непарная, у настоящих рыб гонады большей частью парные. Вариации в форме гонад у различных видов главным образом выражаются в частичном или полном слиянии парных желез в одну непарную (самки трески, окуни, бельдюги, самцы песчанки) или в ясно выраженной асимметрии развития: часто гонады бывают разные по объему и массе вплоть до полного исчезновения одной из них. С внутренней стороны стенок яичника в его щелевидную полость отходят поперечные яйценесущие пластинки, на которых развиваются половые клетки. Основу пластинок составляют соединительнотканые тяжи с многочисленными ответвлениями. Вдоль тяжей проходят сильно разветвленные кровеносные сосуды. Зрелые половые клетки выпадают с яйценесущих пластинок в полость яичника, которая может быть расположена в центре его (окушковые) или сбоку (карповые).

Яичник непосредственно сливается с яйцеводом, выводющим

яйца наружу. У некоторых рыб (лососевые, корюшковые, угревые) яичники не замкнуты, и зрелые яйца выпадают в полость тела, а уже из нее через специальные протоки выводятся из организма.

Из семенников зрелые половые клетки по выводным протокам — семяпроводам выводятся во внешнюю среду через специальное половое отверстие (лососи, сельди, щуки и др.) или через мочеполовое отверстие, расположенное позади ануса (у самцов большинства костистых рыб).

У акул, скатов, химер имеются придаточные половые железы: передняя часть почки, становящаяся лейдиговым органом. Выделения этих желез примешиваются к сперме.

У некоторых рыб конец семяпровода расширен и образует семенной пузырек, но этот орган негомологичен органам того же названия у высших позвоночных.

От внутренних стенок семенника отходят внутрь семенные каналы, сходящиеся к выводному протоку. По расположению канальцев семенники костистых рыб разделяют на две группы: циприноидные, или ацинозные (карповые, сельдевые, лососевые, сомовые, щукковые, осетровые, тресковые и др.), и перкондные, или радиальные (окуневые, колюшковые и др.) (рис. 25).

В семенниках циприноидного типа семенные каналы развиваются в различных плоскостях без определенной системы. Вследствие этого на поперечных гистологических срезах видны их отдельные участки неправильной формы, так называемые ампулы. Выводной проток помещается в верхней части семенника. Край семенника округлый.

В семенниках перкондного типа семенные каналы тянутся от стенок семенника радиально. Они прямые, выводной проток расположен в центре семенника. Семенник на поперечном срезе имеет треугольную форму. По стенкам канальцев (ампул) лежат крупные клетки — исходные семенные клетки, первичные сперматогонии, будущие сперматозоиды.

Половые клетки появляются на ранних этапах развития у эмбрионов в генитальных складках, которые тянутся вдоль полости тела. У молоди лососей (горбуша, кета, нерка, сима, кижуч и атлантический лосось) первичные половые клетки обна-

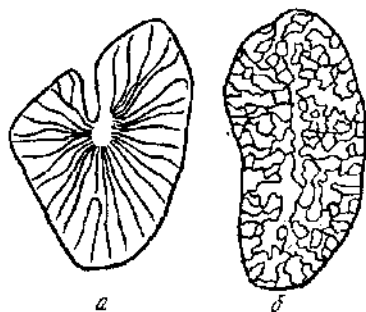


Рис. 25. Перкондный (а) и циприноидный (б) семенники костистых рыб

руживаются на стадии формирования первично-почечных протоков. У зародыша атлантического лосося первичные половые клетки уже есть в возрасте 26 сут. У мальков рыб половые железы в виде волосовидных тяжей.

Овогонии — будущие икринки образуются в результате деления зачатковых клеток зародышевого эпителия. Они округлые, мелкие, не видимые простым глазом.

После овогонияльных делений овогонии превращаются в овоцит. В дальнейшем в ходе овогенеза — развития яйцевых клеток различают три периода: синаптенного пути, роста (малого — протоплазматического и большого — трофоплазматического) и созревания. Каждый из этих периодов подразделяется на ряд фаз. Период синаптенного пути характеризуется преобразованием ядра клетки (овоцита). Затем наступает период малого — протоплазматического роста, когда увеличение размеров овоцита происходит за счет накопления цитоплазмы. Здесь в развитии овоцитов выделяют ювенильную фазу и фазу однослойного фолликула.

В ювенильной фазе овоциты еще небольшие, чаще всего округлой формы с тонкой, бесструктурной, так называемой первичной (вырабатываемой самой яйцеклеткой) оболочкой, к которой прилегают отдельные фолликулярные клетки, а снаружи — клетки соединительной ткани. Яйцо овоцита имеет хорошо заметную тонкую оболочку, оно округлое и большое и лежит в центре. По периферии ядра располагаются многочисленные ядрышки, в большинстве прилегающие к оболочке. В фазе однослойного фолликула собственная оболочка становится толще, над ней формируется фолликулярная оболочка с прилегающими отдельными соединительнотканными клетками.

В этой же фазе в овоците часто можно обнаружить вителлогенную зону (циркумнуклеарная зона), которая имеет ячеистую, как бы пенистую структуру и возникает в цитоплазме вокруг ядра на некотором расстоянии от него. К концу фазы и периода овоциты увеличиваются настолько, что их можно различить с помощью лупы или даже невооруженным глазом.

На протяжении формирования яйцеклетки наряду с преобразованиями ядра в ней образуются и накапливаются питательные вещества (белки и липиды), концентрирующиеся в желтке и чисто липидных включениях, которые затем, в период развития эмбриона, используются для его пластических и энергетических нужд. Этот процесс начинается в период большого роста овоцита, когда на его периферии появляются вакуоли, содержащие углеводы. Таким образом, этот период роста овоцита характеризуется увеличением не только протоплазмы, но и накоплением в нем белка и жира. В это время происходит вакуолизация цитоплазмы и появляется желток,

Период большого роста состоит из нескольких фаз. В фазе вакуолизации цитоплазмы овоцита, увеличенные по сравнению с предыдущей фазой, имеют несколько угловатую форму вследствие давления соседних клеток. Их оболочки (собственная, фолликулярная, соединительнотканная) стали четче выраженными. На периферии овоцита образуются единичные мелкие вакуоли, которые, увеличиваясь в количестве, создают более или менее густой слой. Это будущие кортикальные альвеолы, или транулы. Содержимое вакуолей составляют углеводы (полисахариды), которые после оплодотворения яйца способствуют высасыванию под оболочку воды и образованию перивителлинового пространства. У некоторых видов (лосось, карп) раньше вакуолей в цитоплазме появляются жировые включения. В ядре ядрышки отходят от оболочки вглубь.

В следующей фазе — первоначального накопления желтка — на периферии овоцита между вакуолями появляются отдельные мелкие шарики желтка, количество которых так быстро растёт, что к концу фазы они занимают почти всю плазму овоцита. В собственной оболочке появляются тонкие каналы, придающие ей радиальную исчерченность (*Zona radiata*). По ним в овоцит проникают питательные вещества.

Над собственной оболочкой у некоторых рыб образуется еще одна (вторичная) оболочка — производная фолликулярных клеток, окружающих овоцит. Эта оболочка разнообразна по структуре (студенистая, сотовая или ворсинчатая) и после выхода овоцита из фолликулы служит для прикрепления икринки к субстрату. Фолликулярная оболочка становится двухслойной. Рядыцы ядра отчетливы, но извилисты — «лапчатые».

Следующая фаза — наполнение овоцита желтком — характеризуется сильным увеличением объема желтка, частицы которого приобретают вместо шаровидной многогранную и глыбообразную формы. Вакуоли отжимаются к поверхности овоцита.

Из-за преобладания в это время количественных изменений без существенных морфологических сдвигов некоторые исследователи считают нецелесообразным выделять эту фазу как самостоятельную.

К концу фазы овоцит достигает дефинитивных размеров. Заметны изменения желтка и ядра: ядро начинает смещаться к минимальному полюсу, его контуры становятся менее ясными; астицы желтка начинают сливаться. Заканчивается формирование вторичной оболочки.

Последняя фаза развития — фаза зрелого овоцита. Частицы желтка у большинства рыб (за исключением вьюна, макропода, некоторых карповых) сливаются в гомогенную массу, овоцит становится прозрачным, цитоплазма сосредоточивается

на его периферии, ядро теряет контуры. Преобразования ядра вступают в завершающую стадию.

Одно за другим следуют два деления созревания. В результате образуются ядро зрелого овоцита с гаплоидным числом хромосом и три редукционных тельца, которые не участвуют в дальнейшем развитии, отделяются от яйца и дегенерируют. После второго деления созревания митотическое развитие ядра доходит до метафазы и в этом состоянии остается до оплодотворения.

Дальнейшее развитие (формирование женского пронуклеуса и отделение полярного тельца) происходит уже после оплодотворения.

Сквозь собственную (*Zona radiata*) и студенистую оболочку проходит канал (микропиле), через который сперматозоид проникает в яйцеклетку при оплодотворении. У костистых рыб одно микропиле, у осетровых — несколько: у севрюги — до 13, белуги — до 33, черноморско-азовского осетра — до 52. Поэтому полиспермия возможна только у осетровых рыб. При овуляции фолликулярная и соединительнотканная оболочки лопаются и остаются на яйценосущих пластинках, а освобожденный из них овоцит, окруженный собственной и студенистой оболочками, выпадает в полость яичника или тела. Здесь овулировавшие яйца находятся в полостной (овариальной) жидкости, сохраняя длительное время способность к оплодотворению. В воде или вне полостной жидкости они эту способность теряют быстро.

У акул и скатов, которым свойственно внутреннее оплодотворение, оплодотворенное яйцо, продвигаясь по половым путям, окружается еще одной (третичной) оболочкой. Рогоподобное вещество этой оболочки образует твердую капсулу, надежно защищающую зародыш во внешней среде. Яйца акулковых развиваются до 2 лет.

В процессе развития овоцитов наряду с другими изменениями происходит колоссальное увеличение его размеров. Так, по сравнению с овогониями, образованными при последнем овогонииальном делении, объем зрелого овоцита возрастает у окуня в 1 049 440, у воблы — в 1 271 400 раз.

У одной самки овоциты (а после овуляции — икринки) неодинаковы по величине: самые крупные могут превосходить самые мелкие в 1,5—2 раза. Это зависит от их расположения на яйценосной пластинке: овоциты, лежащие вблизи кровеносных сосудов, лучше снабжаются питательными веществами и достигают больших размеров.

Отличительной особенностью процесса развития сперматозоидов — сперматогенеза является многократное уменьшение клеток.

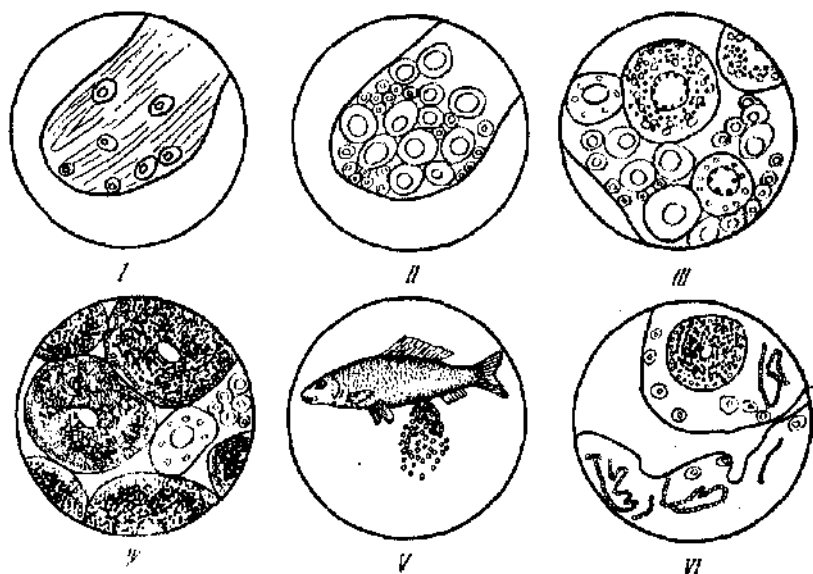


Рис. 26. Стадии зрелости гонад самок костистых рыб

Каждый исходный сперматогоний делится несколько раз, в результате чего возникает скопление сперматогониев под одной оболочкой, называемой цистой (стадия размножения). Образовавшийся при последнем делении сперматогоний несколько увеличивается, в его ядре происходят мейотические преобразования, и он превращается в сперматоцит I порядка (стадия роста).

Затем наступают два последовательных деления (стадия созревания): сперматоцит I порядка делится на два сперматоцита II порядка, вследствие деления которых образуются две сперматиды. В следующей — завершающей стадии формирования сперматиды превращаются в сперматозоиды с половинным (гаплоидным) набором хромосом. Оболочка цисты лопается, и сперматозоиды наполняют семенной канал. Через семяпроводы созревшие сперматозоиды выходят из семенника, а затем по протоку — наружу.

Характерными особенностями развития семенников является сильная неравномерность (асинхронность) развития органа в целом. Особенно сильно это проявляется у рыб, созревающих впервые, но отчетливо выражено и у повторно нерестующих особей. В результате практически все самцы нерестуют порционно и в течение длительного периода от них можно получить сперму.

3. Шкала зрелости гонад самок

Стадии зрелости	Внешний вид	Микроскопическое строение
I (ювенильная неполовозрелая)	Половые железы в виде прозрачных тонких нитей. Невооруженным глазом различить нельзя. Стадия не повторяется (бывает один раз в жизни)	Половые клетки овогонии обнаруживаются среди клеток герминативного эпителия (овогонимальный период)
II	Яичники представлены стекловидными тяжами; мягкие, розовато-желтоватого оттенка. Сквозь оболочку яичника видны невооруженным глазом или под лупой очень мелкие прозрачные овоциты. Яичник кажется зернистым. По стенкам тянутся крупные кровеносные сосуды. Яйцenesущие пластинки при разрезе стенок яичника отделяемы друг от друга, видно их расположение. У неполовозрелых рыб эта стадия следует за I; в яичниках половозрелых самок II стадия наступает после того, как исчезают признаки прошедшего нереста, т.е. после VI стадии	Многочисленные овоциты периода малого (протоплазматического) роста, старшая генерация которых находится в фазе однослойного фолликула. Они округлой или многоугольной формы, плотно прилегают друг к другу. Имеются половые клетки предыдущих фаз развития.
III	Яичники округлой формы, желтовато-оранжевого цвета, занимают около $1/3 \dots 1/2$ длины полости тела. Они наполнены мелкими непрозрачными желтоватыми икринками, хорошо видными невооруженным глазом. При разрезе яичника икринки держатся комками; яйцenesущие пластинки еще видны. По стенкам проходят крупные ветвящиеся кровеносные сосуды	Овоциты лежат более густо вследствие увеличения их размеров. Они находятся в начале периода большого (трофоплазматического) роста: основная масса овоцитов одождает фазы вакуолизации цитоплазмы и начала желткообразования. Имеются младшие генерации. У уже нерестившихся самок могут встретиться резорбирующиеся невыметанные икринки
IV	Яичники сильно увеличены в объеме и занимают больше половины (иногда до $2/3$) полости тела. Они светло-оранжевого цвета, туго набиты непрозрачными икринками. Стенки яичника прозрачны. При разрезе их выпадают отдельные икринки. Яйцenesущие пластинки неразличимы, микроскопически легко заметить переход овоцитов старшей ге-	Овоциты старшей генерации находятся в конце периода трофоплазматического роста, т.е. в фазе наполнения желтком. Имеются овоциты младших генераций. Иногда встречаются остатки дегенерирующих зрелых икринок (у половозрелых рыб)

Стадия зрелости	Внешний вид	Микроскопическое строение
V	неряцки в следующую фазу: в яичнике, близком к зрелости, среди желтых мутных овоцитов появляются одиночные более крупные и прозрачные икринки. Количество таких икринок увеличивается	Овоциты старшей генерации достигли дефинитивных размеров. Глыбки желтка сливаются (у большинства видов). Ядро неразлично. Овоциты выходят из фолликулов. Присутствуют овоциты младших генераций
VI	Выбой, яичник после нереста. Стенки яичника спадаются, становятся дряблыми, непрозрачными, складчатыми, красновато-синеватого цвета. Опустошенный яичник сильно уменьшается в объеме. Через некоторое время воспаление проходит, яичник постепенно светлеет, становится светло-розовым и переходит во II стадию	Опустевшие фолликулы, де-генерирующие оставшиеся невыметанными зрелые икринки, овоциты молодых генераций

4. Шкала зрелости гонад самцов

Стадия зрелости	Внешний вид	Микроскопическое строение
I (ювенильная)	Половые железы развиты очень слабо, имеют вид тоненьких ниточек. Невооруженным глазом пол различить нельзя. Стадия не повторяется	В ткани семенника разбросаны половые клетки — сперматогонии (сперматогонимальный период); по форме и размерам они сходны с овогониями ювенильных самок. Для распознавания пола нужно обращать внимание на анатомическое строение гонады в целом
II	Семенники представлены тонкими беловатыми или чуть розоватыми тяжами. Кровеносные сосуды на их поверхности не видны	Наряду со сперматогониями обнаруживаются сперматогонии I порядка

Стадия зрелости	Внешний вид	Микроскопическое строение
III	Семенники на всем протяжении уплощены, в концевом отделе сужены, плотные, упругие, беловатого или розоватого цвета от множества мелких кровеносных сосудов. На поперечном разрезе семенник выглядит остроугольным, края его не сплываются; молоки не выделяются	Микроскопическая картина очень пестрая. В семенниках, например, циприноидного типа наряду с ампулами, заполненными сперматоцитами I и II порядков и сперматидами встречаются ампулы, содержащие сперматозоиды. Имеются и сперматогонии — на периферии
IV	Семенники большие, молочно-белого цвета, менее упруги. При надавливании на брюшко выделяются небольшие капли молок. При разрезе семенников края сплываются от выделяющейся спермы	Резко увеличено количество ампул со сформированными сперматозоидами. Другие ампулы содержат сперматиды, т. е. продолжается асинхронность в развитии клеток, подготавливаемых к нересту
V	Нерестовое состояние: сперма обильно выделяется при самом слабом поглаживании брюшка или даже без прикосновения. Семенники наибольшего размера, они эластичны, молочно-белые или чуть кремового оттенка	Ампулы семенников периферической и центральной частях наполнены сперматозоидами, лежащими на периферии как бы волнами
VI	Выбой и состояние после нереста. Семенники, освобожденные от спермы, малы, мягки, розоваты с буроватым оттенком, на разрезе угловаты. У многократно нерестующихся рыб желтая переплодная II стадию	Стенки семенных канальцев опавшие, утолщенные. Просветы канальцев узкие, в них встречаются отдельные невыметанные сперматозоиды. В пристенных участках лежат сперматогонии

Процесс созревания половых клеток у разных рыб проходит по одной схеме, что позволило составить шкалу зрелости гонад (табл. 3, 4) (рис. 26, 27). Существуют и другие шкалы, в которых учитывают особенности созревания определенных групп рыб.

Так, для яичников карповых и окуневых В. М. Мейеном предложена 6-балльная шкала, а для семенников С. И. Кулаевым предложена 8-балльная шкала.

У большинства костистых рыб осеменение наружное, а у срящевых — внутреннее и живорождение, поэтому у них имеются соответствующие изменения в строении полового аппарата. Развитие зародышей у них происходит в заднем отделе яйцево-

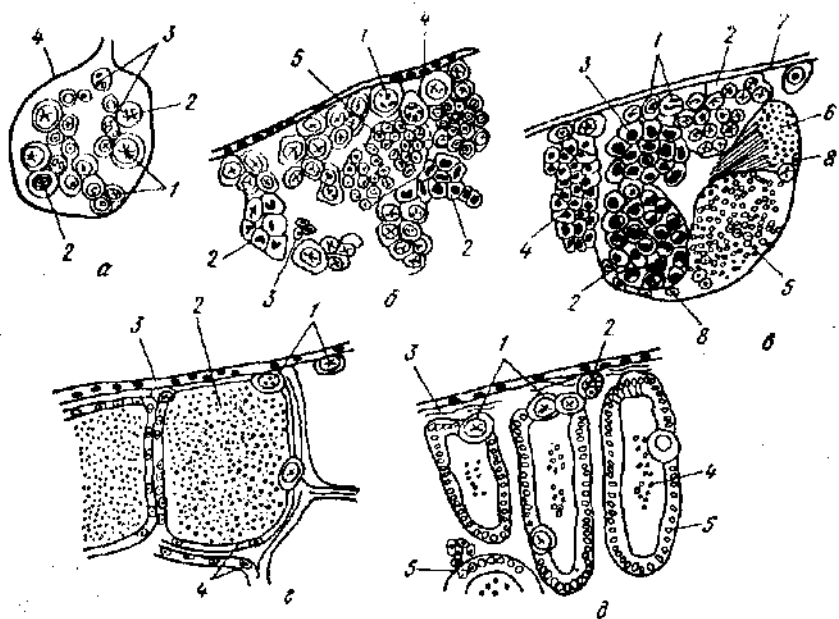


Рис. 27. Стадии зрелости гонад самцов костистых рыб:

а — I стадия (1 — сперматогоний, 2 — делящийся сперматогоний, 3 — кровеносный сосуд с эритроцитами, 4 — оболочка семенника); б — II стадия (1 — сперматогоний, 2 — делящийся сперматогоний, 3 — кровеносный сосуд, 4 — оболочка семенника, 5 — циста с мелкими сперматогониями); в — III стадия (1 — сперматогоний, 2 — циста с делящимися сперматогониями 1-го порядка, 3 — циста с делящимися сперматогониями 2-го порядка, 4 — циста с делящимися сперматогониями 3-го порядка, 5 — циста со сперматидиями, 6 — циста со зрелыми сперматозоидами, 7 — оболочка семенника, 8 — фолликулярный эпителий); г — V стадия (1 — сперматогоний, 2 — сперматозонды, 3 — оболочка семенника, 4 — фолликулярный эпителий); д — VI стадия (1 — сперматогоний, 2 — кровеносный сосуд, 3 — оболочка семенника, 4 — остаточные сперматозоиды, 5 — фолликулярный эпителий); е — VII стадия (1 — сперматогоний, 2 — кровеносный сосуд, 3 — оболочка семенника, 4 — оболочка семенника, 5 — фолликулярный эпителий).

дов, получивших название матки. Из костистых рыб живорождение свойственно гамбузии, морскому окуню, многим аквариумным рыбкам. У них молодь развивается в яичнике.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА И ОРГАНЫ ЧУВСТВ

Нервная система. У рыб она представлена центральной нервной системой и связанной с ней периферической и вегетативной (симпатической) нервной системой.

Центральная нервная система состоит из головного и спинного мозга. К периферической нервной системе относятся нервы, отходящие от головного и спинного мозга к органам. Вегетативная нервная система в основе имеет многочисленные ганглии и нервы, иннервирующие мышцы внутренних органов и кровеносных сосудов сердца.

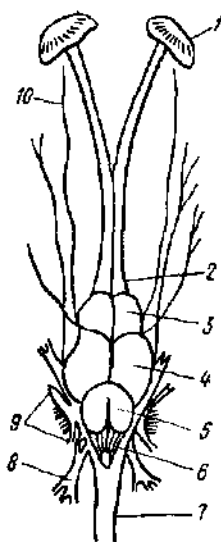


Рис. 28. Головной мозг рыбы (карась):

1 — обонятельная луковица; 2 — обонятельные доли; 3 — передний мозг; 4 — средний мозг; 5 — мозжечок; 6 — продолговатый мозг; 7 — спинной мозг; 8, 9, 10 — головные нервы

Нервная система рыб по сравнению с нервной системой высших позвоночных характеризуется рядом примитивных черт.

Центральная нервная система имеет вид нервной трубки, тянущейся вдоль туловища: часть ее, лежащая над позвоночником и защищенная верхними дугами позвонков, образует спинной мозг, а расширенная передняя часть, окруженная хрящевым или костным черепом, составляет головной мозг. Трубка имеет внутри полость (невроцель), представленную в головном мозгу желудочками мозга. В толще мозга различают серое вещество, состоящее из тел нервных клеток и коротких отростков (дендритов), и белое вещество, образованное длинными отростками нервных клеток — нейритами или аксонами.

Общая масса мозга у рыб мала: она составляет в среднем у современных хрящевых рыб 0,06...0,44%, у костных — 0,02...0,94% массы тела, в том числе у налима 1/700 массы тела, щуки — 1/1300, акулы — 1/37000, в то время как у летающих птиц и млекопитающих 0,2...8 и 0,3...3%.

В строении головного мозга сохраняются примитивные черты: отделы мозга располагаются линейно. В нем выделяют передний мозг, промежуточный, средний, мозжечок и продолговатый, переходящий в спинной мозг (рис. 28). Полости переднего, промежуточного и продолговатого мозга называются желудочками: полость среднего мозга — сильвиевым водопроводом (она соединяет полости промежуточного и продолговатого мозга, т. е. третий и четвертый желудочки).

Передний мозг благодаря продольной борозде имеет вид двух полушарий. К ним прилегают обонятельные луковицы (первичный обонятельный центр) или непосредственно (у большинства видов), или через обонятельный тракт (карповые, сомовые, тресковые).

В крыше переднего мозга нет нервных клеток. Серое вещество в виде полосатых тел сосредоточено главным образом в основании и обонятельных долях, выстилает полость желудочков и составляет главную массу переднего мозга. Волокна обонятельного нерва связывают луковицу с клетками обонятельной капсулы.

Передний мозг является центром обработки информации, поступающей от органов обоняния. Благодаря своей связи с промежуточным и средним мозгом он участвует в регуляции движения и поведения. В частности, передний мозг принимает участие в формировании способности к таким актам, как икроустание, охрана икры, образование стаи, агрессия и др.

В промежуточном мозге развиты зрительные бугры, от них отходят зрительные нервы, образующие хиазму (перекрест, т. е. часть волокон правого нерва переходит в левый нерв и наоборот). На нижней стороне промежуточного мозга, или гипоталамусе, имеется воронка, к которой прилегает гипофиз, или гипофизарная железа; в верхней части промежуточного мозга развивается эпифиз, или pineальная железа. Гипофиз и эпифиз являются железами внутренней секреции.

Промежуточный мозг выполняет многочисленные функции и воспринимает раздражения от сетчатки глаза, участвует в координации движений, переработке информации от других органов чувств. Гипофиз и эпифиз осуществляют гормональную регуляцию обменных процессов.

Средний мозг — наибольший по объему. Он имеет вид двух полушарий, которые называют зрительными долями. Этими являются первичными зрительными центрами, воспринимающими возбуждение. Из них берут начало волокна зрительного нерва.

В среднем мозгу обрабатываются сигналы, идущие от органов зрения и равновесия; здесь помещаются центры связи с мозжечком, продолговатым и спинным мозгом, регуляции окраски, вкуса.

Мозжечок расположен в задней части мозга и может иметь форму или маленького бугорка, прилегающего сзади к единому мозгу, или большого мешковидно-вытянутого образования, примыкающего сверху к продолговатому мозгу. Особенности развития достигает мозжечок у сомов, а у мормыса он наибольший среди всех позвоночных. В мозжечке рыб имеются клетки Пуркинье.

Мозжечок является центром всех моторных иннерваций при хватании и схватывании пищи. Он обеспечивает координацию движений, поддержание равновесия, мышечную деятельность, связанную с рецепторами органов боковой линии, направляет и координирует деятельность других отделов мозга. При повреждении мозжечка, например, у карпа и серебряного карася наступает атония мышц, нарушается равновесие, не вырабатываются или пропадают условные рефлексы на свет и звук.

Пятый отдел головного мозга — продолговатый мозг без резкой границы переходит в спинной мозг. Полость продолговатого мозга — четвертый желудочек продолжается в полость

спинного мозга — невроцель. Значительная масса продолговатого мозга состоит из белого вещества.

От продолговатого мозга отходит большая часть (шесть из десяти) черепно-мозговых нервов. Он является центром регуляции деятельности спинного мозга и вегетативной нервной системы. В нем располагаются наиболее важные жизненные центры, регулирующие деятельность дыхательной, скелетно-мышечной, кровеносной, пищеварительной, выделительной систем, органов слуха и равновесия, вкуса, боковой линии и электрических органов. Поэтому при разрушении продолговатого мозга, например при перерезке туловища позади головы, наступает быстрая смерть рыбы.

Через приходящие в продолговатый мозг спинномозговые волокна осуществляется связь продолговатого и спинного мозга.

От головного мозга отходят 10 пар черепно-мозговых нервов: 1 — обонятельный нерв (*nervus olfactorius*) от чувствующего эпителия обонятельной капсулы доводит раздражения до обонятельных луковиц переднего мозга; 2 — зрительный нерв (*n. opticus*) тянется до сетчатки глаза от зрительных бугров промежуточного мозга; 3 — глазодвигательный нерв (*n. oculomotorius*) иннервирует мышцы глаза, отходя от среднего мозга; 4 — блоковый нерв (*n. trochlearis*) — глазодвигательный, тянувшийся от среднего мозга к одной из мышц глаза; 5 — тройничный нерв (*n. trigeminus*), отходящий от боковой поверхности продолговатого мозга и дающий три основные ветви — глазничную, верхнечелюстную и нижнечелюстную; 6 — отводящий нерв (*n. abducens*) тянется от дна мозга к прямой мышце глаза; 7 — лицевой нерв (*n. facialis*) отходит от продолговатого мозга и дает многочисленные разветвления к мускулатуре подъязычной дуги, слизистой ротовой полости, коже головы (в том числе боковой линии головы); 8 — слуховой нерв (*n. acusticus*) связывает продолговатый мозг и слуховой аппарат; 9 — языкоглоточный нерв (*n. glossopharyngeus*) идет от продолговатого мозга к глотке, иннервирует слизистую глотки и мускулатуру первой жаберной дуги; 10 — блуждающий нерв (*n. vagus*) — наиболее длинный, связывает продолговатый мозг с жаберным аппаратом, кишечным трактом, сердцем, плавательным пузырем, боковой линией.

Степень развития разных отделов головного мозга различна у разных групп рыб и связана с образом жизни.

Передний мозг и обонятельные доли лучше развиты у хрящевых рыб (акулы и скаты) и хуже у костистых. У малоподвижных, например донных рыб (камбалы), мозжечок мал, но сильнее развиты передний и продолговатый отделы мозга в соответствии с большой ролью обоняния и осязания в их жизни. У хорошо плавающих рыб (пелагических, питающихся планкто-

ном, или хищничающих) большее развитие получают средний мозг (зрительные доли) и мозжечок (в связи с необходимостью быстрой координации движения). Рыбы, обитающие в мутной воде, имеют маленькие зрительные доли и небольшой мозжечок. Слабо развиты зрительные доли у глубоководных рыб. Различна и электрическая активность разных отделов мозга: у серебряного карася электрические волны в мозжечке идут с частотой 25...35 раз в секунду, в переднем мозгу — 4...8.

Спинной мозг является продолжением продолговатого мозга. Он имеет форму округлого тяжа и лежит в канале, образованном верхними дугами позвонков. В отличие от высших позвоночных он способен к регенерации и восстановлению деятельности. В спинном мозге серое вещество расположено внутри, а белое — снаружи.

Функция спинного мозга — рефлекторная и проводящая. В нем находятся центры сосудодвигательные, туловищной мускулатуры, хроматофоров, электрических органов. От спинного мозга метамерно, т. е. соответственно каждому позвонку, отходят спинномозговые нервы, иннервирующие поверхность тела, туловищные мышцы, а благодаря соединению спинномозговых нервов с ганглиями симпатической нервной системы — и внутренние органы. В спинном мозгу костистых рыб имеется секреторный орган — урогипофиз, клетки которого вырабатывают гормон, участвующий в водном обмене.

Вегетативная нервная система у хрящевых рыб представлена разбросанными ганглиями, лежащими вдоль позвоночника. Клетки ганглиев своими отростками контактируют со спинномозговыми нервами и внутренними органами.

У костистых рыб ганглии вегетативной нервной системы соединяются двумя продольными нервными стволами. Соединительные ветви ганглиев связывают вегетативную нервную систему с центральной. Взаимосвязи центральной и вегетативной нервной систем создают возможность некоторой взаимозаменяемости нервных центров.

Вегетативная нервная система действует независимо от центральной нервной системы и определяет произвольную автоматическую деятельность внутренних органов даже в том случае, если ее связь с центральной нервной системой нарушена.

Реакцию организма рыбы на внешние и внутренние раздражения определяет рефлекс. У рыб можно выработать условный рефлекс на свет, форму, запах, вкус, звук, температуру воды и соленость. Так, аквариумные и прудовые рыбы вскоре после начала регулярного кормления скапливаются в определенное время у кормушек. Привыкают они и к звукам во время кормления (постукивание по стенкам аквариума, звон коло-

кольчика, свист, удары) и какое-то время подплывают на эти раздражители и при отсутствии пищи. При этом рефлексы на получение корма образуются у рыб быстрее, а пропадают медленнее, чем у кур, кроликов, собак, обезьян. У карасей рефлекс появляется через 8 сочетаний условного раздражителя с безусловным, а затухает через 28...78 неподкрепленных сигналов.

Поведенческие реакции вырабатываются у рыб быстрее в группе (подражание, движение за лидером в стае, реакция на хищника и др.). Временная память и дрессировка имеет большое значение и в рыбоводной практике. Если рыб не учат оборонительным реакциям, навыкам общения с хищниками, то молодь, выпускаемая из рыбоводных заводов, быстро гибнет в естественных условиях.

Органы восприятия окружающей среды (органы чувств) рыб обладают рядом особенностей, отражающих их приспособленность к условиям жизни. Способность рыб воспринимать информацию из окружающей среды многообразна. Их рецепторы могут улавливать различные раздражения как физической, так и химической природы: давление, звук, цвет, температуру, электрические и магнитные поля, запах, вкус. Одни раздражения воспринимаются в результате непосредственного прикосновения (осязание, вкус), другие — на расстоянии.

Органы, воспринимающие химические, тактильные (прикосновение), электромагнитные, температурные и другие раздражения, имеют простое строение. Раздражения улавливаются свободными нервными окончаниями чувствующих нервов на поверхности кожи. У некоторых групп рыб они представлены специальными органами или входят в состав боковой линии.

В связи с особенностями жизненной среды у рыб большое значение имеют системы химического чувства. Химические раздражения воспринимаются при помощи обоняния (ощущения запаха) или органов необонятельной рецепции, обеспечивающих восприятие вкуса, изменение активности среды и т. д.

Химическое чувство называется хеморецепцией, а чувствующие органы — хеморецепторами. Хеморецепция помогает рыбам отыскивать и оценивать пищу, особей своего вида и другого пола, избегать врагов, ориентироваться в потоке, защищать территорию.

Органы обоняния. У рыб, как и других позвоночных, они находятся в передней части головы и представлены парными обонятельными (носовыми) мешками (капсулами), открывающимися наружу отверстиями — ноздрями. Дно носовой капсулы выстлано складками эпителия, состоящего из опорных и чувствующих клеток (рецепторов). Наружная поверхность чувствующей клетки снабжена ресничками, а основание связано с окончаниями обонятельного нерва. Рецепторная поверхность

органа велика: на 1 мм² обонятельного эпителия приходится у *Rhinopus* 95000 рецепторных клеток. В обонятельном эпителии многочисленны клетки, секретирующие слизь.

Ноздри расположены у хрящевых рыб на нижней стороне рыла впереди рта, у костистых — на дорсальной стороне между ртом и глазами. Круглоротые имеют по одной ноздре, настоящие рыбы — по две. Каждая ноздря разделяется кожной перегородкой на две части, называемые отверстиями. Вода проникает в переднее, омывает полость и выходит через заднее отверстие, омывая и раздражая при этом волоски рецепторов.

Под влиянием пахучих веществ в обонятельном эпителии происходят сложные процессы: перемещения липидов, белково-мукополисахаридных комплексов и кислой фосфатазы. Электрическая активность обонятельного эпителия в ответ на разные пахучие вещества различна.

Величина ноздрей связана с образом жизни рыб: у подвижных рыб они небольшие, так как при быстром плавании вода в обонятельной полости обновляется быстро; у рыб малоподвижных ноздри большие, они пропускают через носовую полость большой объем воды, что особенно важно для плохих пловцов, в частности, обитающих у дна.

Рыбы обладают тонким обонянием, т. е. пороги обонятельной чувствительности у них очень низки. Это особенно относится к ночным и сумеречным рыбам, а также к живущим в мутных водах, которым зрение мало помогает в отыскивании пищи и общении с сородичами.

Наиболее чувствительно обоняние у проходных рыб. Дальневосточные лососи совершенно точно находят путь от мест нагула в море к нерестилищам в верховьях рек, где они вывелись несколько лет назад. При этом они преодолевают огромные расстояния и препятствия — течения, пороги, перекаты. Однако рыбы верно находят путь лишь в том случае, если ноздри открыты, а если они заполнены ватой или вазелином, то рыбы идут беспорядочно. Предполагают, что лососи в начале миграции ориентируются по солнцу и звездам и примерно за 800 км от родной реки безошибочно определяют путь благодаря хеморецепции.

В опытах при омывании носовой полости этих рыб водой с родного нерестилища в обонятельной луковице мозга возникала сильная электрическая реакция. На воду из нижерасположенных притоков реакция была слабой, а на воду с чужих нерестилищ рецепторы вообще не реагировали.

Молодь нерки может различать при помощи клеток обонятельной луковицы воду разных озер, растворы различных аминокислот в разведении 10⁻⁴, а также концентрацию кальция в воде. Не менее поразительна аналогичная способность европейского

угря, мигрирующего из Европы к нерестилищам, расположенным в Саргассовом море. Подсчитано, что угорь в состоянии распознавать концентрацию, создаваемую разведением 1 г фенилэтилового спирта в соотношении 1:3·10⁻¹⁸. Рыбы улавливают феромон страха при концентрации 10⁻¹⁰ г/л. Высокая избирательная чувствительность к гистамину, а также к углекислоте (0,00132...0,0264 г/л) обнаружена у карпа.

Обонятельный рецептор рыб кроме химических способен воспринимать и механические воздействия (струи потока) и изменения температуры.

Органы вкуса. Они представлены вкусовыми почками, образованными скоплениями чувствующих и опорных клеток. Основания чувствующих клеток оплетены концевыми разветвлениями лицевого, блуждающего и языкоглоточного нервов. Восприятие химических раздражителей осуществляется также свободными нервными окончаниями тройничного, блуждающего и спинномозговых нервов.

Восприятие вкуса рыбами не обязательно связано с ротовой полостью, так как вкусовые почки расположены в слизистой оболочке ротовой полости, на губах, в глотке, на усиках, жаберных лепестках, плавниковых лучах и по всей поверхности тела, в том числе на хвосте.

Сом воспринимает вкус главным образом при помощи усов, так как в их эпидермисе сосредоточены вкусовые почки. Количество этих почек увеличивается по мере увеличения размеров тела рыбы.

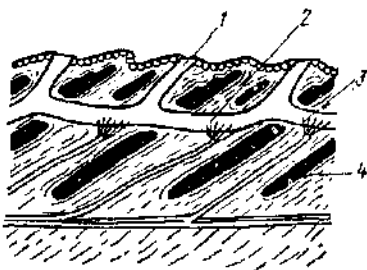
Рыбы различают и вкус пищи: горькое, соленое, кислое, сладкое. В частности, восприятие солености связано с ямковидным органом, помещающимся в ротовой полости.

Чувствительность органов вкуса у некоторых рыб очень высока: например, пещерные рыбы *Aplocheilichthys*, будучи слепыми, ощущают раствор глюкозы в концентрации 0,005%. Рыбы распознают изменения солености до 0,3‰, pH — 0,05...0,007, углекислоты — 0,5 г/л, NaCl — 0,001...0,005 моля (карповые), а гольян — даже 0,00004 моля.

Органы чувств боковой линии. Специфическим органом, свойственным только рыбам и живущим в воде амфибиям, является орган бокового чувства, или боковой линии. Это сейсмодатчик, или специализированный кожный орган. Наиболее просто эти органы устроены у круглоротых и личинок карповых. Чувствующие клетки (механорецепторы) лежат среди скоплений эктодермальных клеток на поверхности кожи или в мелких ямках. У основания они оплетены конечными разветвлениями блуждающего нерва, а на участке, возвышающемся над поверхностью, имеют реснички, воспринимающие колебания воды. У большинства взрослых костистых эти органы представляют собой

Рис. 29. Орган боковой линии костистой рыбы:

1 — отверстие боковой линии в чешуе; 2 — продольный канал боковой линии; 3 — чувствительные клетки; 4 — нерв



погруженные в кожу каналы, тянущиеся по бокам тела вдоль средней линии. Канал открывается наружу через отверстия (поры) в чешуйках, расположенных над ним (рис. 29). Разветвления боковой линии имеются и на голове.

На дне канала группами лежат чувствующие клетки с ресничками. Каждая такая группа рецепторных клеток вместе с контактирующими с ними нервными волокнами образует собственно орган — невромаст. Вода свободно протекает через канал и реснички ощущают ее давление. При этом возникают нервные импульсы разной частоты.

Органы боковой линии связаны с центральной нервной системой блуждающим нервом.

Боковая линия может быть полной, т. е. тянуться по всей длине тела, или неполной и даже отсутствовать, но в последнем случае сильно развиваются головные каналы, как, например, у сельдей.

Боковой линией рыба ощущает изменение давления текущей воды, вибрации (колебания) низкой частоты, инфразвуковые колебания и электромагнитные поля. Например, карп улавливает ток при плотности 60 мкА/см^2 , карась — 16 мкА/см^2 .

Боковая линия улавливает давление движущегося потока, а изменение давления при погружении на глубину она не воспринимает. Улавливая колебания водной толщи, рыба обнаруживает поверхностные волны, течения, подводные неподвижные (скалы, рифы) и движущиеся (враги, добыча) предметы.

Боковая линия — весьма чувствительный орган: акула улавливает движение рыб на расстоянии 300 м, проходные рыбы ощущают в море даже незначительные токи пресной воды.

Способность улавливать отраженные от живых и неживых объектов волны очень важна для глубоководных рыб, так как в темноте больших глубин невозможно обычное зрительное восприятие.

Предполагают, что во время брачных игр рыбы воспринимают боковой линией волны как сигнал самки или самца к нересту. Функцию кожного чувства выполняют и так называемые кожные почки — клетки, имеющиеся в покровах головы и усиков, к которым подходят нервные окончания, однако они имеют гораздо меньшее значение.

Органы осязания. Ими служат скопления чувствующих клеток (осязательные тельца), разбросанные по поверхности тела. Они воспринимают прикосновение твердых предметов (тактильные ощущения), давление воды, изменение температуры и боль.

Особенно много чувствующих кожных почек находится во рту и на губах. У некоторых рыб функцию этих органов выполняют удлинённые лучи плавников: у гурами это первый луч брюшного плавника, у триглы (морской петух) осязание связано с лучами грудных плавников, осязывают дно. У обитателей мутных вод или дойных рыб, наиболее активных ночью, наибольшее количество чувствующих почек сосредоточено на усиках и плавниках. У самцов усы служат рецепторами вкуса.

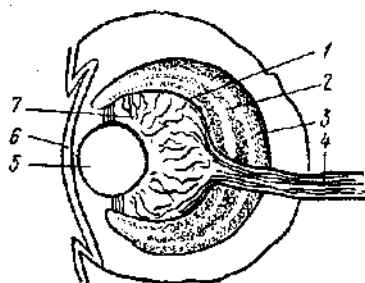
Механические травмы и боль рыбы, по-видимому, ощущают слабее, чем другие позвоночные. Так, акулы, набросившиеся на добычу, не реагируют на удары острым предметом в голову.

Терморекцепторы. Ими являются находящиеся в поверхностных слоях кожи свободные окончания чувствующих нервов, при помощи которых рыбы воспринимают температуру воды. Различают рецепторы, воспринимающие тепло (тепловые) и холод (холодовые). Точки восприятия тепла найдены, например, у щуки на голове, восприятия холода — на поверхности тела. Костистые рыбы улавливают перепады температуры в 0,1...0,4 град. У форели можно выработать условный рефлекс на очень малые (менее 0,1 град.) и быстрые изменения температуры.

Очень чувствительны к температуре боковая линия и головной мозг. В мозгу рыб обнаружены чувствительные к температуре нейроны, сходные с нейронами в центрах терморегуляции млекопитающих. У форели в промежуточном мозгу имеются нейроны, реагирующие на повышение и понижение температуры.

Органы электрического чувства. Органы восприятия электрического и магнитного полей располагаются в коже на всей поверхности тела рыб, но главным образом в разных участках головы и вокруг нее. Они сходны с органами боковой линии: это ямки, заполненные слизистой массой, хорошо проводящей ток; на дне ямок помещаются чувствующие клетки (электрорецепторы), передающие нервные импульсы в мозг. Иногда они входят в состав системы боковой линии. Электрическими рецепторами у хрящевых рыб служат и ампулы Лоренцини. Анализ информации, получаемой электрорецепторами, осуществляет анализатор боковой линии, который расположен в продолговатом мозгу и мозжечке. Чувствительность рыб к току велика — до 1 мкВ/см²: карп ощущает ток напряжением 0,06...0,1, форель — 0,02...0,08, карась 0,008...0,0015 В. Предполагают, что восприятие изменения электромагнитного поля Земли позволя-

Рис. 30. Строение глаза костистых рыб:
1 — ганглиозные клетки; 2 — сетчатка; 3 — слой палочек и колбочек; 4 — оптический нерв; 5 — хрусталик; 6 — роговица; 7 — стекловидное тело



ет рыбам обнаруживать приближение землетрясения за 6...24 ч до начала в радиусе до 2 тыс. км.

Органы зрения. Они устроены в основном так же, как у других позвоночных. Сходен с остальными позвоночными у них и механизм восприятия зрительных ощущений: свет проходит в глаз через прозрачную роговицу, далее зрачок (отверстие в радужной оболочке) пропускает его на хрусталик, а хрусталик передает (фокусирует) свет на внутреннюю стенку глаза (сетчатку), где и происходит его непосредственное восприятие (рис. 30). Сетчатка состоит из светочувствительных (фоторецепторные), нервных и опорных клеток.

Светочувствительные клетки располагаются со стороны пигментной оболочки. В их отростках, имеющих форму палочек и колбочек, имеется светочувствительный пигмент. Количество этих фоторецепторных клеток очень велико: на 1 мм² сетчатки у карпа их насчитывается 50 тыс. шт., у кальмара — 162 тыс. шт., паука — 16, человека — 400 тыс. шт. Посредством сложной системы контактов конечных разветвлений чувствующих клеток и дендритов нервных клеток световые раздражения поступают в зрительный нерв.

Колбочки при ярком свете воспринимают детали предметов и цвет: они улавливают длинные волны спектра. Палочки воспринимают слабый свет, но детального изображения создать не могут: воспринимая короткие волны, они примерно в 1000 раз чувствительнее колбочек.

Положение и взаимодействие клеток пигментной оболочки, палочек и колбочек меняется в зависимости от освещенности. На свету пигментные клетки расширяются и прикрывают находящиеся около них палочки; колбочки подтягиваются к ядрам клеток и таким образом передвигаются к свету. В темноте к ядрам подтягиваются палочки и оказываются ближе к поверхности; колбочки приближаются к пигментному слою, а сократившиеся в темноте пигментные клетки прикрывают их (рис. 31).

Количество рецепторов разного рода зависит от образа жизни рыб. У дневных рыб в сетчатке преобладают колбочки, у сумеречных и ночных — палочки: у налима палочек в 14 раз больше, чем у щуки. У глубоководных рыб, живущих в темноте глубин, колбочек нет, а палочки становятся больше и количест-

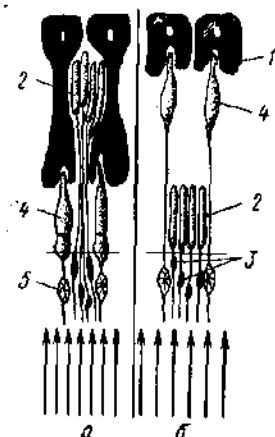


Рис. 31. Ретиномоторная реакция в сетчатке глаза костистой рыбы:

а — установка на свет; б — установка на темноту; 1 — пигментная клетка; 2 — палочка; 3 — ядро палочки; 4 — колбочка; 5 — ядро колбочки

во их резко увеличивается — до 25 млн на 1 мм² сетчатки; вероятность улавливания даже слабого света возрастает.

Большая часть рыб различает цвета.

Некоторые особенности в строении глаз рыб связаны с особенностями жизни в воде. Они эллипсоидной формы и имеют серебристую оболочку между сосудистой и белковой, богатую кристалликами гуанина, что придает глазу зеленовато-золотистый блеск. Роговица у

рыб почти плоская (а не выпуклая), хрусталик шаровидный (а не двояковыпуклый) — это расширяет поле зрения. Отверстие в радужной оболочке (зрачок) может изменять диаметр только в небольших пределах. Век у рыб, как правило, нет. Лишь акулы имеют мигательную перепонку, закрывающую глаз, как занавеска, и некоторые сельди и кефали имеют жировое веко — прозрачную пленку, закрывающую часть глаза.

Расположение глаз у большинства видов по бокам головы является причиной того, что рыбы обладают в основном монокулярным зрением, а способность к бинокулярному зрению ограничена. Шаровидность хрусталика и перемещение его вперед к роговице обеспечивает широту поля зрения: свет в глаз попадает со всех сторон. Угол зрения по вертикали составляет 150°, по горизонтали — 168...170°. Но вместе с тем шаровидность хрусталика обуславливает близорукость рыб. Дальность их зрения ограничена и колеблется в связи с мутностью воды от нескольких сантиметров до нескольких десятков метров. Видение на дальние расстояния становится возможным благодаря тому, что хрусталик может быть оттянут специальной мышцей — серповидным отростком, идущим от сосудистой оболочки дна глазного бокала, а не за счет изменения кривизны хрусталика, как у млекопитающих.

При помощи зрения рыбы ориентируются и относительно предметов, находящихся на земле.

Улучшение зрения в темноте достигается наличием отражательного слоя (тапетум) — кристалликов гуанина, подстилаемых пигментом. Этот слой не пропускает свет к лежащим позади сетчатки тканям, а отражает его и возвращает вторично

на сетчатку. Так увеличивается возможность рецепторов использовать свет, попавший в глаз.

В связи с условиями обитания глаза рыб могут сильно видоизменяться. У пещерных или абиссальных (глубоководных) форм глаза могут редуцироваться и даже исчезать. Некоторые же глубоководные рыбы, наоборот, имеют огромные глаза, позволяющие улавливать совсем слабый свет, или телескопические глаза, собирающие линзы которых рыба может поставить параллельно и обрести бинокулярное зрение. Глаза некоторых угрей и личинок тропических рыб вынесены вперед на длинных выростах (стебельчатые глаза). Необычна модификация глаз у четырехглазки, обитающей в водах Центральной и Южной Америки. Ее глаза помещаются на верху головы, каждый из них разделен перегородкой на две самостоятельные части: верхней рыба видит в воздухе, нижней — в воде. В воздушной среде могут функционировать глаза рыб, выползающих на сушу.

Кроме глаз воспринимают свет эпифиз (железа внутренней секреции) и светочувствительные клетки, расположенные в хвостовой части, например, у миног.

Роль зрения как источника информации для большинства рыб велика: при ориентации во время движения, отыскивании и захвате пищи, сохранении стаи, в нерестовый период (восприятие оборонительных и агрессивных поз и движений самцами — соперниками, а между особями разных полов — брачного наряда и нерестового «церемониала»), в отношении жертзы — хищник и т. д. Карп видит при освещенности 0,0001 лк, карась — 0,01 лк.

Способность рыб воспринимать свет издавна использовалась в рыболовстве: лов рыбы на свет.

Известно, что рыбы разных видов неодинаково реагируют на свет разной интенсивности и разной длины волны, т. е. разного цвета. Так, яркий искусственный свет привлекает одних рыб (каспийская килька, сайра, ставрида, скумбрия) и отпугивает других (кефаль, минога, угорь). Так же избирательно относятся разные виды к разным цветам и разным источникам света — надводным и подводным. Все это положено в основу организации промышленного лова рыбы на электросвет. Так ловят кильку, сайру и других рыб.

Орган слуха и равновесия рыб. Он расположен в задней части черепной коробки и представлен лабиринтом. Ушных отверстий, ушной раковины и улитки нет, т. е. орган слуха представлен внутренним ухом.

Наибольшей сложности достигает он у настоящих рыб: большой перепончатый лабиринт помещается в хрящевой или костной камере под прикрытием ушных костей. В нем различа-

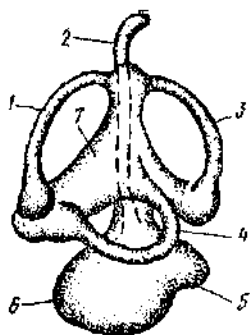


Рис. 32. Орган слуха рыб:

1 — передний канал; 2 — эндолимфатический канал; 3 — задний канал; 4 — горизонтальный канал; 5 — лагена; 6 — саккулус; 7 — утрикулус

ют верхнюю часть — овальный мешочек (ушко, *utricle*) и нижнюю — круглый мешочек (*sacculus*). От верхней части во взаимно перпендикулярных направлениях отходят три полукружных канала, каждый из которых на одном конце расширен в ампулу (рис. 32).

Овальный мешочек с полукружными каналами составляет орган равновесия (вестибулярный аппарат). Боковое расширение нижней части круглого мешочка (*lagena*), являющегося зачатком улитки, не получает у рыб дальнейшего развития. От круглого мешочка отходит внутренний лимфатический (эндолимфатический) канал, который у акул и скатов через специальное отверстие в черепе выходит наружу, а у остальных рыб слепо заканчивается у кожи головы.

Эпителий, выстилающий отделы лабиринта, имеет чувствующие клетки с волосками, отходящими во внутреннюю полость. Основания их оплетены разветвлениями слухового нерва.

Полость лабиринта заполнена эндолимфой, в ней находятся «слуховые» камешки, состоящие из углекислой извести (отолиты), по три с каждой стороны головы: в овальном и круглом мешочках и лагене. На отолитах, как и на чешуе, образуются концентрические слои, поэтому отолиты, особенно наибольший, часто используют для определения возраста рыб, а иногда и для систематических определений, так как их размеры и контуры неодинаковы у различных видов.

У большинства рыб наибольший отолит располагается в круглом мешочке, но у карповых и некоторых других — в лагене.

С лабиринтом связано чувство равновесия: при передвижении рыбы давление эндолимфы в полукружных каналах, а также со стороны отолита изменяется, и возникшее раздражение улавливается нервными окончаниями. При экспериментальном разрушении верхней части лабиринта с полукружными каналами рыба теряет способность удерживать равновесие и лежит на боку, спине или брюхе. Разрушение нижней части лабиринта не ведет к утрате равновесия.

С нижней частью лабиринта связано восприятие звуков: при удалении нижней части лабиринта с круглым мешочком и лагеной рыбы не могут различать звуковые тона, например, при выработке условных рефлексов. Рыбы без овального мешочка и

полуокружных каналов, т. е. без верхней части лабиринта, дрессировке поддаются. Таким образом, установлено, что рецепторами звука являются именно круглый мешочек и лагена.

Рыбы воспринимают как механические, так и звуковые колебания частотой от 5 до 25 Гц органами боковой линии, от 16 до 13 000 Гц — лабиринтом. Некоторые виды рыб улавливают колебания, находящиеся на границе инфразвуковых волн, боковой линией, лабиринтом и кожными рецепторами.

Острота слуха у рыб меньше, чем у высших позвоночных, и у разных видов неодинакова: язь воспринимает колебания, длина волны которых составляет 25...5524 Гц, серебряный карась — 25...3840, угорь — 36...650 Гц, причем низкие звуки улавливаются ими лучше. Акулы слышат звуки, издаваемые рыбами на расстоянии 500 м.

Рыбы улавливают и те звуки, источник которых находится не в воде, а в атмосфере, несмотря на то, что такой звук на 99,9% отражается поверхностью воды и, следовательно, в воду проникает только 0,1% образующихся звуковых волн.

В восприятии звука у карповых и сомовых рыб большую роль играет плавательный пузырь, соединенный с лабиринтом и служащий резонатором.

Рыбы могут и сами издавать звуки. Звукоиздающие органы у рыб различны. Это плавательный пузырь (горбыли, губаны и др.), лучи грудных плавников в комбинации с костями плечевого пояса (сомы), челюстные и глоточные зубы (окуневые и карповые) и др. В связи с этим неодинаков и характер звуков. Они могут напоминать удары, цоканье, свист, ворчание, хрюканье, писк, кваканье, рычание, треск, рокот, звон, хрип, гук, крики птиц и стрекотание насекомых.

Сила и частота звуков, издаваемых рыбами одного вида, зависят от пола, возраста, пищевой активности, здоровья, причиняемой боли и др.

Звучание и восприятие звуков имеет большое значение в жизнедеятельности рыб. Оно помогает особям разного пола найти друг друга, сохранить стаю, сообщить сородичам о присутствии пищи, охранять территорию, гнездо и потомство от рагов, является стимулятором созревания во время брачных игр, т. е. служит важным средством общения. Предполагают, что у глубоководных рыб, рассредоточенных в темноте на океанических глубинах, именно слух в сочетании с органами боковой линии и обонянием обеспечивает общение, тем более, что звукопроводимость, более высокая в воде, чем в воздухе, на глубине возрастает. Особенно важен слух для ночных рыб и битателей мутных вод.

Реакция разных рыб на посторонние звуки различна: при звуке одни уходят в сторону, другие (толстолобик, семга, ке-

фаль) выпрыгивают из воды. Это используют при организации лова. В рыбоводных хозяйствах, в период нереста, движение транспорта около нерестовых прудов запрещено.

ЖЕЛЕЗЫ ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ

Железами внутренней секреции являются гипофиз, эпифиз, надпочечники, поджелудочная, щитовидная и ультимобронхиальная (подлищеводная) железы, а также урогипофиз и гонады. Они выделяют гормоны в кровь.

Г и п о ф и з — непарное, неправильной овальной формы образование, отходящее от нижней стороны промежуточного мозга (гипоталамуса) (рис. 33). Очертание, размеры и положение его чрезвычайно разнообразны. У сазана, карпа и многих других рыб гипофиз сердцевидной формы, лежит почти перпендикулярно мозгу. У серебряного караса он вытянут, немного сплюснен с боков и лежит параллельно мозгу.

В гипофизе различают два основных отдела различного происхождения: мозговой (нейрогипофиз), составляющий внутреннюю часть железы, который развивается из нижней стенки промежуточного мозга как впячивание дна третьего мозгового желудочка, и железистый (аденогипофиз), образующийся из впячивания верхней стенки глотки. В аденогипофизе выделяют три части (лопасти, доли): главную (переднюю, расположенную на периферии), переходную (наибольшую) и промежуточную (рис. 34). Аденогипофиз является центральной железой эндокринной системы. В железистой паренхиме его долей вырабатывается секрет, содержащий ряд гормонов, стимулирующих рост (соматический гормон необходим для роста костей), регулирующих функции половых желез и таким образом воздей-

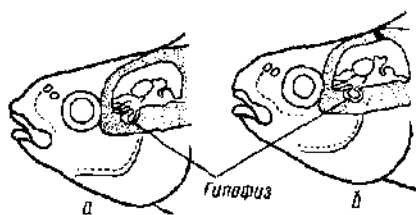
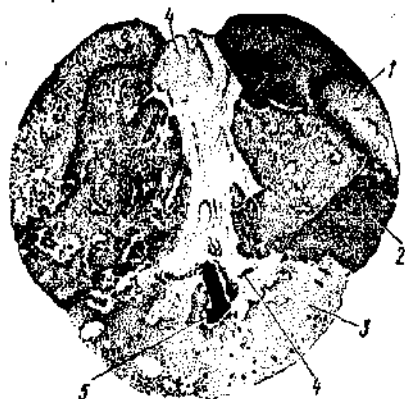


Рис. 33. Расположение гипофиза у карпа (а) и серебряного караса (б)

Рис. 34. Строение гипофиза у карповых рыб:

1 — главная доля; 2 — переходная доля; 3 — промежуточная доля; 4 — волокна нервной ткани; 5 — кровеносный сосуд



вующих на половое созревание, влияющих на деятельность пигментных клеток (определяют окраску тела и прежде всего появление брачного наряда) и повышающих устойчивость рыб к высокой температуре, стимулирует синтез белка, работу щитовидной железы, участвует в осморегуляции. Удаление гипофиза лечет за собой остановку роста и созревания.

Гормоны, выделяемые нейрогипофизом, синтезируются в ядрах гипоталамуса и переносятся по нервным волокнам в нейрогипофиз, а затем попадают в пронизывающие его капилляры. Таким образом, это нейтросекреторная железа. Гормоны принимают участие в осморегуляции, вызывают нерестовые реакции.

Единую систему с гипофизом образует гипоталамус, клетки которого выделяют секрет, регулирующий гормонообразующую деятельность гипофиза, а также водно-солевой обмен и др.

Наиболее интенсивное развитие гипофиза приходится на период превращения личинки в малька. У половозрелых рыб активность его неравномерна в связи с биологией размножения рыб и, в частности, с характером икрометания. У единовременно икрометущих рыб секрет в железистых клетках накапливается почти одновременно после выведения секрета, к моменту выведения гипофиз опустошается и в секреторной деятельности его наступает перерыв. В яичниках к моменту нереста заканчивается развитие овоцитов, подготовляемых к вымету в данный сезон. Овоциты выметываются в один прием и составляют таким образом единственную генерацию.

У порционно икрометущих рыб секрет в клетках образуется неодновременно. Вследствие этого после вывода секрета во время первого нереста остается часть клеток, в которых процесс образования коллоида не закончился. В результате он может выделяться порциями на протяжении всего нерестового периода. В свою очередь, овоциты, подготавливаемые к вымету в данный сезон, развиваются также асинхронно. К моменту первого нереста в яичниках содержатся не только созревшие овоциты, но и те, развитие которых еще не завершено. Такие овоциты созревают через некоторое время после выведения первой генерации овоцитов, т. е. первой порции икры. Так образуется несколько порций икры.

Схема эндокринной регуляции полового цикла у половозрелых рыб

Окружающая среда (температура, свет, присутствие особей другого пола, наличие нерестового субстрата и др.) → Промежуточный мозг (гипоталамус) → Гипофиз → Гонады

Исследование путей стимуляции созревания рыб привел почти одновременно в первой половине нашего века, но независимо друг от друга бразильских (Иеринг и Кардозо, 1934-1935) и советских ученых (Гербильский и его школа, 1932-1934) к разработке метода гипофизарных инъекций производителям для ускорения их созревания. Этот метод позволил в значительной мере управлять процессом созревания рыб и тем самым увеличивать размах рыбоводных работ по воспроизводству ценных видов. Гипофизарные инъекции широко применяются при искусственном разведении осетровых и карповых рыб.

Третий нейросекреторный отдел промежуточного мозга — энцефалон. Его гормоны (серотин, мелатонин, адреногломерулотропин) участвуют в сезонных перестройках обмена веществ. На его активность влияют освещенность и продолжительность светового дня: при их увеличении повышается активность рыб, ускоряется рост, изменяются гонады и др.

Щитовидная железа расположена в области глотки около брюшной аорты. У одних рыб (некоторые акулы, лососевые) она является плотным парным образованием, состоящим из фолликулов, выделяющих гормоны, у других (окуневые, карповые) железистые клетки не образуют оформленного органа, а лежат диффузно в соединительной ткани.

Секреторная деятельность щитовидной железы начинается очень рано. Например, у личинок осетра на 2-й день после выклева железа, хотя и не вполне сформированная, проявляет активную секреторную деятельность, а на 15-й день формирования фолликулов почти заканчивается. Содержащие коллоид фолликулы обнаруживаются у 4-дневных личинок севрюги.

В дальнейшем железа периодически выделяет скапливающийся секрет, причем усиление ее деятельности отмечается у молоди во время метаморфоза, а у половозрелых рыб — в преднерестовый период, до появления брачного наряда. Максимум активности совпадает с моментом овуляции.

Активность щитовидной железы меняется в течение жизни постепенно падая в процессе старения, а также в зависимости от обеспеченности рыб пищей: недокорм вызывает усиление функции.

У самок щитовидная железа развита сильнее, чем у самцов, однако у самцов она более активна.

Щитовидной железе принадлежит важная роль в регуляции обмена веществ, процессов роста и дифференцировки, углеводного обмена, осморегуляции, поддержания нормальной деятельности нервных центров, коры надпочечников, половых желез. Добавление препарата щитовидной железы в корм ускоряет развитие молоди. При нарушении функции щитовидной железы появляется зоб.

Половые железы — яичники и семенники выделяют половые гормоны. Секретция их периодична: наибольшее количество гормонов образуется в период зрелости гонад. С этими гормонами связывают появление брачного наряда.

В яичниках акул и речного угря, а также в плазме крови акул обнаружены гормоны 17 β -эстрадиол и эстерон, локализующиеся преимущественно в яйцеклетках, меньше — в ткани яичника. У самцов акул и лосося обнаружены дезоксикортикостерон и прогестерон.

У рыб существует зависимость между гипофизом, щитовидной железой и гонадами. В преднерестовый и нерестовый периоды созревание гонад направляется активностью гипофиза и щитовидной железы, а деятельность этих желез тоже взаимосвязана.

Поджелудочная железа у костистых рыб выполняет двойную функцию — железы внешней (выделение ферментов) и внутренней (выделение инсулина) секретции.

Образование инсулина локализовано в островках Лангерганса, вкрапленных в ткань печени. Он играет важную роль в регуляции углеводного обмена и синтеза белков.

Ультимобранхиальные (супраперибранхиальные, или подпещеводные) железы обнаружены как у морских, так и пресноводных рыб. Это парные или непарные образования, лежащие, например у щуки и лососей, по бокам пищевода. Клетки желез секретируют гормон кальцитонин, который препятствует резорбции из костей кальция и таким образом не дает повышаться его концентрации в крови.

Надпочечники. В отличие от высших животных у рыб мозговое и корковое вещество разобщено и не образует единого органа. У костистых рыб они располагаются в разных участках почки. Корковое вещество (соответствующее кортикальной коре высших позвоночных) внедрено в переднюю часть почки и носит название интерреналовой ткани. В нем обнаружены те же вещества, что и у других позвоночных, но содержание, например, липидов, фосфолипидов, холестерина, аскорбиновой кислоты у рыб больше.

Гормоны коркового слоя оказывают многостороннее влияние на жизнедеятельность организма. Так, глюкокортикоиды у рыб обнаружены кортизол, кортизон, 11-дезоксикортизол и половые гормоны принимают участие в развитии скелета, мышц, половом поведении, углеводном обмене. Изъятие интерреналовой ткани ведет к остановке дыхания еще до остановки сердца. Кортизол участвует в осморегуляции.

Мозговому веществу надпочечников высших животных у рыб соответствует хромаффинная ткань, отдельные клетки которой

разбросаны в ткани почек. Выделяемый ими гормон адреналин воздействует на сосудистую и мышечную системы, увеличивает возбудимость и силу пульсации сердца, вызывает расширение и сужение сосудов. Увеличение концентрации адреналина в крови вызывает чувство тревоги.

Нейросекреторным и эндокринным органом у костистых рыб является и у р о г и п о ф и з, находящийся в каудальной области спинного мозга и участвующий в осморегуляции, оказывающий большое влияние на работу почек.

Ядоносность и ядовитость рыб

Ядоносные рыбы имеют ядоносный аппарат, состоящий из шипов и ядовитых желез, расположенных у основания этих шипов (*Muohocerphalus scorpius* в период икрометания) или в их желобках шипов и желобках плавниковых лучей (*Sprograepa*, *Frachinus*, *Amiurus*, *Sebastes* и др.).

Сила действия ядов различна: от образования в месте укола нарыва до расстройства дыхания и сердечной деятельности и смерти (в тяжелых случаях поражения морской дракончик (скорпион), звездочет (морская корова), морской ерш (скорпена), скат-хвостокол, морской кот, колючая акула (катран), керчак, морской окунь, ерш-носарь, ауха (китайский ерш), морская мышь (лира), высоколучевой окунь).

При употреблении в пищу эти рыбы безвредны.

Рыбы, ткани и органы которых ядовиты по химическому составу, относятся к ядовитым и употребляться в пищу не должны. Они особенно многочисленны в тропиках. У акулы *Carcharias glaucus* ядовита печень, у скалозуба *Tetradon* — яичники и икра. В нашей фауне у маринки *Schizothorax* и османа *Diptychus* ядовиты икра и брюшина, у усача *Varbus* и храмули *Varicorhinus* икра оказывает слабительное действие. Яд ядовитых рыб действует на дыхательные и вазомоторные центры, не разрушается при кипячении. У некоторых рыб ядовита кровь (угри *Muraena*, *Anguilla*, *Somog*, минога, линь, тунец, карп и др.). Ядовитые свойства проявляются при инъекции кровяной сыворотки этих рыб; они пропадают при нагревании, под действием кислот и щелочей.

Отравления несвежей рыбой связаны с появлением в ней ядовитых продуктов жизнедеятельности гнилостных бактерий. Специфический же «рыбий яд» образуется в доброкачественной рыбе (преимущественно в осетровых и белорыбце) как продукт жизнедеятельности анаэробных бактерий *Bacillus ichthyismi*, близкой к *B. botulinus*. Действие яда проявляется при употреблении сырой, в том числе соленой рыбы.

Контрольные вопросы

1. Каковы особенности формы и способов движения рыб в связи со средой обитания?
2. Расскажите о строении и функциях внешних покровов тела рыб.
3. Что вы знаете об органах свечения рыб?
4. Перечислите основные черты строения скелета рыб.
5. Каковы основные особенности мышечной системы рыб?
6. Какие вы знаете электрические органы рыб?
7. Как устроена пищеварительная система рыб и каковы ее особенности в связи с характером питания?
8. Каковы особенности строения дыхательной системы и газообмена рыб?
9. Каково строение и функции плавательного пузыря рыб?
10. Какие вы знаете дополнительные органы дыхания рыб?
11. Каковы особенности органов кровообращения и кроветворения рыб?
12. Перечислите функции и свойства крови рыб.
13. Каковы особенности выделительной системы и осморегуляции рыб?
14. Каковы особенности строения и функционирования половой системы рыб в зависимости от систематического положения и типа икрометания?
15. Расскажите о строении нервной системы и органов чувств рыб.
16. Что вы знаете о строении и функциях желез внутренней секреции рыб?

ГЛАВА 2

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ РЫБ

Современные рыбы, как и все живое на Земле, являются результатом долгой эволюции, движущей силой которой служит приспособление организма к окружающей среде. Приспособления организма рыб к такой специфической среде обитания, как водная, так же многообразны, как многообразны обживаемые ими биотопы. Они охватывают все периоды жизни особи и все звенья жизненной цепи популяции. В результате потребности организма рыбы все ее жизненные проявления на протяжении индивидуального развития приходят в соответствие с условиями, характерными для окружающей среды, т. е. внешний облик, внутреннее строение, особенности движения, характер питания, специфика размножения, развития и роста, направленность и интенсивность обменных процессов в организме рыбы в каждый период развития оказываются взаимосвязанными и адаптированными к экологическим условиям.

РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ

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

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

I. Эмбриональный период — от момента оплодотворения яйца до перехода молоди на внешнее питание. Эмбрион питается за счет желтка — запаса пищи, полученного от материнского организма. Этот период подразделяют на два подпериода: 1) подпериод икринки, или собственно эмбриона, когда развитие происходит в оболочке;

2) подпериод свободного эмбриона (предличинки), когда развитие идет вне оболочки.

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

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

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

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

VI. Период старости — половая функция затухает; рост в длину прекращается или замедляется.

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

На каждом этапе организм характеризуется специфическими приспособлениями к среде, т. е. определенными особенностями строения, дыхания, питания, роста. На протяжении этапа организм растет, но значительных изменений в его строении и отношениях со средой не происходит. При этом вырабатываются свойства, обеспечивающие переход к следующему этапу. Стадия обозначает любой данный момент развития.

Размножение — важнейший жизненный процесс, обеспечивающий существование вида. В органическом мире размножение может происходить двумя способами — бесполом и половым.

Рыбам свойственно половое размножение, хотя у многих видов сельдей, осетровых, лососевых, карповых и некоторых других зрелые половые клетки, попав в воду, начинают развиваться партеногенетически, т. е. без оплодотворения. При этом, как правило, развитие доходит только до стадии дробления и лишь в исключительных случаях получают личинки, доживающие до рассасывания желточного мешка (салака, налим).

Некоторым видам рыб (серебряный карась, молинийзия) свойствен такой способ размножения, как гиногенез. Популяции этих рыб состоят только из самок, а самцы если и есть, то неполноценны в половом отношении. В таких однополых популяциях нерест самок проходит при участии самцов других видов рыб. При таком размножении проникновение спермия в яйцеклетку является необходимым условием развития. Однако слияние ядер спермия и яйцеклетки не происходит, и ядро яйцеклетки становится ядром зиготы (ядро спермия генетически инактивируется). В результате в потомстве появляются только самки без внешних признаков тех самцов, которые принимали участие в нересте. Цитогенетической основой этого процесса является триплоидия самок из однополых популяций (при специфическом ходе делений созревания).

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

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

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

Плодовитость рыб намного выше, чем у наземных позвоночных. Это приспособительное свойство к условиям существования. Количество икры, откладываемой разными видами, очень сильно варьирует — от нескольких штук у полярной акулы до 200 млн у морской щуки и 300 млн у рыбы-луны. Наиболее плодовиты рыбы, откладывающие пелагическую икру; затем следуют рыбы, икра которых развивается приклеенной к растениям. У рыб, прячущих или охраняющих свою икру, плодовитость невелика.

Наблюдается обратная зависимость между индивидуальной плодовитостью и размерами икринок: у рыб с крупной икрой

она меньше, с мелкой — больше (у кеты диаметр икринок 7...8 мм, плодовитость 2...4 тыс. шт., у трески диаметр икринок 1,1...1,7 мм, плодовитость до 10 млн. шт.).

Сильное влияние на плодовитость оказывает обеспеченность рыб пищей: при благоприятных условиях питания плодовитость больше.

Плодовитость зависит от размера и возраста рыбы. У одной и той же особи она при прочих равных условиях по мере роста сначала увеличивается, затем к старости уменьшается, несмотря на продолжающийся абсолютный рост.

Различают плодовитость индивидуальную, относительную и рабочую. Индивидуальная, или абсолютная, или общая плодовитость — это общее количество икры, выметываемое самкой за один нерестовый период при благоприятных условиях. Например, у 6-летнего карпа она составляет в среднем около 900 тыс. шт.

Относительная плодовитость — количество икры, приходящееся на единицу массы тела самки: у карпа 180 тыс. шт./кг массы тела. Этот показатель удобен для сравнения, так как четко показывает изменение количества икры с ростом рыбы: до определенного возраста оно увеличивается, потом снижается.

Рабочая плодовитость — количество икры, получаемое от одной самки при проведении искусственного осеменения в рыбноводной практике.

Для определения плодовитости берут пробу созревшей икры, т. е. незадолго до нереста.

Половая зрелость у разных видов рыб наступает в разном возрасте, причем во многих случаях самцы созревают на год раньше самок. Раньше созревают рыбы с коротким жизненным циклом (бычки, каспийская килька, хамса, снеток). Рыбы с продолжительным жизненным циклом, например осетровые, становятся половозрелыми в 7...8 (севрюга), 12...13 (осетр) и даже 18...20 (белуга и калуга) лет.

У рыб одного вида половозрелость может наступить в разном возрасте. Это зависит от температуры воды и наличия пищи. Карп в средней полосе созревает в 4...5 лет, в южных районах страны — в 2 года, а на Кубе — в 6...9 мес.

Обычно время наступления половой зрелости связано с достижением особью определенных размеров: чем медленнее рыба растет, тем позднее созревает.

Соотношение полов у разных видов рыб изменчиво, но у большинства близко 1:1, кроме тех, у которых наблюдается гинеогенез.

Вторичных половых признаков у большинства рыб нет, поэтому у них самки и самцы внешне не различаются, а половой

диморфизм проявляется в различной величине самок и самцов: среди одновозрастных рыб самки бывают крупнее самцов, за исключением мойвы, нерки и канального сома. У многих рыб половой диморфизм становится заметным только в преднерестовый период, при созревании, когда появляется так называемый брачный наряд — в подавляющем большинстве случаев у самцов. У карповых и сигов на голове и теле образуется жемчужная сыпь, у хариусов краснеют плавники, у голец на теле появляются яркие пятна, у лососей изменяются челюсти и возникает горб (нерка, горбуша), появляются лиловые пятна вдоль тела (кета). После нереста брачный наряд пропадает, однако, например, у дальневосточных лососей, угрей, сельди-черноспинки изменения в организме настолько сильны и необратимы, что после нереста рыбы погибают.

У некоторых видов рыб нашей фауны вторичные половые признаки выражены достаточно четко. Они проявляются в большинстве случаев в величине плавников: у некоторых сомов, пескарей и байкальской желтокрылки грудные плавники у самцов больше, чем у самок; у самцов линей брюшные плавники больше и вторые лучи их толще; у самцов хариуса и четырехрогого подкаменщика длиннее спинные плавники. У полярных камбал рода *Lipsetta* самцы имеют ктеноидную, а самки — циклоидную чешую. У некоторых глубоководных рыб мелкие самцы прирастают к телу самки. Очень своеобразны преднерестовые изменения у горчаков, откладывающих икру в мантийную полость двустворчатых моллюсков: у самцов окраска становится очень яркой, а у самок вырастает длинный яйцеклад.

По срокам икрометания рыб нашей фауны разделяют: на весенне-нерестующих (сельди, радужная форель, щука, окунь, плотва, орфа), летне-нерестующих (сазан, карп, линь, красноперка), осенне-зимне-нерестующих (многие лососи, сиги, налим, навага).

Это деление в известной мере условно, так как один и тот же вид в разных районах нерестится в разное время: карп в средней полосе в мае — июне, на островах Ява и Куба — круглый год. Искусственное регулирование сроков икрометания путем изменения светового режима позволяет круглогодично получать товарную рыбу, например форель.

Время нереста сильно варьирует в течение суток: лососи, налим, хамса обычно выметывают икру ночью, анчоус — вечером, карп нерестится чаще всего на рассвете.

Изменения половых желез рыб в течение года (годовые половые циклы) проходят по одной схеме. Однако у разных видов имеются особенности в созревании и прежде всего в продолжительности разных стадий зрелости.

По продолжительности периода икрометания выделяют две группы рыб: с единовременным и порционным нерестом. У рыб первой группы икра откладывается сразу. Например, вобла нерестится одно утро. Многие тропические рыбы выметывают икру в течение часа. Рыбы второй группы откладывают икру порциями с промежутками в 7...10 дней. Типичный представитель — каспийские сельди. У них в гонадах икра созревает и выметывается порциями. Индивидуальная плодовитость при порционном икрометании увеличивается, и за сезон самка выметывает в 2...3 раза икры больше, чем самка с единовременным нерестом.

Порционность икрометания характерна главным образом для рыб тропиков и субтропиков, в умеренных широтах и меньше, в Арктике — почти нет.

Существуют рыбы, не имеющие резко выраженного порционного икрометания, но нерестовый период у них растягивается на несколько дней, т. е. икра также выметывается в несколько приемов (лещ, иногда карп). Некоторые рыбы в южной части своего ареала нерестятся порционно, в северной — единовременно (лещ, карп).

Порционное икрометание способствует увеличению плодовитости рыб и обеспеченности потомства пищей, а также лучшей выживаемости молоди в неблагоприятных условиях обитания. Например, в водоемах с колеблющимся уровнем обитает больше видов рыб с порционным нерестом.

Выметанные икринки у подавляющего большинства рыб шаровидны, но есть овальные (хамса), сигаровидные (бычки, роган), каплевидные и цилиндрические (некоторые бычки). Окраска икринок у большинства желтоватая и оранжевая разных оттенков. У осетровых она черная, у бычков — зеленая. Желтоватый и оранжевый цвет обусловлен присутствием каротиноидов.

Размеры икринок (мм) сильно варьируют.

Плащеносная акула	90...97
Ручьевая форель	4,0...6,5
Черноморский шпрот	0,9...1,2
Сельдь-черноспинка	2,8...3,9
Карп	0,9...1,5
Линь	1,0...1,2
Чехонь	3,8...5,9
Речная камбала	0,7...1,3
Окунь	2,0...2,5
Судак	1,2...1,4
Щука	2,5...3,0
Байкальский омуль	1,8...2,1
Пелядь	1,2...1,5
Золотой карась	1,4...1,7
Белый амур	5,0...6,0

Пестрый толстолобик
 Большеротый буффало
 Змеёголов

4,1...4,6
 1,4...1,5
 1,8...2,1

Икринки, выметанные и развивающиеся в разных экологических условиях, обладают рядом особенностей, которые способствуют их приспособленности к среде (рис. 35). В толще воды развиваются плавающие, или пелагические, икринки, на дне или на субстрате — донные, или демерсальные.

У пелагических икринок плавучесть обеспечивается оводнением желтка (в морских пелагических икринках содержание воды доходит до 97%, благодаря чему они легче морской воды, тогда как в донных — 60...76%), увеличением перивителлинового пространства, наличием в желтке жировых капель (многие сельди, камбалы) или образованием выростов, удерживающих икринки в толще воды (сайры).

У чехони, дальневосточных растительноядных рыб, проходных сельдей икринки полупелагические. Они развиваются в толще воды только там, где есть течение. В стоячей воде они тонут.

Икринки, откладываемые на субстрат (вегетирующие или отмершие растения, камни, коряги и др.), часто обладают клейкими оболочками (осетровые, атлантическая и тихоокеанская сельди, карп, карась, рыбец и т. д.) или снабжены нитевидными или крючковидными отростками, которыми они при-

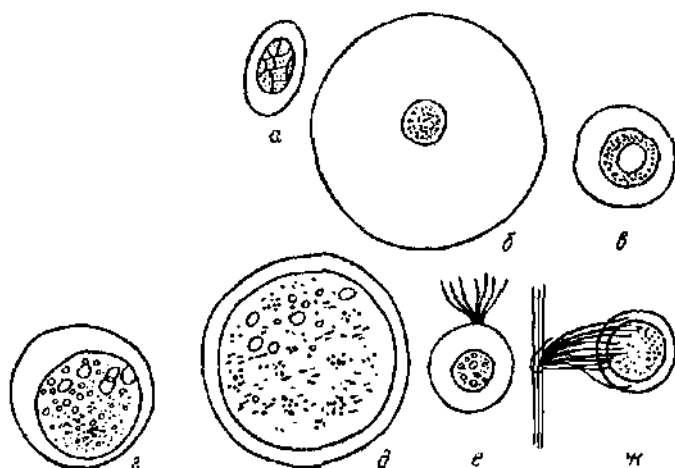


Рис. 35. Икринки, развивающиеся в толще воды (а — камшы, б — чехони, в — змеёголова), у дна (г — белорыбицы, д — форели) и прикрепленные (е — сайры, ж — атерины)

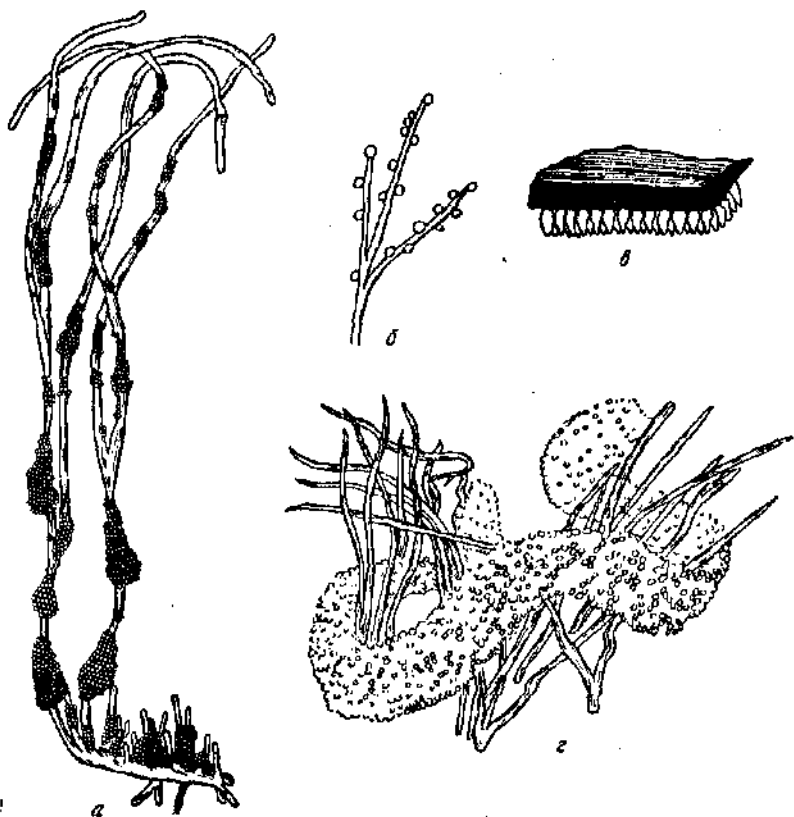


Рис. 36. Кладки икры тихоокеанской сельди (а), карпа (б), ротана (а), окуня (г)

крепятся к субстрату. Икринки часто откладываются компактно, и кладки имеют характерную форму. Например, у окуня икринки окружены вязким студенистым веществом, кладки имеют вид длинных 2...3 м лент (рис. 36). Однако они могут и не прикрепляться к субстрату (лососевые, налим). Донные икринки свойственны подавляющему большинству пресноводных рыб или морским, нерестующим в прибрежной зоне.

Количество желтка и плазмы в икринках разных видов рыб неодинаково. По их соотношению яйца костистых рыб делят на олигоплазматические (содержащие мало плазмы и много желтка) и полиплазматические (богатые плазмой и бедные желтком).

Резервный материал для питания зародыша — желток овцита состоит преимущественно из белков, основная масса кото-

рых представлена линофосфопротеидами (пхтулин) и небольшим количеством альбумина, и липидов (главным образом фосфатидом, прежде всего лецитина, а также холестерина); имеется небольшое количество полисахаридов и нейтральных жиров.

У многих рыб цитоплазма овоцита содержит жировые капли, состоящие преимущественно из нейтральных жиров — глицеридов.

В икре рыб содержится много воды. Сильно колеблется содержание белков (от 12 до 30% сырой массы) и жиров (от 1 до 22% сырой массы). При этом количество белков преобладает над количеством жиров (отношение белки/жиры, например, у пеляди составляет 1,17, у форели — 3,25, у сазана — 4,15, а у щуки и судака — 21,19...21,66). Различна и калорийность икры, например у осетра и лосося она составляет 25522...25941 Дж/г, у барабули 16318 Дж/г сухого вещества. Содержание углеводов незначительно: глыбки гликогена обнаружены (цитохимически) у осетровых, лосося, пеляди, карпа.

Таким образом, главным источником энергии при развитии зародыша являются белки, за счет которых покрывается до 70% расходуемой энергии. Жиры в отличие от жиров яиц птиц расходуются в меньшей степени. При этом в пелагических икринках запас энергетических веществ меньше, в донных — больше.

Зрелый сперматозоид представляет собой клетку с малым количеством плазмы. В нем различают головку, среднюю часть и хвост (рис. 37). Форма головки различна: в виде шара, яйца, желудка (у костистых рыб), палочки (у осетровых и некоторых костистых), конья (у двоякодышащих), цилиндра (у акул, кистеперых). В головке помещается ядро. Впереди ядра у акул, осетровых и некоторых других рыб располагается акросома. У костистых ее нет. Ядерная часть

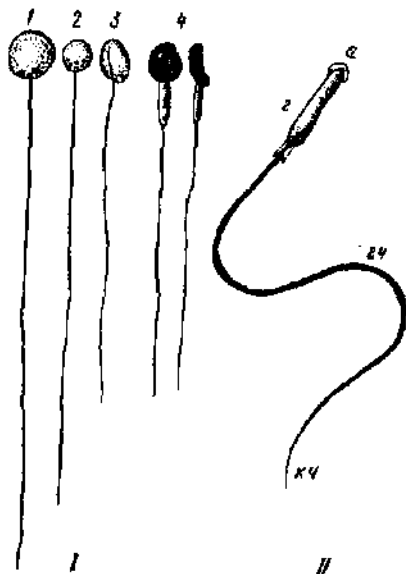


Рис. 37. Сперматозоиды костистых (I) и хрящевых (II) рыб:

1 - карась; 2 - щука; 3 - бычок; 4 - подкаменщик (вид головки с уплощенной стороны и сбоку); 5 - акросома; 6 - головка вместе со средней частью; 7 - головка вместе со средней частью; 8 - концевая часть хвоста

головки сперматозоида состоит преимущественно из дезоксирибонуклеопротеида (нейтральная соль ДНК с основным белком — протамином) и небольшого количества РНК. Концентрация ДНК в головке (ядре) различна. У карпа она составляет 38,1%, у семги 48,4% и отражает количество ДНК в гаплоидном наборе хромосом. Протамины состоят из 6...8 аминокислот среди которых преобладает аргинин. В средней части сперматозоидов есть митохондрии, играющие основную роль в снабжении клетки энергией. В хвостовой части выявлены белки, лецитин, жиры и холестерин. Сперматозоиды большинства костистых рыб имеют длину 40...60 мкм (головка 2...3 мкм).

Сперма, выделяемая самцом, состоит из сперматозоидов, погруженных в спермиальную жидкость, сходную по составу с физиологическим раствором. В момент выхода из организма сперматозоиды еще неподвижны, обмен их понижен.

У одного и того же самца сперматозоиды качественно не одинаковы. Прежде всего они различаются по величине: в эякуляте при помощи центрифугирования можно выделить три группы сперматозоидов — мелкие (легкие), крупные (тяжелые) промежуточные (средние). Они различаются и по биологическим свойствам, в частности, по характеру гамет: среди крупных сперматозоидов в большом количестве встречаются X-гаметы среди мелких — Y-гаметы. Вследствие этого из икры, оплодотворенной крупными сперматозоидами, рождаются преимущественно самки, а мелкими — самцы. Это используют для разработки направленного формирования пола у рыб, которое имеет важное значение в рыбоводстве.

Количество спермы, которое одновременно выделяет самец при нересте, и концентрация эякулятов различны у разных видов (табл. 5). Оно зависит от внутренних и внешних факторов: размеров, возраста и состояния самцов, течений, температуры воды, соотношения самок и самцов на нерестилищах и др.

5. Характеристика спермы разных видов рыб

Вид рыбы	Единовременный объем спермы, см ³	Концентрация сперматозоидов, млн/мм ³	Продолжительность активности сперматозоидов, с	
			общая	поступательного движения
Радужная форель	1,0...23,0	20,4	60...105	10...56
Пелядь	0,2...3,2	7,6	—	27...65
Карп	2,9...12,5	16,5	—	70...87
Белый амур	20...30	33,1	35	15...53

В спермальной жидкости сперматозоиды неподвижны. При соприкосновении с водой их активность резко возрастает: поглощение кислорода увеличивается больше чем вдвое, содержание АТФ — втрое; сперматозоиды начинают бурно двигаться со скоростью 164...330 мкм/с. Встретив икринки, они проникают в них через микропиле, после чего происходит оплодотворение. Однако активность сперматозоидов недолговечна. Энергетические ресурсы их иссякают, первоначальное поступательное движение замедляется, становится колебательным, затем прекращается и они погибают. Продолжительность активности зависит от солености и температуры воды. В соленой воде она значительно дольше — до нескольких суток у тихоокеанской сельди. В пресной воде у большинства рыб (карповых, лососевых, скумиевых) — не больше 1...3 мин. Положительно действует на подвижность сперматозоидов овариальная жидкость, поэтому ее можно использовать как среду для осеменения.

Между подвижностью сперматозоидов и их оплодотворяющей способностью наблюдается прямая зависимость: замедление движения приводит к снижению оплодотворенности икры. При этом важно поступательное движение. Колебательное движение не дает возможности сперматозоиду проникнуть в икринку.

В эякуляте без добавления воды неподвижные сперматозоиды долго сохраняют оплодотворяющую способность — до нескольких часов и даже суток. При заводском воспроизводстве зарпа отцеженная сперма сохраняет оплодотворяющую способность при температуре 20...22 °С в течение 1,5 ч, при 6...8—0...12 ч, при 1...2—1,3 сут (табл. 6).

На воспроизводительную способность рыб сильнейшее влияние оказывает их возраст, так как качество половых продуктов в протяжении жизни различно. Так, у самцов, созревающих впервые, сперма отличается наименьшим количеством сухого вещества, жира и золы, низким содержанием фосфорных соединений и нуклеиновых кислот, пониженной концентрацией и наименьшим количеством жизнеспособных сперматозоидов в семенной жидкости.

Длительность сохранения спермы рыб

Вид рыбы	Температура, °С	Длительность хранения, ч	Глубокое замораживание	
			Длительность хранения, сут	% оплодотворения
сельдь	—	—	180	85
белуга	8...10	8	7	78
лосось	0...5	21...48	19	70

7. Изменение величины икринок самок карпа

Показатель		1-я самка			2-я самка		
		возраст, лет					
		6	7	8	10	11	12
Диаметр, мм		1,72	1,78	1,79	1,69	1,70	1,6
Масса, мг		2,32	2,60	2,60	2,27	2,10	2,
Количество (%)	икринок разного диаметра, мм:						
до 1,5		2	—	—	3,5	7	2
1,51 ... 1,70		42	28	12	51,5	45	70
1,71 ... 1,90		52	58	82	44,5	48	28
больше 1,90		4	14	6	0,5	..	..

У самок среднего возраста в сперме много сухого вещества, белков, жиров, аминокислот (цистина, цистеина, триптофана, гистидина). Увеличивается количество меди и уменьшается цинка. Сперма характеризуется большими запасами нуклеиновых кислот и энергетических веществ (лецитин, холестерин) что свидетельствует о высокой интенсивности обмена. Количество жизнеспособных сперматозоидов в семенной жидкости наибольшее, и концентрация спермы по сравнению с рыбами других возрастов наилучшая.

Сперма старых рыб богата жиром, лецитином, но бедна медью, цинком, РНК, АТФ. Концентрация спермы у таких рыб жидкая.

По мере увеличения возраста у самок изменяется величина икринок: сначала она возрастает, а затем уменьшается, иногда незначительно. Меняется и соотношение икринок разных размерных групп: количество крупных сначала увеличивается, а потом уменьшается (табл. 7).

Икра у самок среднего возраста содержит наибольшее количество сухого вещества, жиров, протеина и аминокислот (цистин, цистеин, триптофан, гистидин и др.), марганца, меди и цинка.

Характер нереста и основные показатели качества потомства при нересте производителей разного возраста неодинаковы: впервые нерестящиеся делают это обычно вяло и недолго (около 3 ч) или, наоборот, очень долго, с промежутками, в общей сложности больше суток. Икра отличается плохим оплодотворением (61...88,8%), большим отходом в период инкубации, доходящим иногда до 100%, продолжительной инкубацией. Выход молоди от одной самки из нерестовых прудов крайне низок и неравномерен (0...90 тыс. шт.). Замедленный рост и большие отходы характеризует их потомство и при дальнейшем выращивании, а именно в первое и второе лето жизни.

У производителей, нерестящихся второй раз, нерест длится дольше, он более активный. Оплодотворяемость икры составляет 93,3%, а отход — 14,3%. Выход молоди от одной самки из нерестовых прудов 31...135 тыс. шт.

Производители среднего возраста нерестятся бурно, в течение 5...8 ч. Икра оплодотворяется на 91...98%, эмбриональное развитие проходит быстро. Отход икры наименьший, в ней больше жиров и белка. Выклев молоди и переход ее на внешнее питание проходит быстрее. От каждой самки из нерестовых прудов получают свыше 150 тыс. шт. молоди. В постэмбриональный период эта молодь наиболее крепкая по основным рыбоводным и биохимическим показателям (отходы, рост, накопление жира, прирост белка и др.).

Стареющие производители нерестятся менее бурно, долго, с промежутками. Эмбриональное развитие их молоди длится дольше, отходы икры составляют 19...34%, весовой рост ее во время инкубации и желточного питания идет медленнее. Выклев и переход на активное питание растягивается. Выход молоди от одной самки из нерестовых прудов составляет 67...81 тыс. шт. При дальнейшем выращивании наблюдается большой отход молоди.

При дальнейшем старении карпов способность их к размножению затухает: некоторые рыбы перестают нереститься в возрасте 13...15 лет.

По основным рыбоводным показателям — выживаемости, росту, зимостойкости лучшие сеголетки и годовики получают от производителей среднего возраста, худшие — от впервые нерестящихся, поэтому рыбопродуктивность при выращивании потомства от производителей разного возраста различна. При этом различия в качестве потомства проявляются с самого раннего — эмбрионального периода жизни.

Рыбы почти всех видов раздельнополы. Органический гермафродитизм свойствен только миксинам. Среди костистых рыб обычно являются гермафродитами лишь морские окуни и морские караси. Изредка гермафродиты встречаются среди сельдевых, лососевых, шуковых, карповых и окуневых. При этом у кеты и кефали в гонадах чередуются участки яичников и семенников. Крайне редки сообщения о гермафродитизме карпа. В одном из таких случаев описано выделение гермафродитом одновременно икры и спермы. При этом самооплодотворение сопровождалось значительным отходом икры (развились 29% зародышей), тогда как при осеменении спермой гермафродита икры другой самки развивалось 98% икринок.

У рыб может происходить изменение, превращение (реверсия) пола. Например, молодь радужной форели на ранних стадиях развития (в возрасте 135...160 сут), имеющая в гонадах

массу женских половых клеток, в дальнейшем развивается самцов.

У большинства пресноводных рыб половые железы во время закладки индифферентны в отношении половой принадлежности, они как бы потенциально двуполы. Пол такой интерсексуальной особи можно определить только при дальнейшем развитии.

Превращение пола может происходить и у взрослых особей. Известны случаи, когда у зубастых карпов *Syrpinodontidae* половозрелые, уже ранее нерестившиеся самки вдруг превращались в самцов и становились способными оплодотворять икру. У некоторых рыб в течение жизни перестройка пола наблюдается неоднократно. Возможно и направленное изменение пола обработанные стероидными гормонами (путем скармливания самки и самцы радужной форели изменяли пол на противоположный и благополучно нерестились. Этот способ может иметь значение при разведении товарной рыбы. Например, в стаде лососевых выгоднее иметь больше самок (они крупнее), а стаде теляпии — меньше, так как они медленно растут и часто мечут икру.

У рыб имеет место избирательность оплодотворения. Поэтому использование при осеменении икры спермы от двух или более особей повышает ее оплодотворяемость.

Рыбы размножаются в самых различных условиях и на разных субстратах, поэтому выделяют следующие экологические группы.

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

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

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

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

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

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

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

Большинство рыб не заботится о потомстве. Нередки случаи, когда родители даже поедают собственную икру и особенно молодь. Канибализм встречается у гамбузии, наваги, даже карпа. Поэтому целесообразно в целях сохранения молоди вылавливать производителей из нерестовых прудов. Однако многие виды рыб заботятся о потомстве. При этом охрана потомства в большинстве случаев выпадает на долю самцов.

Примеры заботы о потомстве интересны и разнообразны: самец колюшки строит гнездо из кусочков травинки, склеиваемых выделениями почек (рис. 38). Гнездо имеет сначала два отверстия, а после наполнения его икрой несколькими самками самец закрывает одно отверстие и остается охранять его, аэрируя воду движениями плавников. После выклева молоди самец в течение нескольких дней следит за тем, чтобы она находилась в



Рис. 38. Трехиглые колюшки возле гнезда

гнезде и возвращает туда выплывающих, захватывая их рт. Самки тилапии вынашивают икру во рту и некоторое время после выклева забирают молодь в рот при опасности. У морской иглы и морского конька икра инкубируется в складке сумки на брюшке самцов. Лабиринтовые рыбки строят гнезда пузырьков воздуха и слюнообразного секрета. Хотя молод в гнезде появляется через сутки, самец охраняет его до тех пор пока рыбки окончательно не оформятся.

Постройка гнезд разной сложности встречается у рыб редко. Форель и лосось выкапывают в грунте несколько ям и отложенную икру засыпают песком и гравием движением хвоста, устраивая так называемые нерестовые бугры. Некоторые бычки, сомы устраивают гнезда из камешков и кусочков растений. Пинагор охраняет комок икры, отложенной у пола прибоа, и во время отлива поливает его водой из рта. Сустронит гнездо из кусочков корней или расчищая каменистый участок: он кусает протянутую к гнезду руку, и отогнать его удается. Движением грудных плавников он создает ток воды смыывающий ил с икринок.

Наиболее совершенной формой заботы о потомстве является живорождение. При этом плодовитость обычно бывает малой: несколько десятков особей. По сути это яйцеживорождение задержкой потомства в половых путях самки, до рассасывания желточного мешка. Оно присуще многим акуловым, а скостистых рыб — бельдюге, морскому окуню, гамбузии, гулли меченосцу.

В первые мгновения после оплодотворения оболочки икри прилегают к поверхности желтка. Затем кортикальные альвлы, располагающиеся в поверхностном слое цитоплазмы, лопаются, их содержимое выделяется под оболочку, и она отслаивается от желтка. Начинается оводнение (набухание) икрины в процессе которого между желтком и оболочкой образуется перивителлиновое пространство, заполненное жидкостью. Эта жидкость обеспечивает обмен зародыша и защищает его от действия внешней среды.

Перивителлиновое пространство образуется и в неоплодотворенной икринке после попадания ее в воду, а так как это препятствует проникновению сперматозоидов, то после его образования икринка теряет способность к оплодотворению.

Внешняя оболочка икринок многих рыб выделяет клейкое вещество, благодаря которому в естественных условиях икринки прилипают к субстрату. После набухания прочность оболочки увеличивается.

Яйца костистых рыб относятся к телолецитальному типу. В них желток распределен неравномерно: ядро и плазма располагаются на анимальном полюсе, а желток концентрируется

в противоположной части клетки на вегетативном полюсе. В результате дробления охватывают не всю клетку, а только бластодиск (неполное, или дискоидальное, дробление, при котором борозды дробления проходят только по бластодиску).

Внешним признаком развития икринки является скопление ядра на анимальном полюсе и образование бластодиска. Развитие идет по общеизвестной схеме: дробление бластодиска (с образованием сначала крупноклеточной, затем мелкоклеточной морулы); появление бластулы, внутри которой имеется первичная полость тела — бластоцель; в результате продолжающегося размножения клеток наступление гастрюляции, в процессе которой клетки анимального полюса надвигаются на желток (обрастание желтка), образуется два зародышевых листка (экто- и энтодерма); полость гастрюлы представляет собой первичную полость кишечника. Затем между двумя эмбриональными пластами образуется третий (мезодерма); внутри мезодермы развивается вторичная полость тела, или целом. Далее зародышевые листки дифференцируются на зачатки тканей и органов: из эктодермы формируются покровы (эпидермис), нервная система; из энтодермы — кишечник и связанные с ним органы; из мезодермы — внутренний скелет, мускулатура, соединительнотканый слой кожи, аорта и кардинальные вены, эндокардий сердца и др.

Эмбриональный период развития рыб не заканчивается выходом зародыша из оболочек. Он продолжается в течение некоторого времени после выклева, пока предличинка, или свободный эмбрион, обладая еще рядом эмбриональных особенностей строения органов дыхания, кровообращения, пищеварения и других систем, проходит заключительные этапы эмбрионального развития. После того как начинают функционировать жабры, пищеварительная и другие системы, деятельность эмбриональных органов прекращается и соответственно кончается период эмбрионального развития.

Следующий период — личиночный — начинается с момента перехода молоди на активное питание внешней пищей. Сначала питание смешанное — остатками желточного мешка и частично внешней пищей, затем полностью экзогенное. Имеются временные личиночные органы (непарная плавниковая кайма, наружные жабры и др.), отсутствуют многие органы взрослой рыбы.

При переходе в следующий период развития — мальковый — молодь приобретает форму взрослой рыбы. Появляются характерные для взрослого органы и функции (например, брюшные плавники и жаберное дыхание через рот), но некоторые органы могут еще отсутствовать, например каналы боковой линии. Личиночные органы исчезают.

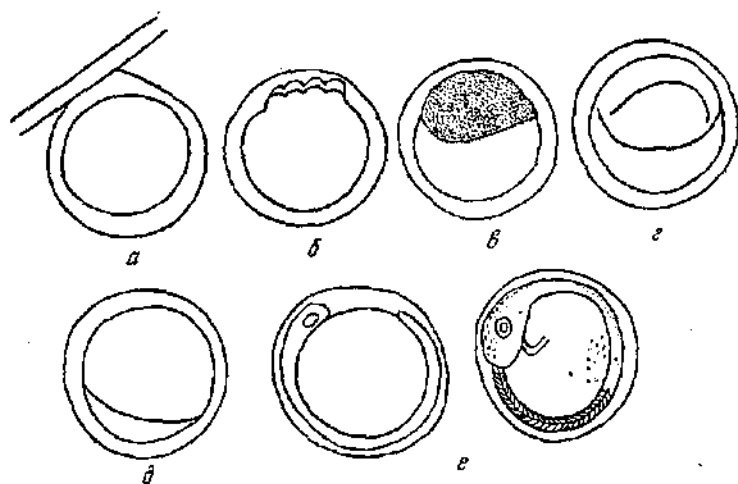


Рис. 39. Развитие икры карпа:

а — только что выметанная икринка; б — начало дробления бластодиска (морула крупных клеток); в — морула мелких клеток; г — бластула; д — обрастание желтка; е — об-
га-но-ге-не-з

Для примера рассмотрим развитие карпа в нерестовом пруду при температуре воды 20...22 °C (рис. 39).

В течение первых суток проходят этапы, предшествующие оформлению тела зародыша.

Образование бластодиска (1-й этап) начинается сразу после оплодотворения. Примерно через 30 мин в икринках между желтком и наружной оболочкой возникает перивителлиновое пространство, занимающее 3,4...15,4% диаметра икринки. На анимальном полюсе икринки формируется бластодиск в виде возвышающегося над желтком светлого бугорка.

При дроблении бластодиска (2-й этап) он разделяется бороздами дробления на бластомеры. Сначала появляется морула из крупных клеток, но по мере того, как возрастает число бластомеров, размеры этих клеток уменьшаются. Примерно через 5 ч после оплодотворения морула состоит из мелких клеток.

Бластомеры уплотняются и отодвигаются к периферии (3-й этап), образуется бластула, внутри которой имеется полость — бластоцель; желток образует впячивание навстречу накрывающей его бластодерме.

На 4-м этапе (гастроула) при дальнейшем размножении клеток анимального полюса происходит обрастание желтка: бластомеры как бы сползают в сторону вегетативного полюса, по-

степенно накрывая его; образуется зародышевый узелок; формируются зародышевые пласты, а из них зачатки органов.

К концу первого дня после оплодотворения в икринке имеется зародыш в виде прозрачной зародышевой полоски, лежащей на желтке. Произошла закладка головного и туловищного зачатков, причем головной конец заметен резче, хвостовой конец утончается постепенно, ограничиваясь едва заметно; выявляются участки эмбрионального материала, которые дадут начало хорде, миотомам, кишечной энтодерме, нервной и другим системам.

В течение вторых суток происходят следующие три этапа.

Органогенез (5-й этап) — зародыш увеличивается в размерах: тело утолщается, хвостовой отдел оканчивается перед головным, немного не доходя до него. Формируются головной, туловищный, хвостовой отделы тела и основные органы и системы органов: нервная, мышечная, кишечник и др. Примерно через 28 ч после оплодотворения в головном отделе хорошо виден мозг, причем заметно разделение его на передний и задний отделы, четко различимы слуховые пузырьки, глаза продолговатой формы, еще не имеющие пигмента. В туловищном отделе происходит сегментация хорды. Примерно через 32 ч после оплодотворения хорошо заметна плавниковая кайма, начинающаяся на спинной стороне тела в задней его трети. Кайма огибает хвостовой отдел и подходит к желтку. Видны также плавниковые складочки на желтке.

Появляется нервно-мышечная моторика (6-й этап) — зародыш начинает временами подергиваться, а затем периодически поворачивается в оболочке. Так как зародыш в это время дышит поверхностью тела (специальных органов дыхания нет), то перемешивание перивителлиновой жидкости при таких поворотах способствует улучшению газового обмена. Зародыш настолько увеличивается, что хвостовой отдел начинает заворачиваться по поверхности желтка, образуя спираль. В головном отделе просматриваются обонятельные ямки, глазные бокалы, хрусталики, отолиты. В глазах появляется точечный меланин. Сердечная трубка сокращается, но форменных элементов крови еще нет. Хорошо видна кишечная трубка. Продолжается сегментация тела (в хвостовом отделе). Желточный мешок становится грушевидным.

Начинает функционировать эмбриональная дыхательная система (7-й этап) — так как дефинитивные органы дыхания еще не сформированы, то дыхательную функцию выполняет сеть кровеносных сосудов: Кювьеровы протоки (лежащие на передней части желточного мешка), нижняя хвостовая вена (в хвостовом отделе тела), сеть сегментальных сосудов в плавниковой кайме (в анальной ее части). В токе плазмы крови по-

являются форменные элементы. Заканчивается сегментация тела. Появляются грудные плавнички. Усиливается пигментация глаз. Примерно через 52 ч после оплодотворения появляются пигментные клетки над кишечной трубкой, вскоре покрывающие головку зародыша, спинной и хвостовой отделы и желточный мешок. Пигментные клетки (меланофоры) крупные, лежат близко друг к другу (группами). На голове видны зачатки жаберных крышек. На голове и желтке появляются железки выплечения.

К концу вторых — началу третьих суток после оплодотворения начинается последний — 8-й этап развития зародыша в оболочке. Увеличиваются все части тела и просвечивающие сквозь прозрачные покровы органы. Головка зародыша частично обособляется от желтка. В слуховых пузырьках видны полукружные каналы. Отчетливо видна ротовая ямка (рот неподвижный, открытый). Оформляется жаберно-челюстной аппарат. В передней части головы видны клетки, образующие железки приклеивания. Основания грудных плавников расположены наклонно по отношению к оси тела. В плавниковой складке обособляются спинной, хвостовой и анальный участки. Усиливается пигментация тела. Примерно через 78 ч после оплодотворения начинается массовый выклев молоди.

Выклюнувшиеся зародыши, или предличинки, имеют длину около 5,0...5,2 мм (рис. 40), большой желточный мешок грушевидной формы и прямую хорду. Голова ламного пригнута вниз. В передней части ее, ближе к глазам, имеются углубления — обонятельные ямки. Хорошо видны 38 сегментов, неодинаковые по величине, они постепенно уменьшаются к заднему концу тела. По спине зародыша, начиная с 9-го сегмента, тянется вдоль тела плавниковая кайма, переходящая на хвост, далее на брюшную сторону и оканчивающаяся на желточном мешке. В хвостовой части плавниковая кайма разделяется задним концом хорды на две равные половины. Плавниковая кайма узкая, недифференцированная, без выемок, расширяется только в хвостовой части, прозрачная, чуть-чуть уплотненная с прилегающей к телу стороны, в спинной и анальной частях пронизана кровеносными сосудами. Грудные плавники подвижны. Глаза сильно пигментированы. По телу разбросаны пигментные клетки. Больше всего их на голове и вдоль спинного и брюшного краев тела, лежат они и на желточном мешке. На голове и спине имеется также желтоватый пигмент.

На переднем крае головы зародыши имеют железу приклеивания, позволяющую им прикрепляться к подводным растениям. Сквозь прозрачное тело просвечивают внутренние органы: сердце в околосердечной сумке, кишка прямая, еще без просвета, не вполне сформированный жаберный аппарат

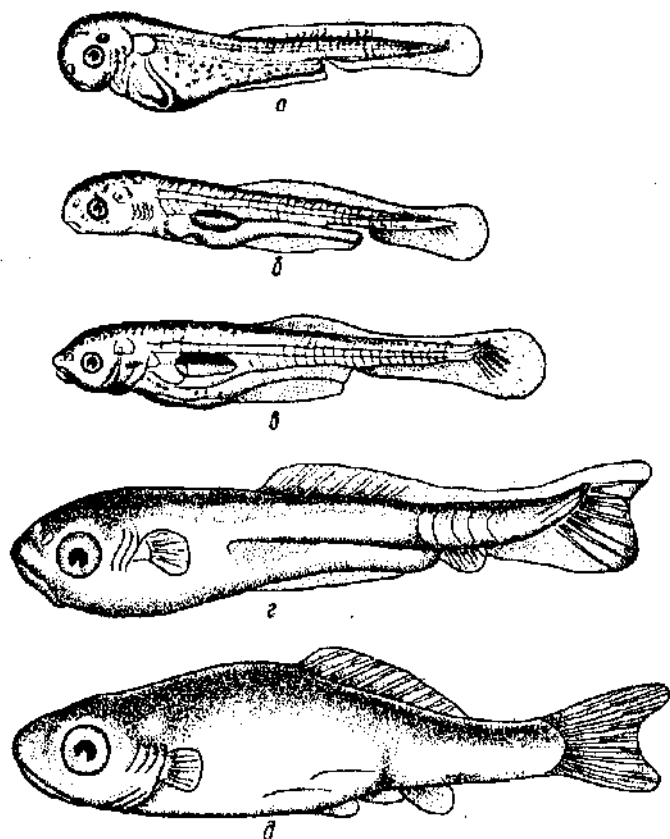


Рис. 40. Развитие молодых карпа после выклева:

а — только что выклюнувшаяся предличинка ($l = 5$ мм); б — личинка ($l = 7,5$ мм) (3 сутки); в — личинка ($l = 8,5$ мм) (4 сутки); г — личинка ($l = 12,5$ мм) (8 сутки); д — личинка ($l = 16$ мм) (14 сутки)

только начальные жаберные дужки прикрыты намечающейся жаберной крышечкой, два отолита в слуховой капсуле. Рот открыт и имеет форму ямки.

В течение первых суток жизни после выклева зародыши движутся периодически. Время от времени они приклеиваются к растениям и висят неподвижно, затем, оторвавшись от субстрата, проделывают несколько червеобразных движений, после чего опять приклеиваются. Таким образом чередуются состояния движения и покоя.

К концу первого дня жизни зародыша (длина 6 мм) желточный мешок оказывается сильно втянутым. На вторые сутки (длина 5,9...6,7 мм) желточный мешок уже небольшой. Его

уменьшение происходит по всей площади соединения его с зародышем, но быстрее в передней расширенной части. В плавниковой кайме, особенно в нижней части хвостового отдела, уплотненные участки (скопление мезенхимных клеток) становятся более значительными. Зародыши более не приклеиваются к растениям, они постоянно плавают.

На третьи сутки жизни (первый личиночный этап) при длине тела 6,2...7,8 мм у молодки остается совсем мало желтка. Хорда по-прежнему не изогнута. У особой длиной около 7 мм дифференциации плавниковой каймы еще нет, но в нижней половине хвостовой части намечаются мезенхимные тяжилки. Пигментных клеток становится больше. Жаберная крышка прикрывает не все жаберные дужки. Линия основания грудных плавников становится вертикальной. Кровь начинает окрашиваться, приобретает очень слабый желто-розовый оттенок. Кишечник представляет собой едва изогнутую трубку, но уже с просветом. Молодь заглатывает воздух, плавательный пузырь (задняя камера) наполняется им и становится хорошо видимым. Наполнение плавательного пузыря воздухом облегчает передвижение рыбок. Части ротового аппарата могут двигаться. Рот перемещается на конец рыла. Молодь переходит к активному питанию (внешней пищей). Таким образом, в это время у личинок питание смешанное: как внешней пищей, так и за счет не совсем израсходованного желточного мешка. Вследствие прозрачности тела хорошо видно содержимое кишечника.

На четвертые сутки жизни (второй личиночный этап) длина личинок 5,5...9,0 мм. Самые мелкие из них имеют еще остатки желтка. Рот приобретает способность закрываться полностью.

У личинок, достигших длины около 8,3 мм, задний конец хорды — уростиль начинает загигаться кверху. Зачатки лучей в нижней половине хвостовой части плавниковой каймы увеличиваются. Плавниковая кайма в передней части (на спине) становится более высокой, здесь появляется сгущение мезенхимных клеток. Такое же сгущение мезенхимы наблюдается в анальной части каймы, на месте будущего анального плавника. Перед хвостом плавниковая кайма становится немного уже, тем самым намечаются границы хвоста. Пигментных клеток становится очень много, они крупные, разбросаны по всему телу. Особенно крупны они на спинной стороне головы. Жаберные крышки увеличиваются. Личинки уже заглатывают циклопов, босмин и других мелких ветвистоустых и веслоногих раков.

На пятые сутки жизни (третий личиночный этап) при длине 7...10,1 мм личинки отличаются от предыдущих в основном тем, что у них сильнее загнут уростиль, хвост стал гетероцеркаль-

ным, в плавниковой кайме резко выделяется хвостовой отдел, в котором лучи уже сформировались; в спинном и анальном отделах плавниковой каймы сгущения мезенхимы стали плотнее. На челюстях появляются роговые зубы. В пищевом комке кроме коловраток, ветвистоусых и веслоногих рачков начинают встречаться планктонные личинки хирономид.

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

На восьмые сутки жизни личинки достигают длины 10...12,8 мм. Меньшие из них прошли четвертый личиночный этап, у наиболее крупных развитие продвинулось до пятого личиночного этапа.

Сегменты в теле видны совсем плохо. Уростиль сильно загибается кверху, образуя почти прямой угол с плавниковыми лучами. В плавательном пузыре обе камеры заполнены воздухом. На месте брюшных плавников появляются кожистые выросты.

Плавниковая кайма ясно дифференцирована, спинной отдел ее имеет лучи, в анальном ее отделе также появляются зачатки лучей. Хорошо видны кости черепа. У наиболее крупных рыбок хвостовой отдел представляет собой сформированный хвостовой плавник (гомоцеркальный): появляется хвостовая выемка, раздваивающая плавник на верхнюю и нижнюю лопасти. Спинной плавник также вполне сформирован. Грудные и брюшные плавники еще не имеют лучей. Все тело очень сильно пигментировано. Рот становится выдвижным. Кишечник слабо изогнут, намечается первая петля.

На одиннадцатые сутки жизни (длина 11,1...16 мм) у личинок спинной и анальный участки плавниковой каймы приобретают форму плавников. С хвостовым плавником они соединяются совсем узенькими перетяжками. Лопастей брюшных плавников становятся крупнее, но лучей в них еще нет. Пигментные клетки очень крупные. В кишечнике образуется первая петля.

На четырнадцатые сутки жизни (шестой личиночный этап) при длине тела 15...20 мм никаких следов плавниковой каймы между плавниками нет. В брюшных и грудных плавниках появились лучи. Тело непрозрачно, его почти сплошь покрывают пигментные клетки. В кишечнике стало две петли. Чешуи еще нет.

В течение развития у зародыша чередуются периоды усиленного роста тканей и периоды усиленной дифференцировки их и образования новых зачатков органов.

При этом меняется характер обмена веществ, в частности интенсивность водного обмена, усвоения биогенных элементов (фосфора, кальция, углерода), аминокислотный состав тела (уменьшается число свободных аминокислот, увеличивается количество связанных), интенсивность потребления кислорода. Наиболее интенсивен обмен во время формирования органов и тканей. Чувствительность зародышей к внешним воздействиям — тряске, колебаниям температуры, содержанию кислорода — на разных стадиях развития различна. Наименее устойчивы зародыши во время усиленного формирования тканей и органов, когда обмен наиболее интенсивен. Это начало дробления, гастрულიция, закрытие бластопора, начало формирования зародыша и так далее. Это обстоятельство учитывают при работе с икрой, особенно при ее перевозках.

Инкубация икры рыб каждого вида проходит при определенных условиях внешней среды: температуре, содержании кислорода и углекислоты, pH, освещенности, солёности и др. Исход инкубации определяется качеством икры, которое зависит от возраста рыбы, условий содержания производителей, особенно перед нерестом, времени взятия икры от самок, а при искусственном осеменении — от техники проведения всех операций.

Длительная задержка икры в полости тела самки вызывает перезревание. Перезревшая икра характеризуется пониженной оплодотворяемостью, повышенным отходом в период инкубации, увеличенным числом уродов и самцов.

Невыметанные зрелые половые продукты рассасываются. Но это длительный процесс. Поэтому если нерест не прошел, например, из-за похолодания, то очередной нерест на следующий год также может не состояться, так как в гонадах не успеют пройти процессы резорбции зрелых невыметанных клеток и образования клеток новых генераций.

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

Успешнее всего инкубация проходит при оптимальной температуре. При повышенной она хотя и заканчивается быстрее, но молодь выклеивается мелкой и недоразвитой, а при понижении температуры зародыши более крупные, но нарушается процесс выклева. При отклонении температуры повышается

количество уродов — особей с укороченным туловищем, искривлением позвоночника, водянкой околосердечной и брюшной полости, а также двухголовых экземпляров, срастающихся разными участками туловища, особей с аномалиями челюстного аппарата и др.

Для учета длительности развития существует понятие «граду-дней». Это произведение средней температуры инкубации на число дней развития икры. Оно дает общее представление о сумме тепла, необходимого для развития молоди до выклева. Но это не постоянная величина, она имеет разные значения при разных температурах. У карпа развитие длится 54 ... 126 граду-дней, у радужной форели — 330 ... 400. При неблагоприятных условиях, например, при недостатке кислорода, икра развивается дольше.

ПИТАНИЕ И УПИТАННОСТЬ

Значение питания в жизнедеятельности организма очень велико. Пища, поступающая в организм, обеспечивает на всех этапах его развития энергетические процессы, связанные с движением, ростом, созреванием, размножением. Так, через потребление пищи осуществляется одна из важнейших связей организма с окружающей средой. На протяжении индивидуального развития у рыб имеют место два типа питания — эндогенное (за счет внутренних ресурсов организма) и экзогенное (за счет внешней пищи).

Большинство рыб большую часть жизни питается экзогенно. Однако у всех рыб питание в начальный период жизни — развитие в икринке и сразу после вылупления эмбриона — происходит за счет запасов желтка и жира в желточном мешке (эндогенное питание). У взрослых рыб также бывают периоды эндогенного питания: например, у рыб, которые не питаются зимой или живут в пересыхающих водоемах, а также у проходных рыб во время нерестовых миграций. В это время поступление пищи извне прекращается.

Эндогенное питание поддерживает обмен веществ у рыб во время зимовки, а у мигрирующих — покрывает огромную трату энергии при их длительных передвижениях от мест нагула к местам нереста (осетровые, лососи, некоторые сельди, угри) и созревание в это время половых продуктов, т. е. в организме происходит преобразование накопленных в предыдущий период энергетических ресурсов, в первую очередь жира. У дальневосточных лососей и угрей этот процесс является необратимым: организм настолько истощается, что после нереста рыба погибает.

Соотношение этих двух форм питания у разных видов различно. По разнообразию пищи среди рыб различают монофагов (потребляющих пищу одного вида), стенофагов (набор пищевых объектов невелик) и эврифагов (пища разнокачественна).

Существует ряд классификаций рыб соответственно их питанию. Прежде всего рыб делят на мирных и хищных.

Мирные рыбы могут питаться беспозвоночными, растительностью и детритом. Сюда относятся мирные животноядные: планктонофаги (сельди, некоторые сиги и т. д.) и бентософаги (лещ, некоторые сиги и др.); фитофаги (красноперка, растительноядные дальневосточные карповые — толстолобик, белый амур, амурский лещ и др.); детритофаги (закаспийская храмуля и др.).

Хищники питаются рыбой, а при случае даже другими позвоночными.

Однако это деление весьма относительно: многие рыбы всеядны (сазан, карп), иногда бентософаги могут переходить на питание планктоном, а мирные животноядные при отсутствии обычной пищи становятся хищниками.

Приспособленность разных видов рыб к определенному виду пищи четко проявляется в строении пищеварительного тракта — рот, жаберный аппарат, глотка, кишечник. Смена пищи на протяжении онтогенеза сопровождается морфофизиологическими изменениями.

Изменение характера питания обусловлено рядом биотических и абиотических факторов: возрастом, полом, степенью зрелости, состоянием здоровья, сезоном года и др.

Возрастные особенности питания рыб. Экзогенное питание рыб начинается не сразу после выхода из икринки, а после некоторого периода желточного питания, но до того, как желток будет полностью израсходован: у карповых, окуневых и других — через несколько дней после выклева, у лососей — через несколько недель.

Промежуток времени, когда молодь питается отчасти внешней пищей, а отчасти остатками желтка, называется периодом смешанного питания. Так как молодь в это время еще очень мала, то ей доступны лишь самые мелкие формы планктона, однако уже через 1...2 дня она может захватывать и крупных его представителей. Таким образом, молодь всех рыб вначале питается зоопланктоном. Затем, по мере роста пищевые потребности разных видов расходятся. Одни остаются планктоноядными на всю жизнь (верховка, чехонь, многие сиги, в частности пелядь), другие начинают поедать растения (фитопланктон — белый толстолобик, высшие растения — красноперка, белый амур и др.), становятся бентосоядными (сазан, линь,

Сезонные изменения в составе пищи форели, %

Пищевые организмы	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Донные животные</i>												
го	98,5	98,3	97,1	75,8	53,4	59,1	70,5	6,4	26,3	70,3	98,2	100
них:												
гаммарусы	70,5	41,2	12,1	8,1	25,3	4,0	0,6	—	10,2	19,4	17,5	29,4
личинки	3,9	23,7	7,7	6,4	1,6	0,9	1,2	3,7	3,6	32,7	3,9	—
хирономиды	—	0,4	53,8	2,0	1,6	—	0,3	0,5	0,2	—	—	—
<i>Поверхностные животные</i>												
его	—	0,7	1,7	21,5	52,5	32,2	25,0	93,1	73,4	1,7	1,5	—

оп и т. д.) или рыбоядными (щука, окунь, судак и др.); набор пищевых объектов по мере роста рыб расширяется. Например, вобла начинает питаться мелким фито- и зоопланктоном, затем использует зоопланктон более крупный, далее переходит к бентосным организмам, главным образом личинкам хирономид, а став взрослой, питается преимущественно моллюсками. Ответственно возрастные изменения происходят в строении пищеварительного тракта.

Сезонные особенности питания рыб. Многообразны изменения в питании рыб в течение года. Они связаны прежде всего с температурой воды, сезонными изменениями в составе, численности и доступности пищевых организмов и их приуроченностью к определенному району. Например, значительно меняется течение года роль разных пищевых организмов в питании рыбы (табл. 8).

Особенности питания рыб в зависимости от мест обитания. Рыба и фауна, а вместе с ними и соотношение пищевых организмов в разных водоемах неидентичны, поэтому нередко характер питания одного и того же вида в них не совпадает: например, в пище сига-пыжьяна из реки Печоры преобладают личинки, из реки Гыды — ракообразные, из реки Кары — личинки хирономид. Очень сильно различается доля планктона, личинок хирономид и детрита в пище серебряного караса из разных водоемов.

Половые особенности питания рыб. Существует различие в наборе пищевых организмов в зависимости от пола рыб. Так, в Азовском море самки леща преимущественно питаются *Hydra*, а самцы — *Nereis*. Очень разительны различия у глубоководных удильщиков: самки хищничают, а паразитирующие на них самцы питаются соками тела самок.

Величина объектов, служащих пищей рыбам, различна: от микроскопических у планктонофагов до жерты, превышающей размеры рыбы-хищника.

Количественные характеристики питания рыб также разнообразны. Обычно масса пищи составляет 2...25% массы тела рыбы.

По значению отдельных видов пищи для разных рыб условно выделяют пищу излюбленную (ограниченную 2...6 видами организмов, которые составляют 50...75% пищевого комка), заменяющую, или второстепенную (5...6 видов, образующих 15...30% содержимого пищеварительного тракта), и случайную (много видов пищевых объектов, не превышающих, однако, 4...10% содержимого пищеварительного тракта). Существуют и другие классификации.

Количество пищи, потребляемой ежедневно рыбой в течение жизни, неодинаково. Относительно своей массы молодь ест больше, чем взрослые и старые рыбы: у молоди севрюги масса пищи составляла 150% по сравнению с массой тела, а позднее — только 50%.

Меняется характер питания рыб (часто очень сильно) при созревании гонад в преднерестовый период, что, видимо, имеет гормональную основу. Многие морские рыбы при приближении нереста питаются мало или совсем не питаются. Особенно резко это выражено у проходных рыб: дальневосточные лососи перестают питаться при переходе из моря в реку за 2...3 мес, а иногда за 1 год до нереста.

Сильно ослабляется питание при заболевании рыб. Рыбы, зараженные паразитами, даже на начальных стадиях инвазии питаются более мелкими объектами и менее интенсивно.

Интенсивность питания. Для каждого вида рыб характерны свои температурные границы, в которых питание происходит наиболее интенсивно, ослабевает или прекращается. Очень сильно влияет на интенсивность питания состояние рыбы — упитанная рыба питается менее интенсивно, чем истощенная: годовики карпа после зимнего голодания питаются гораздо активнее, чем сеголетки в конце лета.

При определении интенсивности питания учитывают количество пищи, которое находится в пищеварительном тракте в данный момент, суточную ритмику питания и скорость продвижения пищи по тракту. Общее предварительное представление об интенсивности питания дает индекс наполнения пищеварительного тракта — отношение массы пищи, находящейся в пищеварительном тракте, к массе тела, выраженное или в процентах, или в процимилле (отношение массы пищи к массе тела, выраженное в десяти тысячных долях и обозначаемое ‰).

Этот индекс характеризует накормленность рыбы в данный момент.

Индекс наполнения может быть общим, если учитывается масса всего пищевого комка, или частным, если определяют долю какого-то компонента.

Индексы потребления пищи, например, у личинок плотвы колеблются от 0 до 142%: на более поздних этапах максимальные индексы превышают минимальные в 3... 10 раз.

В течение суток рыбы питаются неравномерно. Промежутки активного питания чередуются с периодами ослабления или даже прекращения потребления пищи. Определенные суточные ритмы обнаруживаются уже на самых ранних этапах развития. На этапе смешанного питания периоды интенсивного поглощения пищи чередуются с периодами полного прекращения питания (ночью). В дальнейшем полного опорожнения кишечного тракта ночью не наблюдается, но интенсивность питания снижается.

Суточная ритмика питания определяется биологическими особенностями самой рыбы и качеством и поведением пищевых объектов. У мирных рыб, особенно планктоноядных, перерывы в питании невелики, у хищных они могут длиться дольше суток.

Суточные ритмы питания многих карповых рыб имеют в большинстве случаев два максимума — утром и вечером. В неблагоприятных условиях, при резких сдвигах температуры, отсутствии пищи суточные ритмы могут нарушаться.

На интенсивности питания рыб отражаются также суточные миграции основных объектов питания — планктонных организмов, личинок хирономид, бокоплавов и др.

Пищевой рацион. При изучении питания обычно пытаются установить пищевой рацион рыбы, т. е. количество пищи, съедаемой ею за какой-то период, выраженное в процентах от массы тела.

Чаще всего определяют суточный рацион, но можно подсчитать и годовой. Существует прямой способ вычисления — определение количества съеденной пищи, но обычно пользуются косвенными способами, основанными на результатах азотистого баланса, потребления кислорода, учета индексов наполнения кишечника, скорости переваривания пищи и так далее. Например, суточный рацион можно определить по формуле

$$D = A (24/n),$$

где D — суточный рацион, %; A — средний индекс наполнения кишечника, %; n — скорость переваривания пищи, ч.

Пищевой рацион рыбы зависит от ряда биотических и абиотических факторов: ее физиологического состояния, интенсив-

ности обмена, качества пищи, температуры воды, содержания в ней кислорода.

В частности, большое значение имеет качество пищи. Сеголетки щуки в день съедают циклопов 160...175% массы тела, олигохет — 150...330, личинок хирономид 150...250, рыбы — 30...50%. Вобла съедает в сутки мизид 17% массы тела, а моллюсков — 28%. Высок суточный рацион у растительноядных рыб: у фитопланктофагов — 10...20%, у белого амура массой 100 г — 160%. Суточный рацион прудовых рыб составляет 1,5...8% массы тела. Значительное влияние на величину суточного рациона оказывает возраст рыбы: у молоди он выше, у взрослых — ниже (у личинок карпа в нерестовых прудах он составляет 20...60%, годовика-карпа — 6...8, у двухлетка — 2%).

Физиологическое состояние рыбы отражается на интенсивности питания очень сильно. Истощенная рыба питается более активно, чем упитанная. Осенью у леща разной упитанности индекс наполнения кишечника составляет 86...197‰. Многие рыбы перестают питаться перед нерестом. Ослабляется питание во время заболевания и др.

Имеет значение также видовая принадлежность рыбы. Молодь осетра ест больше, чем молодь севрюги. Суточные рационы тесно связаны с особенностями поведения рыб. В одиночку и в группе рыбы питаются неодинаково, при этом планктонофаги интенсивнее питаются в стае, бентософаги и хищники успешнее отслеживают добычу и овладевают ею поодиночке.

Интенсивность питания рыб колеблется по сезонам: весной и осенью при одинаковой температуре она различна.

Из физико-химических факторов среды первостепенное значение имеют температура и газовый состав воды. Каждый вид рыбы может питаться в определенных температурных границах, выше и ниже которых рыба не берет пищу: для карпа оптимальная температура 20...27°C, а при температуре ниже 5°C и выше 35°C он не питается.

При неблагоприятном газовом режиме величина суточного рациона снижается.

При определении суточного рациона прудовых рыб необходимо учитывать также физиологическое действие кормов, так как под их влиянием наступают изменения в строении стенок кишечника, количестве гемоглобина, интенсивности эритропоэза лейкоцитарной формулы крови.

Однообразные корма растительного происхождения, в частности льняной (бедный лизинном) и соевый (бедный метионином) шроты, вызывают наибольшие отклонения от нормы в строении кишечного тракта. Если принять за норму строение кишечника карпа, питавшегося естественной пищей, то у рыб,

выращенных на льняном жмыхе и соевом шроте, высота складок слизистой в 10...5 раз меньше, цилиндрический эпителий этих складок или отсутствует, или полуразрушен и невысок, продольный циркулярный слой гладких мышц сильно истончен. Разрушение цилиндрического эпителия влечет за собой нарушение его физиологических функций — секретирования пищеварительных ферментов и всасывания питательных веществ.

Состав рациона должен быть сбалансирован по питательным веществам, витаминам и другим компонентам. Например, добавка креветочной муки, богатой каротиноидами, повышает оплодотворение и выживаемость икры и мальков форели.

Показателем потребления и усвоения пищи является кормовой коэффициент — количество корма, необходимое для прироста единицы массы.

Характер питания является видовым свойством рыбы, с питанием определенной пищей связаны особенности ее организации: органов чувств, ротового аппарата, пищеварительного тракта, обеспечивающих обнаружение соответствующих объектов, их схватывание и переваривание.

Характер питания рыб одного вида, но разного возраста, пола и разных видов, населяющих водоем, их взаимоотношения при использовании пищевой базы, т. е. их пищевые отношения, или пищевые связи, являются основой внутривидовых, межвидовых и вообще биотических связей в водоеме.

Непосредственное представление о характере питания рыб дает анализ содержимого пищеварительного тракта (для безжелудочных рыб — кишечника): определив процентный состав пищевых организмов в пищевом комке, можно предварительно судить о значении для данной группы рыб различных пищевых объектов.

Однако состав пищи рыб определяется не только наличием пищевых объектов, но и отношением к ним рыб.

Рыбы относятся к пищевым организмам не одинаково, а более или менее избирательно, т. е. одних предпочитают, а других избегают.

У планктоноядных рыб, которые захватывают сразу большое количество пищевых организмов, отфильтровывая их из значительного объема воды, избирательная способность выражена слабо. У бентософагов, питающихся одиночными организмами, она проявляется довольно четко. Например, карп избегает остракод, хотя они крупнее других рачков и многочисленнее, севрюга выбирает мизид, стерлядь — хирономид.

Способность рыб потреблять пищевые организмы в ином соотношении, чем они имеются в водоеме, получила название избирательной способности. Для количественного выражения ее был предложен соответствующий индекс, который представ-

ляет собой отношение процента данной группы пищевых организмов в пищевом комке к проценту этой группы в фауне водоема:

$$ИС = r/B,$$

где ИС — индекс избирательной способности; r — процентное значение группы пищевых организмов в пище рыбы; B — процентное значение этой группы в окружающей среде.

При этом значение B определяют по пробам планктона (если определяют индекс избирания планктонных организмов) или бентоса (если определяют избирательность бентических организмов).

Величина ИС может сильно колебаться — от нуля до нескольких сотен. Если рыба питается всеми организмами подряд, соотношение пищевых организмов в ее пищевом комке и водоеме будет одинаковым и индекс будет равен единице, если рыба предпочитает какой-то объект и берет его чаще других, его в комке будет больше и индекс будет выше единицы, а если избегает каких-то организмов, их доля в пищевом комке уменьшится, следовательно, индекс будет меньше единицы (табл. 9). ИС меняется в зависимости от вида и состояния рыбы (возраст, пол) и богатства и доступности пищевой фауны, которая, в свою очередь, определяется сезоном, циклом развития пищевых организмов, климатическими условиями и характером водоема. Например, для бентосоядных рыб большое значение имеет возможность доставать пищевые организмы с разной глубины. Эта способность перерывать грунт неодинакова у разных видов, а у рыб одного вида сильно зависит от характера дна (рис. 41, 42).

Рассматривая взаимоотношения разных видов, прежде всего важно выяснить, расходятся ли они в выборе пищевых объектов или их «запросы» совпадают.

Для определения степени совпадения пищи двух групп рыб существует соответствующий показатель — индекс пищевого сходства. Его вычисляют, исходя из состава пищевого комка: выписав весовой состав пищи (в процентах) двумя параллельными столбцами, отмечают меньшие значения для организмов,

9. Избирательность в питании рыб

Вид группы пищевых организмов, %		Отношение рыбы к пищевому объекту	ИС
в планктоне	в кишечнике		
40	40	Безразличное	1
10	40	Избирает	4
40	10	Избегает	0,4

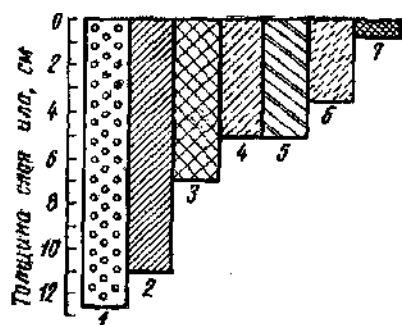


Рис. 41. Проникновение в толщу грунта различных видов бентосоядных рыб:

1 — карп; 2 — ерш; 3 — лещ; 4 — плотва; 5 — карась; 6 — окунь; 7 — голец

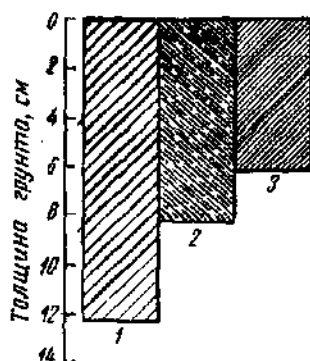


Рис. 42. Проникновение карпов в толщу различных грунтов при поимке корма:

1 — илистый грунт; 2 — ил и песок; 3 — глинистый грунт

встречающихся у обоих видов рыб. Сумма этих меньших значений и составит индекс пищевого сходства.

Если характер пищи двух групп рыб полностью совпадает, индекс пищевого сходства достигает 100%, если совершенно различен, индекс будет равен 0. Например, индекс пищевого сходства по зоопланктонным организмам золотого и серебряного карасей по данным табл. 10 составит 49,3%.

Эти же показатели можно представить графически в виде двух пересекающихся кривых. Площадь, общая для обеих кривых, соответствует сумме меньших значений организмов в пищевом комке, т. е. индексу пищевого сходства (рис. 43).

Индексы пищевого сходства меняются в зависимости от состояния (возраста, пола и др.) рыб, сезона года, времени суток, состава пищевой базы.

10. Состав пищевого комка двух видов карасей, %

Группы пищевых организмов	Золотой карась	Серебряный карась
Ветвистоусые рачки	24,2*	39,0
Веслоногие рачки	9,6*	16,2
Личинки хирономид	45,0	9,0*
Растения	14,0	—
Прочие организмы	7,2	6,5*

* Меньшие значения.

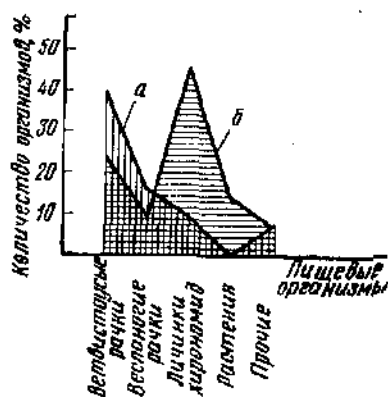


Рис. 43. Индексы пищевого сходства серебряного (а) и золотого (б) карасей

С пищевым сходством между группами рыб связана интенсивность их питания. При меньшем индексе, т. е. при большем расхождении в выборе пищевых объектов, интенсивность питания повышается. Если пищевое сходство велико, то быстро ощущается недостаток пищи, рост рыбы замедляется и в конечном счете какая-то группа будет подавлена. Так происходит в некоторых озерах, где сорная рыба, более многочисленная, вытесняет примысловую, поскольку основу питания и тех и других составляют одни пищевые объекты.

В небольших замкнутых водоемах, где пищевые ресурсы ограничены, в более выгодном положении оказываются рыбы, обладающие широким спектром питания, так как они легко могут сменить пищевой объект, освоить свободную экологическую пищу и тем самым избежать обострения пищевых отношений с другими рыбами.

Показателен пример с питанием плотвы. Пищевой спектр взрослых особей этого вида очень широк, поэтому, обитая в разных водоемах — от пресноводных до солоноватоводных, они используют в пищу преимущественно растения, планктон и моллюсков в зависимости от того, какой корм меньше используется другими рыбами.

Среди объектов тепловодного хозяйства широкий пищевой спектр свойственен серебряному карасю. Он успешно может потреблять низшие растения (фитопланктон), зоопланктон, бентос и детрит.

При рыбохозяйственном освоении водоема товарным продуктом является рыба. Она — последнее звено преобразований органического вещества в водоеме. Цепь жизни в водоеме начинается с водорослей. Если расположить обитателей водоема в ряд по характеру их питания, то получим так называемую трофическую пищевую цепь, в которой каждое звено служит пищей следующему. В общем виде эта цепь отражает пищевые отношения трех больших групп гидробионтов:

Водные растения → Беспозвоночные — зоопланктон — Рыба (конечная продукция)
(первичная продукция) (планктон, прибрежная фауна (промежуточная продукция))

Организмы первой группы используют в процессе жизнедеятельности неорганические вещества (углекислоту, минеральные соли), т. е. образуют при участии солнечной энергии начальное звено органической жизни в водоеме.

Детализация пищевых цепей зависит от конкретной задачи. Можно составить ее для каждого вида. У взрослых растительноядных рыб (белый толстолобик) эта цепь будет короткой: водоросли — рыба; у хищников — длинной: водоросли — зоопланктон — бентос — мелкая рыба — хищная рыба.

При переходе с одного трофического уровня на другой теряется 80 ... 90% энергии, а усваивается 10 ... 20%.

При удлинении пищевой цепи затраты энергии на получение конечной продукции (рыбы) многократно увеличиваются. Это связано с тем, что в каждом звене пищевой цепи прирост массы ниже затрат пищи в 5 ... 10 раз и более. На образование 1 кг зоопланктона затрачиваются десятки килограммов фитопланктона; хищные рыбы на прирост 1 кг массы потребляют 5 ... 10 кг мелкой рыбы и так далее. В результате в длинных пищевых цепях значительны весовые потери.

В коротких пищевых цепях, т. е. при выращивании детритоидных, растительноядных и планктоноядных рыб, конечный продукт — рыба образуется быстрее и в большем количестве, и продуктивность водоема увеличивается. Таким образом, мирные рыбы, способные питаться детритом и растительностью, выгодны в том отношении, что они используют эту пищу непосредственно на построение собственных тканей, т. е. конечного продукта.

Заселение водоема рыбами, различающимися характером питания, способствует более полному использованию различных звеньев общей пищевой цепи и повышению продуктивности водоема. Поэтому в прудовом рыбоводстве большое значение имеет подбор видов для поликультуры с учетом характера водоема (донные отложения, флора, беспозвоночные, рыбное население и др.).

В естественных водоемах изменения характера пищи в течение жизни рыбы обеспечивают расхождение в питании видов, имеющих даже близкие пищевые спектры (многие карповые), а внутри одного вида — у рыб разного возраста, размера, пола и др., благодаря чему ослабляется напряженность пищевых отношений. Однако это равновесие может быть нарушено в результате хозяйственной деятельности человека, что вызывает изменение состава ихтиофауны.

В больших водоемах результат сказывается медленнее, в малых — быстрее. При перелове одних видов их численность сокращается, и одновременно увеличивается численность других видов. Перенаселение водоема ведет к снижению его про-

дуктивности, так как уменьшаются размеры рыб и замедляется их рост.

Учитывая, что основные закономерности пищевых отношений — и межвидовые и внутривидовые в значительной степени определяют динамику численности и биомассы стада (популяции) рыб, для ведения рационального рыбного хозяйства нужно воздействовать на них в нужном направлении.

Жирность и упитанность рыб. С условиями и характером питания в течение года, а также с ростом, возрастом и полом рыб тесно связано содержание жира в теле (жирность), а значит, питательная ценность рыб как пищевого продукта. При этом сезонные колебания жирности яснее выражены у половых рыб по сравнению с неполовозрелыми, а у самок заметнее, чем у самцов.

У одних видов отложение жира четко локализовано в мышцах (лососи), печени (акула, треска), полости тела между органами (судак). У других видов локализация жира менее выражена (осетровые, сельди). Жир из печени акулы и трески — важный источник лекарств и витаминов.

По содержанию жира в мышцах рыб разделяют на четыре группы: тощих (0,2 ... 1,2% жира — щука, бычки, навага, треска, окунь, судак), среднежирных (1,5—4,5% — вобла, камбал, лещ, сазан), жирных (5 ... 15% — лососи, осетровые, скумбрия и особенно жирных (более 15% — угорь, минога, хамса).

Если на протяжении года условия питания вида сильно колеблются или годовые ритмы включают периоды голодания (зимовки, миграции), то в теле рыб большие запасы жира накапливаются сезонно, и расходуется он в периоды перерыва питания. Если условия питания в течение года изменяются мало и рыбы не совершают больших передвижений, то жирность рыб в течение года изменяется мало.

Для определения упитанности рыб кроме данных химического анализа удобно пользоваться формулой Фультон в модификации ВНИИПРХ, основанной на положении, что упитанность связана с объемом тела, его плотностью и жирностью.

$$K_y = (P \cdot 100) / l^3,$$

где K_y — коэффициент упитанности; P — масса тела, г; l — длина тела от начала рыла до конца чешуйчатого покрова, см.

Однако в формуле Фультон из общей массы тела не исключается масса гонад и содержимого пищеварительного тракта, которые могут быть значительными, но не имеют отношения к упитанности. Ф. Кларк считает, что для более точного определения упитанности следует учитывать массу тела без внутренних органов.

II. Динамика коэффициента упитанности карпа

Возрастная группа	Масса, г	K_y
Личинки	0,010 ... 0,026	0,8 ... 1,1
Мальки	0,7 ... 5,1	1,1 ... 3,5
Сеголетки	25 ... 28	1,9 ... 3,39
Годовики	20 ... 22	1,7 ... 2,31
Двухлетки	500 ... 600	2,6 ... 3,2
Производители	2800 ... 8000	2,4 ... 3,4

У большинства карповых, лососевых и осетровых рыб показатели жиронакопления очень неустойчивы (табл. II), а у щуки, судака они не претерпевают значительных колебаний.

В разных частях и органах тела рыбы жир накапливается и расходуется неравномерно в зависимости от видовой специфики, условий питания.

При недостаточном питании линейный рост прекращается, но накопление жира продолжается, поэтому даже в неблагоприятных условиях у взрослых рыб идет развитие гонад. У голодающих рыб жир гонад расходуется в последнюю очередь, поэтому даже при истощении родителей потомство бывает обеспечено питательными веществами (жир в икринке).

У наиболее выносливых рыб нашей фауны — карасей выработалась способность перестраивать обмен в период зимовки таким образом, что к концу зимнего голодания количество жира у них в теле не уменьшается. Предполагают, что это необычное явление связано с процессами анаэробного гликолиза и превращения части углеводов непосредственно в жир.

Значение запасов жира особенно возрастает у рыб, не питающихся зимой, в частности карповых (каarp, карась). В период зимнего голодания жир служит источником энергии в процессах обмена веществ и образует тепловую защиту внутренних органов и тканей и таким образом регулирует тепловой обмен при низких температурах. При этом степень изоляции внутренних органов жировой тканью различна у рыб разной массы: у крупных она больше, чем у мелких. В результате, например, у нестандартных сеголетков расход резервного жира зимой ведет к ослаблению тепловой изоляции головы и спинного мозга, что является одной из причин потери ориентации, нарушения локомоторной функции и в конечном счете гибели. Запасы жира служат также источником энергии для развития гонад. Однако чрезмерное накопление жира вредно, так как вызывает нарушение обмена веществ.

Познание закономерностей роста рыб, а в естественных водоемах и возрастного состава стада, дает представление о степени использования рыбой пищевой базы, позволяет определить время и размеры наиболее целесообразного вылова и так далее. Иначе говоря, это позволяет составлять прогнозы о составе стада и масштабе промысла, а в прудовом рыбоводстве является основой для племенной работы, установления наиболее выгодных сроков выращивания рыбы.

Продолжительность жизни рыб и их размеры весьма различны, но специфичны для каждого вида. Самые маленькие рыбки — бычки с Филиппинских островов — имеют длину 7,5... 14 мм и живут около года, белуга может достигать массы 1,5 т и возраста 100 лет, а длина тела полярной акулы превышать 15 м.

Обычно предельный возраст долгожителей исчерпывается 25...30 годами. У наших пресноводных рыб предельный возраст меньше: у аральского леща — 15 лет, амурского серебряного карася — 12, амурского сазана — 16, карпа — 20 лет. В настоящее время в связи с интенсификацией промысла лишь ограниченное количество особей доживает до предельного возраста.

Величина рыб одного вида и одной возрастной группы из разных водоемов может различаться в зависимости от условий жизни. Например, в Подмоскowie зарегистрированы сеголетки карпа массой 200 г, а на о-ве Ява — трехмесячные карпы массой 690 г.

Естественная продолжительность жизни определяется видовыми особенностями обмена веществ. Например, многие виды рыб погибают после первого нереста (дальневосточные лососи рода *Oncorhynchus*, угорь), а некоторым свойственна частичная посленерестовая гибель (у благородного лосося — семги после нереста гибнет до 87% особей, причем преимущественно самцов).

Рост неразрывно связан с развитием, являясь одной из его сторон. Его специфической особенностью у рыб является преобладание ассимиляции над диссимиляцией, благодаря чему рыба растет в течение всей жизни. Характерным свойством рыб является снижение обмена, но без нарушения функций органов, при длительном недостатке или отсутствии пищи и быстрое восстановление его интенсивности при улучшении условий питания. Эта способность позволяет многим рыбам безболезненно переносить долгое зимнее голодание.

Различают весовой (наращивание массы тела) и линейный (увеличение длины тела) рост. Весовой рост сильнее подвержен колебаниям в зависимости от условий питания, чем линейный.

поэтому закономерности изменения роста, его специфику легче проследить на линейном росте. В прудовом рыбоводстве основным показателем эффективности выращивания рыбы является весовой рост.

Рыба растет неравномерно как в течение жизни, так и в течение всего года, причем в разные периоды рост ее характеризуется определенными особенностями. Прежде всего различен характер роста рыб до и после наступления половой зрелости. Обычно до наступления половой зрелости рыбы растут быстрее. Пища используется ими на весовой и главным образом линейный прирост, т. е. является в основном продуцирующей. Поэтому в первые годы жизни, как правило, происходит наиболее быстрое нарастание линейных размеров. После наступления половой зрелости темп роста снижается, но наращивание массы тела продолжается, и максимальное увеличение ее наблюдается именно в старшем возрасте. Значительная часть потребляемой пищи расходуется на образование половых клеток и накопление резервных веществ, обеспечивающих созревание гонад, благополучный исход зимовки, миграции и др. Доля продуцирующей пищи уменьшается и соответственно увеличивается часть пищи, идущей на поддержание жизнедеятельности (поддерживающая пища).

В период старения организма линейный рост сильно замедляется. Пища расходуется в основном на поддержание жизненных процессов.

Такова общая закономерность, отражающая характер развития рыб в течение жизни. В ее пределах рост рыб в отдельные, более короткие промежутки времени определяется многими факторами: температурой воды, гидрохимическим режимом, обеспеченностью пищей, состоянием здоровья, особенностями обмена на разных этапах развития, полом, видовой принадлежностью и др.

Во время развития зародышей карпа более быстрое увеличение массы охватывает дробление, обрастание желтка, начало формирования органов зародыша, т. е. время усиленного формирования и дифференцировки тканей. После закладки органов следует замедление весового роста. Резкое увеличение массы происходит перед выклевом (рис. 44).

Молодь в первые 25... 30 сут после выклева также растет неравномерно (табл. 12).

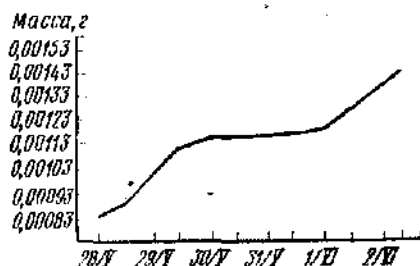


Рис. 44 Рост зародыша карпа

12. Рост молоди карпа в нерестовых прудах

Возраст молоди, сут	Длина тела, мм	Масса, мг	Кратность увеличения массы	Цикл развития
1	5,5	1,2	—	I
2...3 (переход на питание)	6,8	1,5	5	
6	8	6,1	—	
8	10	16,3	2,7	II
12	13,5	30	—	
18	20	150	5	III*

* При обильном питании.

Первый цикл характеризуется наиболее интенсивным ростом и питанием. Биологической особенностью этого цикла является зависимость основных функций организма — питания, дыхания от желточного мешка, поставляющего организму пищу и кислород.

Второй цикл характеризуется значительной депрессией дыхания и роста. Резорбция желточного мешка вместе с его кровеносными сосудами приводит к понижению функций дыхания и эндогенного питания. Газообмен происходит с помощью личиночных органов. К активному питанию личинки еще не приспособились, они питаются неинтенсивно и испытывают недостаток пищи. За это время масса тела увеличивается примерно в 2,7 раза.

Третий цикл характеризуется интенсивным дыханием и ростом. Сформированы жабры, органы пищеварения, передвижения (плавники) и др. Масса за это время увеличивается примерно в 5 раз.

Четвертый цикл длится от 18...20-дневного до 27...30-дневного возраста. Заканчивается формирование личинки в малька, появляется чешуя. При обильном питании скорость роста сохраняется высокая, при скудном корме — резко снижается.

Третий и четвертый циклы очень ответственны в раннем развитии рыб. Обильное кормление на этих стадиях обеспечивает хороший рост, а скудное питание приводит к депрессии роста. Поэтому нужно пересаживать молодь из нерестовых прудов в выростные во время второго цикла, пока рост замедлен, чтобы третий цикл проходил при обилии пищи. В этом случае будет использована высокая энергия роста организма, способность его к быстрому росту в это время.

У рыб, как и у животных с непостоянной температурой тела, наблюдается неравномерность роста в течение года. Периоды усиления и замедления чередуются в зависимости от температуры воды и наличия пищи.

У неполовозрелых карповых, сиговых и многих других рыб характер роста наиболее ясно отражает обеспеченность их пищей и, следовательно, подвержен резким колебаниям. У хищных, например окуневых, рыб зависимость роста от обеспеченности пищевыми организмами выражена слабее. Это связано с тем, что в случаях обеднения пищевой базы они поедают себе подобных (каннибализм).

Очень специфичен рост у рыб, которые перестают питаться период зимовки (большинство объектов разведения в тепловодных хозяйствах) или миграций (проходные рыбы): у них перед зимним голоданием или длительным странствованием в тканях тела накапливается жир при замедленном белковом росте. При этом обычно после зимовки, в начале вегетационного периода увеличения линейных размеров тела не происходит, а возобладает накопление жира. Этот процесс продолжается до момента достижения определенной упитанности. После этого накопление замедляется или приостанавливается, а ускоряется белковый и связанный с ним линейный рост.

Таким образом, очень важным показателем качества посадочного материала является его упитанность, в какой-то мере отражающая уровень накопления резервных веществ, а следовательно, и подготовленности рыбы к зимнему голоданию и дальнейшему росту во второе лето. Чем упитаннее годовики после зимовки, тем скорее начинается увеличение их линейных размеров после посадки в нагульные пруды.

Рост рыбы в значительной мере отражает качество и количество пищи, находимой ею в водоеме. Поэтому, как правило, в течение вегетационного периода увеличиваются различия в величине молоди, полученной одновременно от одних родителей. Например, при выращивании сеголетков карпа разница в размерах выклевывающейся молоди не превышает нескольких процентов, но в конце первого лета жизни самые крупные экземпляры превосходят по массе самые мелкие зачастую в 10...20 раз. Возрастает разбросанность рыб по массе к осени и в нагульных прудах. При этом чем больше колебания размеров наблюдаются при зарыблении прудов весной, тем более разнокачественной оказывается рыба в конце выращивания.

Среда рыб неустойчива: постоянно меняются температура, освещенность, гидрохимический режим, пищевая база и другие факторы. Чтобы жить в этих условиях, рыбы в процессе эволюции приспособились к ним. Пределы, в которых возможно безболезненное их существование, специфичны для различных видов: у стенобионтных форм диапазон узок, у эврибионтных — широк. Эта пластичность рыб, т. е. способность изменяться под влиянием условий, рассматривается как приспособительное свойство. Таким образом рост, развитие, плодовитость, упитан-

ность и другие свойства имеют приспособительный (адаптивный) характер.

Диапазон приспособлений однородной группы рыб по какому-то признаку образуется из приспособительных возможностей отдельных особей: в группе он шире в связи с индивидуальной изменчивостью.

Наглядным примером приспособления к изменяющимся природным условиям может служить рост рыб. Известно, что для рыб характерна высокая потенциальная возможность роста. В прудовых условиях средней полосы сеголетки карпа достигают индивидуальной массы от 5 до 300 г.

Условия питания являются одним из решающих экологических факторов роста: они определяют быстроту индивидуального роста рыб, а тем самым и характер роста стада в целом. В частности, богатая кормовая база обеспечивает быстрый рост. При этом все рыбы могут потреблять одинаковую пищу, поэтому они растут равно, и индивидуальная изменчивость в стаде невелика. При ухудшении условий питания рост замедляется и в результате сокращается общая масса стада. Вместе с тем реакция организма на изменение условий жизни неоднозначна. В условиях обильного питания наряду с ускорением роста повышаются, например, выживаемость, особенно молоди, плодовитость, увеличивается численность вида. Обеднение пищевой базы сопровождается снижением плодовитости, нередко проявлением каннибализма и в конечном счете уменьшением численности вида.

Приспособительный характер имеет взаимосвязь роста с быстротой полового созревания. Взаимодействие общих биологических закономерностей роста и полового созревания рыб (наибольшая скорость роста до наступления половой зрелости и сильное замедление ее у половозрелых рыб, с одной стороны, а с другой — наименьшая плодовитость при первом нересте и возрастание ее в дальнейшем) существенно влияет на товарную массу и воспроизводительную способность и стада в целом: эффект воспроизводства (и прежде всего плодовитость) группы рыб, начинающих нереститься в разном возрасте, неодинаков. Особенно заметно это проявляется у рыб скороспелых, т. е. среди видов с коротким жизненным циклом. Ускорение полового созревания, т. е. сроков первого нереста на 1 год (при прочих равных условиях) заметно увеличивает общую численность популяции, что имеет важное значение для промысла. Например, у корюшки Кандалакшского залива, нерестящейся в 3-годовалом возрасте, скорость воспроизводства популяции (обобщающий показатель, учитывающий индивидуальную скорость воспроизводства впервые нерестящихся самок, численность их, возраст самок, созревающих раньше и позже осталь-

ных, и выражается в количестве «новых» самок на одну «исходную» за 1 год) примерно в 1,5 раза выше, чем у нерестящейся 4-летней. У беломорской наваги при нересте 2-летних особей скорость воспроизводства увеличивается почти в 4 раза по сравнению с нерестом 3-летних. У карпа, нерестящегося в возрасте 5 лет по сравнению с нерестящимся 4-летним, скорость воспроизводства снижается примерно вдвое.

У медленно созревающих рыб, т. е. при длительном жизненном цикле (например, белуга), сдвиг полового созревания на 1...3 года влияет на скорость воспроизводства стада гораздо слабее.

Взаимосвязь воспроизводительной способности рыб с ростом (прежде всего через условия питания и температуру выращивания) непосредственно учитывается в рыбоводной практике.

Неравномерный в течение года рост рыб (сезонные ритмы) приводит к образованию слоев (колец) на чешуе и костях. Эту особенность используют для определения возраста и расчисления темпа роста рыб в предыдущие годы, для чего исследуют чешую, отолиты, отдельные кости скелета — жаберную крышку, лучи плавников, клейтрум, позвонки и др. (рис. 45).

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%-ном). Затем их обсушивают мягкой тканью и помещают между двумя предметными стеклами. Наилучшие препараты получаются из чешуи,

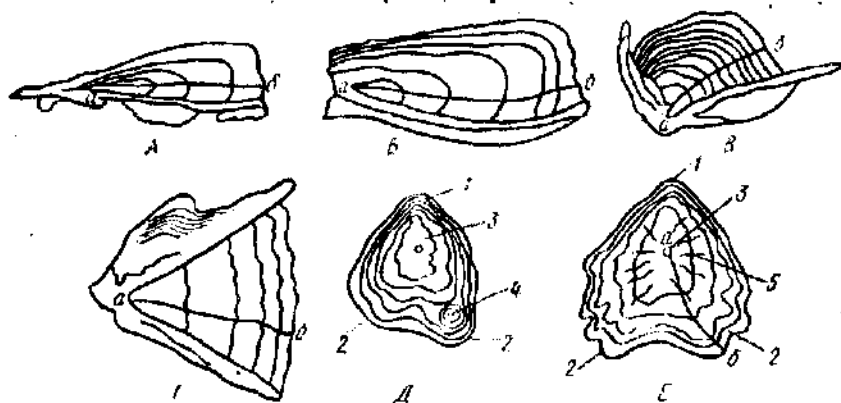


Рис. 45. Кости для определения возраста рыб:

А — клейтрум воблы; Б — клейтрум леща; В — клейтрум осетровых; Г — крышечная кость окуля; Д, Е — срез луча осетра и севрюги; 1 — верхняя часть; 2 — боковые линии; 3 — центр; 4 — дополнительный центр; 5 — радиальная бороздка; а—б — линия измерения в проходящем свете.

взятой от свежей рыбы, но можно использовать соленую и фиксированную в формалине. 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 клейтрум. Косточку очищают, обваривая кипятком, обезжиривают в смеси эфира и бензина в отношении 1 : 2 и подсушивают. Материал, хранящийся в формалине, не используют. Так же подготавливают позвонки, которые раскалывают продольно и рассматривают слом.

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

Для большей достоверности результатов рекомендуют определять возраст рыб параллельно по чешуе и костям, где хорошо 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, кольца соответствуют периодам засух и тропических ливней.

Широкая и узкая полосы вместе составляют одну годовую зону (рис. 46).

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 (каrp 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 др.

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.

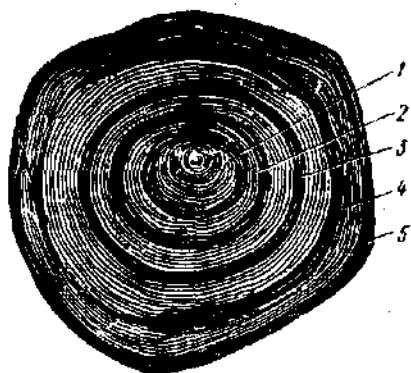


Рис. 46. Чешуя 5-годовалого карпа:
1...5 — годовые кольца

Из-за различия в характере роста рыб до и после наступления половой зрелости у разных возрастных групп время закладки годовых колец различно (табл. 13). Например, у неполовозрелых особей азовского судака и аральского 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 начинается 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.

Возможность определения возраста по чешуе и костям открыл Левенгук в 1684 году.

13. Наличие годовых колец у разных возрастных групп

Возрастная группа	Число колец	Обозначение
Сеголетки	Нет	0+
Годовики	Одно	1
Двухлетки	То же	1+
Двухгодовики	Два	2
Трехлетки	То же	2+
Трехгодовики	Три	3

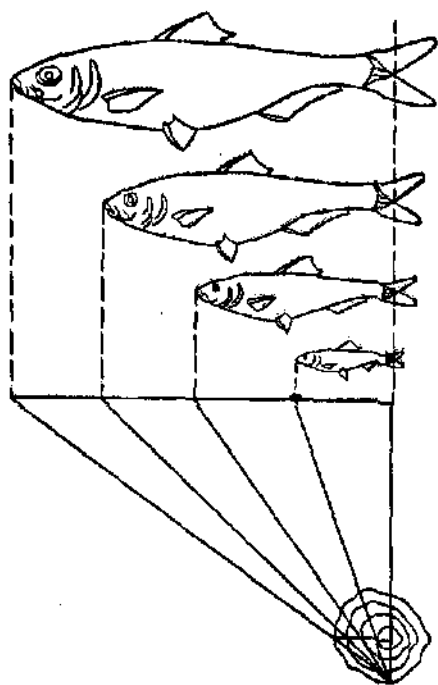


Рис. 47. Соотношение между скоростью роста рыбы и ее чешуей

Если знать соотношение роста чешуи или костей и тела, то можно определить линейный рост рыбы в предшествующие годы. Это называется обратное расчисление роста.

Норвежский исследователь Э. Леа на основании допущения, что длина тела рыбы и чешуя изменяются в прямой пропорции, т. е. находятся в прямолинейной зависимости $l_n : l = V_n : V$, предложил формулу: $l_n = V_n l / V$, где l — длина тела рыбы в момент поимки, V — длина чешуи по средней линии от центра до края; l_n — вычисляемая длина рыбы в возрасте n лет, V_n — расстояние от центра чешуи до годового кольца в возрасте n полных лет (рис. 47).

Чешую просцируют специальным аппаратом на лист бумаги или, в модификации Г. Н. Монастырского, на специальную доску. Зная длину l рыбы в предыдущие годы, можно вычислить ее ежегодные приросты: $t_1 = l_1 - l_0$, $t_2 = l_2 - l_1$ и так далее.

Впоследствии в положения, выдвинутые Э. Леа, были внесены поправки и уточнения: показано, что между ростом тела и чешуи у некоторых рыб существует не прямая, а логарифмическая зависимость. Пропорциональны лишь приращения логарифмов длины тела и длины чешуи. Специальный прибор Г. Н. Монастырского позволяет расчислить рост методом логарифмических шкал. Характер образующихся кривых сходен с данными, полученными методом Э. Леа.

При анализе роста рыб пользуются различными показателями в зависимости от поставленной задачи. Обычно вычисляют:

а) весовой или линейный прирост: $W_1 - W_0$ (W_1 — конечная величина, W_0 — начальная величина);

б) относительный прирост, или темп роста: $(W_1 - W_0) / W_0$ (обозначения те же);

в) относительную скорость роста K (показывает рост в определенном промежутке времени): $K = W_1 - W_0 / [(W_1 + W_0) / 2] t$,

где W_0 — величина тела в начале периода; W_t — величина тела в конце периода; t — промежуток времени.

Рост рыб взаимосвязан с возрастом: рыбы растут практически всю жизнь. Однако, как и у всех живых организмов, с возрастом у них происходят изменения в молекулярной структуре клеток, в соотношении белков, нуклеиновых кислот, липидов, в количестве и качестве ферментов, в способности образовывать антитела. Это существенно влияет на энергетический и пластический обмен всего организма, поэтому его жизнедеятельность и прежде всего очень важные с хозяйственной точки зрения его приспособительные возможности и продуктивность в разном возрасте неодинаковы.

Общие закономерности возрастной изменчивости рыб очень сильно отражаются и на их воспроизводительной способности: во второй половине жизни постепенно снижается плодовитость, а затем, в результате дегенерации гонад, прекращается размножение. Этот процесс сопровождается изменениями качества половых продуктов и свойств получаемого потомства. Поэтому, как и в других отраслях животноводства, в прудовом рыбноводстве большое значение придается возрастному подбору производителей, который определяет формирование качества посадочного материала и затем продуктивность товарной рыбы.

МИГРАЦИИ

Число видов рыб, живущих оседло, в одном месте невелико (представители коралловых рыб, некоторые бычки семейства Gobiidae и др.). У большинства рыб обязательным звеном в жизненной цепи являются миграции — периодические сезонные перемещения в определенном направлении и в определенные сроки.

Миграции могут протекать пассивно, когда мигранты без собственных энергетических затрат подхватываются водными течениями в районе нереста и переносятся в другие районы. Так перемещаются пелагические икра и личинки, а иногда и неокрепшая молодь тех рыб, у которых места нереста и нагула разделены большим расстоянием. Например, у атлантической трески, нерестящейся около Лофотенских островов (Скандинавия), пелагические икра и личинки переносятся в Баренцево море. У угря личинки с нерестилищ в Саргассовом море (Атлантика в районе Бермудских и Багамских островов) переносятся к берегам Европы.

Большинству рыб свойственны активные миграции, когда передвижение совершается по определенному пути и, следовательно, сопровождается тратой энергии, зачастую очень значительной. Это передвижения к местам нагула или нереста трес-

ки, кефали, скумбрии, многих каспийских сельдей, дальневосточных лососей, угря.

В зависимости от направления движения различают миграции анадромные (в реке — вверх, против течения, в море — из глубин или открытой части в прибрежные районы) и катадромные (в реке — вниз по течению, в море — из прибрежных районов в открытое пространство). Например, миграции из моря дальневосточных лососей для нереста в верховья рек или каспийских сельдей и осетровых в Волгу, так же как трески из открытого моря к побережью, являются анадромными, а выход для нереста речного угря из рек в океан или отход морской камбалы в глубокие соленые участки моря — катадромными.

Основными типами миграций являются нерестовые (от мест зимовки или откорма к нерестилищам), нагульные, или кормовые (от нерестилищ или зимовки к местам откорма), и зимовальные (из районов откорма или нереста в районы зимовки).

Как видно из названий, каждый из этих типов миграций обусловлен определенными требованиями организма в тот или иной период жизненного цикла. Поэтому начало миграций определяется как внешними факторами (температура, течения), так и подготовленностью организма к изменению условий жизни — упитанностью, содержанием жира, состоянием зрелости гонад.

Наиболее резкие изменения в результате миграций претерпевают проходные рыбы. Они меняют среду обитания (соленую воду на пресную или наоборот), преодолевают большие расстояния и препятствия (семга проходит 1100...2500 км при скорости 50...100 км/сут, совершает прыжки при подъеме через пороги). У дальневосточных лососей, угря, сельди-черноспинки изменения в организме к концу нерестового хода становятся настолько значительными, что затрагивают структуру ДНК и делаются необратимыми. Вследствие этого рыбы в массе погибают после первого и единственного в жизни нереста.

Пути полупроходных рыб значительно короче: из предустьевых пространств моря на нерестилища, расположенные в нижнем или среднем течении рек. Такие полупроходные рыбы, как судак, сазан, лещ, сом и другие, в Волге с наступлением холодов перестают питаться и массами концентрируются («залегают») в ямах дельты, где в оцепенении проводят зиму. С наступлением весны они покидают ямы и направляются к нерестилищам, расположенным в низовьях реки.

Кроме морских, проходных и полупроходных рыб миграции свойственны многим пресноводным рыбам, но протяженность их передвижений невелика и не сопровождается значительными изменениями организма. Так, обитатели озер идут для нереста в реки: волховский сиг до постройки гидроэлектростанции проходил из

Ладожского озера через Волхов и озеро Ильмень в реку Мсту, а байкальский омуль — из озера Байкал в Ангару и Селенгу. Для нереста поднимается выше по реке стерлядь. Карповые рыбы весной и в начале лета передвигаются вверх по рекам, осенью — вниз.

Знание закономерностей миграции рыб очень важно для организации промысла. Наиболее надежным способом их изучения служит мечение рыб, позволяющее достоверно установить пути, скорости движения рыб, скорость роста и др.

Индивидуальные метки прикрепляют к жаберным крышкам, основанию спинного или хвостового плавников. Это делают специальными щипцами, леской, ниткой или проволокой. Метки изготовляют из нержавеющей стали, они могут быть в форме пластинки, диска, цилиндра и так далее, на которых нанесены номера и другие исходные данные. Метки должны быть хорошо заметными, минимально беспокоить рыбу и не вредить ей. Ультразвуковые метки позволяют следить за рыбой непрерывно в течение определенного времени.

В целях изучения поведения больших групп рыб используют массовое однородное мечение: подрезание плавников, окрашивание (подкожное, поверхностных участков тела, тотальное), радиоактивное воздействие, применение антибиотиков (тетрациклина и др.), после обработки которыми (инъекции или выдерживание в растворе) кости и чешуя при ультрафиолетовом облучении светятся желтым светом, — и ультразвуковое мечение, которое позволяет исследовать положение и движение жаберных крышек и плавников, тяговое усилие в связи со скоростью плавания и так далее.

В рыбоводстве часто возникает необходимость мечения рыб при боцпитровке производителей.

Наиболее распространено мечение подрезанием плавников: предпочтительнее подрезать парные, прежде всего брюшные, так как другие быстрее восстанавливаются. Можно к плавникам привязывать цветные нитки или выжигать метки на теле рыбы раскаленным или охлажденным в жидком азоте клеймом (таверение). Метки, прикрепляемые к плавниковым лучам или жаберным крышкам, быстро теряются рыбами и при этом сильно их травмируют, особенно в летних прудах, когда рыбы попадают в заросли.

Применяют для мечения рыб и красители. Если их добавлять в корм, то помеченными будут не только рыбы, но и их икринки и личинки. При купании рыб в красящих растворах окрашивается целиком поверхность тела, однако краска быстро сходит. При индивидуальном мечении краску вводят под кожу с помощью инъекций. В этом случае метки сохраняются несколько лет.

Для удобства чтения меток используют определенную систему выбора красок и места их введения. Например, для группового мечения рыб, разных по происхождению, краситель определенного цвета вводится одной группе под кожу жаберной крышки, а другой — под спинной плавник.

Для индивидуального мечения производителей принята следующая система обозначения цифр и введения растворов разного цвета в разные участки брюшка: единицы обозначаются синим цветом, десятки — красным, сотни — оранжевым; средней — продольной линии брюшка располагают нечетные цифры, у основания плавников — четные.

МЕСТО РЫБ В ВОДНЫХ БИОЦЕНОЗАХ

Рыбы в водоеме вступают в отношения со всеми его обитателями. Эти отношения возникают как между рыбами одного (внутривидовые связи) и различных (межвидовые связи) видов, так и между рыбами и представителями других систематических групп. Многообразные связи образуются при питании (связи потребителя и пищи, хищника и жертвы, паразита хозяина и др.), защите от врагов (образование стай, защитный гнезд и молоди, покровительственная окраска), размножении (связь представителей разных полов, родителей и потомства), охране территории, выборе субстрата в период икрометания.

Биотические и абиотические связи обитателей водоема переплетаются между собой. В результате этого сложнейшего процесса вырабатывается единство организма со средой обитания.

Внутривидовые отношения рыб, формирующиеся в процессе эволюции, обеспечивают существование вида. Важным поведенческим элементом рыб одного вида является образование различных группировок. Основные из них — стая, скопление и стадо. Стая (косяк) — группировка, характеризующаяся сходством поведения рыб. Ее образуют особи, близкие по биологическому состоянию и возрасту (при поиске пищи, миграция, зимовка). Но стаи образуют не все виды. Стайный образ жизни характерен прежде всего для планктоноядных рыб, например сельди. Некоторые виды объединяются в стаю только в начальный период жизни, а став половозрелыми, они собираются только в определенное время (карповые, многие хищники и др.).

Образование стай имеет большое приспособительное значение. Она раньше отдельных особей обнаруживает опасность, при приближении хищника уплотняется настолько, что он не может выхватить из нее отдельных рыб; хищник быстрее поедает

рыб-одиночек. Стая легче избегает орудий лова. Она скорее наруживает скопления пищевых организмов. Во время гонимой стая лучше ориентируется и быстрее определяет путь.

Скопления — временная группировка, возникающая из нескольких стай в различные периоды жизни. Миграционные скопления состоят из рыб, совершающих длительные передвижения, пример, к нерестилищам (ход дальневосточных лососей из моря в реки или европейского угря из рек в море), местам зимовки (ход карповых, сомовых и других рыб осенью в дельту дельты), кормежки (скат производителей или молоди с нерестилищ).

Нерестовые скопления состоят из половозрелых особей во время нереста: например, скопления сазана на нерестилищах дельты Волги, Дона.

Нагульные скопления состоят из рыб, собирающихся на кормовых площадях.

Зимовальные скопления состоят из рыб, концентрирующихся на местах зимовки, например на ямах в устье Волги.

Стадо (популяция) — локальная самовоспроизводящаяся группировка рыб одного вида, но разного возраста, которая постоянно обитает на определенном участке водоема. У стада имеются определенные места размножения, нагула и зимовки. Рыбы из разных локальных стад обладают некоторыми морфологическими особенностями.

Многообразие внутривидовых отношений рыб проявляется в айном поведении и в пищевых отношениях; в отношениях рыб одного пола, возникающих в период размножения при брачных играх и постройке гнезд; в отношениях родителей и молоди у охраняющих потомство видов, в их влиянии друг на друга через изменение абиотической среды продуктами метаболизма.

Не менее разнообразны и межвидовые связи рыб. У рыб разных видов вырабатываются специфические особенности, помогающие им лучше приспособиться к условиям среды, в которой они формируются. Расхождение спектров питания ослабляет напряженность пищевых отношений. Образование стай, повышение плодовитости, забота о потомстве, выделение яда ядовитыми железами (морской ерш или морской окунь) или ядовитая икра (у маринки, османа, усача), наличие колючек, шипов облегчают защиту от врагов. Приспособления хищников помогают им в поимке жертв.

Биотические связи рыб весьма разнообразны. Большое значение в жизни рыб имеют растения. Общеизвестна роль растений в изменении гидрохимического режима водоема: в процессе фотосинтеза на свету из диоксида углерода поглощается углерод и выделяется кислород; массовое разрастание и отмирание

растений является причиной перегрузки водоема органическими веществами. За счет этого в водоеме происходят значительные колебания содержания кислорода и углекислоты — суточные сезонные и так далее.

Растения являются субстратом, на который фитофильные рыбы откладывают икру. Их заросли служат убежищем от хищников. При этом у многих рыб, постоянно живущих среди растений, вырабатывается специфическая форма тела, делающая их незаметными в этой среде.

Растения используются многими рыбами в пищу. Низшими растениями питаются многие карповые (белый толстолобик, плотва, серебристый карась, хариуля, подуст), некоторые цихлиды. Высшие растения потребляют белый амур, красноперка, карась. Однако в пресных водах имеются и вредные для рыб растения. Животная пузырчатка *Utricularia* и *Aldrovandia* захватывает личинок рыб и планктон, вследствие чего обедняется кормовая база в зарослевых участках. В одном растении может быть до 3570 шт. захваченных организмов планктона. Синезеленые водоросли выделяют токсины, которые вызывают увеличение активности фермента, расщепляющего витамин В₁, вследствие чего у рыб развивается авитаминоз. Цветение водоема, вызванное массовым развитием этой группы водорослей, ухудшает гидрохимический режим, а их разложение может быть причиной отравления рыб.

Некоторые грибы являются возбудителями различных заболеваний. Широко распространенные грибки из родов сапролегния и ахлия поражают взрослых рыб и икру. Грибок бранхиомикс является возбудителем жаберной гнили, или бранхиомикоза.

Жизнедеятельность рыб тесно связана с бактериальной флорой. Существует ряд полезных бактерий, которые способны растворять грибы, являющиеся вредителями рыб, другие принимают участие в пищеварении, третьи служат непосредственно пищей молодым рыбам и планктонным организмам.

Опасность для рыб представляют бактерии и вирусы, вызывающие такие болезни, как краснуха карпов, панкреатонекроз форелей, фурункулез лососей. Эти заболевания часто приводят к массовой гибели рыб.

Беспозвоночные играют в жизни рыб огромную роль. Прежде всего велико их пищевое значение. При переходе на питание внешней пищей на ранних личиночных стадиях развития рыбы питаются простейшими и коловратками. В дальнейшем основу питания составляют ракообразные, черви, моллюски, насекомые. Вместе с тем представители этих групп могут быть и врагами молодых рыб. Хищные коловратки, циклопы, жуки-

лавуны, гладыши, скорпионы, личинки жуков и стрекоз поедает молодь. Самое же большое отрицательное значение бесплодных в том, что во всех их группах встречаются или посредственные возбудители, или промежуточные хозяева опасных возбудителей болезней рыб. Такие опасные болезни, как хилодонеллез, ихтиофтириоз, триходиниоз, вызываются фузориями хилодонелла, ихтиофтириус, триходина, кистиоз — утиконосцем костия, вертеж лососевых — споровником микзома, а черно-пятнистая болезнь передается моллюском кашкой. Сосальщики паразитируют на жабрах рыб (дактилогис и гиродактилюс), в кровеносных сосудах (сангвиникола), аздах (диплостоме). Ленточные черви — гвоздичники и ботриоцефалус поселяются в кишечнике, а круглый червь филонет — в мышцах. Циклопы являются промежуточными хозяевами ленточного червя ботриоцефалуса, олигохеты — гвоздичника, моллюск-прудовик — диплостомы, а моллюск битиния — бирской двуустки.

Связи рыб с позвоночными животными также разносторонние. Земноводные используются в пищу хищными рыбами. Например, лягушками питаются сомы, а головастики охотно едят змееголов, форель и щука. Лягушки истребляют хищных водных насекомых, чем приносят пользу рыбному населению водоемов. Однако озерные лягушки и тритоны поедают молодь и икру рыб, а урон, наносимый ими промысловым рыбам в стах концентрации молодки, бывает подчас значительным. шечники тритонов в нерестовых прудах бывают набиты рой. В дельте Волги за 2...3 мес пребывания молодки на полях лягушки уничтожают на площади 1 га до 110 тыс. молодки преимущественно таких ценных промысловых рыб, как сазан, щ, густера. Головастики могут быть конкурентами в пище молодки рыб, особенно охотно поедая комбикорм в рыбозаводных прудах.

Значение пресмыкающихся ограничивается главным образом ролью рыбоедов: рыбой питаются водяной уж, черепахи, в нашей мере крокодилы.

Птенцов водоплавающих птиц используют в пищу крупные хищники, такие как щука, сом. В местах птичьих базисов благодаря удобрению прибрежных участков моря птичьим пометом значительно увеличивается биомасса пищевых организмов. пользование птичьего помета как удобрения преследует собственное выращивание рыбы и уток в рыбозаводных прудах.

Птицы уничтожают насекомых, являющихся врагами икры молодки рыб. В свою очередь, рыбоядные птицы — скопа, некоторые орланы, гагары, зимородки, буревестники, цапли, бакланы, пеликаны, чайки, утки — требуют для пропитания огромного количества рыбы. Например, за один день молодой баклан

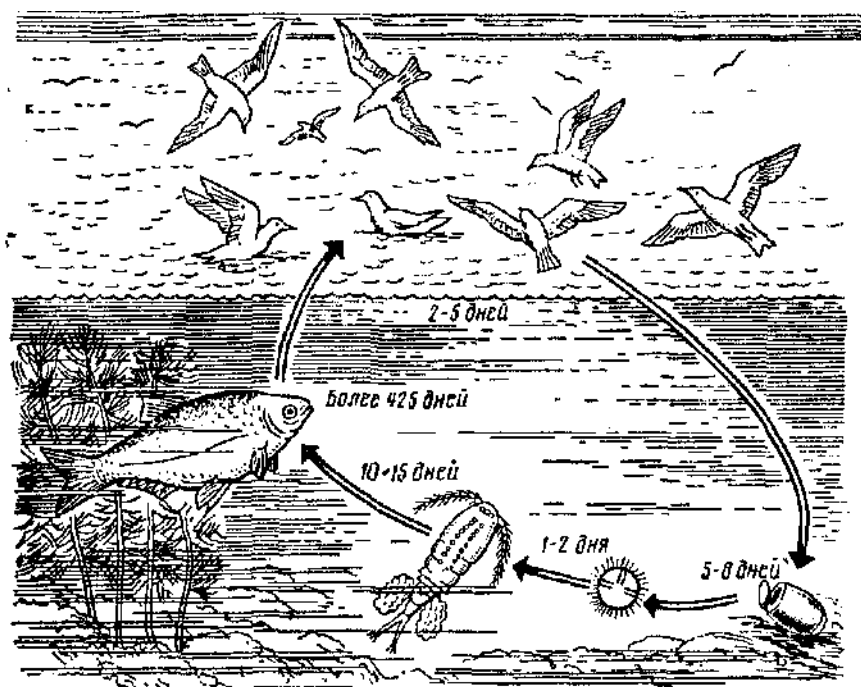


Рис. 48. Цикл развития рипеца-лиулы

съедает около 500 г, а взрослый — около 700 г рыбы. Многие рыбоядные птицы являются переносчиками опасных заболеваний (рис. 48).

Мелкие млекопитающие (например, мыши-землеройки) могут стать добычей таких хищных рыб, как сом, щука, ленок, таймень, хариус. Сом может захватить даже плывущую собаку. Грозой тропических рек являются небольшие рыбки пирании. Они мгновенно собираются стаями около раненого животного и, нападая, одолевают его. Они справляются даже с быками.

Вместе с тем многие млекопитающие относятся к рыбоядным: норка, выдры, водяные крысы, выхухоль, лисы, медведи. Самыми большими потребителями рыбы являются водные млекопитающие — китообразные, ластоногие. Белуха в огромных количествах поедает лососевых (кету, горбушу), тресковых (сайду, навагу, треску) и других рыб. У черноморского дельфина большую долю в пище составляет хамса, шпрот, ставрида, барабулька. Косатки съедают в день 100...500 кг рыбы.

Контрольные вопросы

1. Каковы основные особенности размножения рыб в связи с водным образом жизни?
2. Дайте морфологическую и физиологическую характеристику икре и сперме рыб.
3. Как изменяется качество половых продуктов в связи с возрастом рыб?
4. Какие существуют экологические группы рыб в соответствии с особенностями размножения?
5. Перечислите основные особенности эмбрионального, личиночного и раннего постэмбрионального периода развития рыб.
6. Каковы основные черты питания рыб в связи с возрастом, полом, сезоном, состоянием?
7. Что такое избирательная способность и пищевое сходство рыб?
8. Какие вы знаете пищевые цепи в водоеме?
9. Что такое упитанность рыб и от чего она зависит?
10. Перечислите основные закономерности роста рыб в связи с биологическими особенностями (видовая специфика, возраст, время наступления половой зрелости, экологические условия).
11. Как определяют возраст и рост рыб?
12. Что такое миграции и как их изучают?
13. Расскажите о месте рыб в водных биоценозах (внутри- и межвидовые связи рыб).

ГЛАВА 3

СИСТЕМАТИКА И БИОЛОГИЯ РЫБ

В водоемах земного шара обитает более 22 000 видов рыб. Для удобства их изучения приняты следующие систематические группы: тип — подтип — надкласс — класс — подкласс — надряд — отряд — надсемейство — семейство — подсемейство — род — авид — подвид. Имеются и более мелкие внутривидовые таксономические категории — племя, раса, морфа.

Основная систематическая единица — вид, для обозначения которого принята бинарная номенклатура на латинском языке: первое название — родовое — пишется с заглавной буквы, второе — видовое — со строчной. В конце названия вида ставится фамилия ученого, его описавшего. Например, сазан, карп *Cyprinus carpio* L. Фамилии известных авторов сокращают: Linné — L. Если данный вид сначала был отнесен к другому роду, то фамилия автора приводится в скобках.

Для обозначения подвидов к названию вида прибавляют третье слово (триномиальная номенклатура). Подвиды обитывают в определенных ареалах.

Морфа, как и раса, не связаны с определенным ареалом. Раса — наследственно стойкая вариация, приуроченная к определенным условиям обитания (например, грунтам), отличающаяся сроками нереста, и так далее. Морфа наследственно неустойчива и может обитать в одном водоеме с основной формой. Например, известны тугорослые морфы карася.

В ихтиологии принято, что систематические единицы до семейства носят названия по впервые описанному роду и имеют определенное окончание: подсемейство оканчивается на *inoidei*, семейство — на *idae*, надсемейство — на *oidae*, подотряд — на *formes*. Например, подсемейство *Cyprinini* — семейство *Cyprinidae*, надсемейство *Cyprinoidae*, подотряд *Cyprininoidei*, отряд *Cypriniformes*.

В данном учебнике систематика рыб изложена в соответствии с системой рыб Л. С. Берга и книгой «Мизнь животных» вышедшей в 1971 году.

НАДКЛАСС БЕСЧЕЛЮСТНЫЕ — Agnatha

Примитивные рыбообразные водные животные. Распространены в морских и пресных водоемах. Костная ткань в скелете отсутствует, рот круглый, жабры мешковидные, во внутреннем ухе два полукружных канала, а не три, как у челюстноротых.

КЛАСС КРУГЛОРОТЫЕ — Cyclostomata

Класс круглоротых, или мешкожаберных, рыбообразных животных характеризуется удлинненным эллевидным телом, наличием непарного носового отверстия, отсутствием парных конечностей и их поясов, отсутствием обособленных челюстей. Хорда сохраняется в течение всей жизни.

Класс включает подклассы миксин, представители которого промыслового значения не имеют, и миног.

ПОДКЛАСС МИНОГИ — Petromyzones

Миноги не являются настоящими рыбами. Рот у них без челюстей, напоминает воронку, снабжен большим количеством роговых зубов. Носовое отверстие с глоткой не сообщается. Жабры в виде мешочков, соединены с наружной средой. С каждой стороны тела имеется по 7 ничем не прикрытых жаберных отверстий.

Семейство миноговые — Petromyzonidae

Включает 8 родов, обитающих в Северном и Южном полушариях. Имеются морские, проходные и пресноводные формы. Миноги — раздельнополые животные. Развитие происходит с метаморфозом и включает личинку-пескоройку, сильно отличающуюся от взрослых форм. Личиночный период длится несколько лет (до 5), после чего происходит превращение во взрослую форму.

Европейская речная минога — *Lampetra fluviatilis* (L). Водится в бассейнах Северного, Балтийского и Средиземного морей и Атлантического океана. Нагуливается в море, питается рыбой, на нерест входит в Неву и другие реки. Промысловые размеры самцов 31 ... 32 см, самок — 32 ... 34 см. Имеется туводная форма, всю жизнь проводящая в пресной воде, — ручьевая минога *Lampetra planeri* (рис. 49).

В реках Сибири обитает *Lampetra japonica kessleri* (Anik), которая также происходит от проходной формы.

В море миноги ведут хищный образ жизни, присасываясь к рыбам при помощи ротовой воронки, снабженной многочислен-

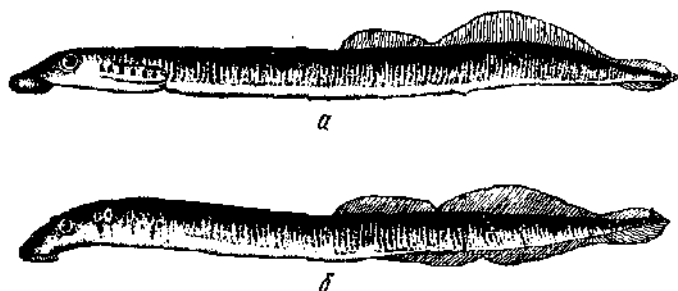


Рис. 49. Ручьевая минога:
а — самец; б — самка

ными зубами (рис. 50). Специальные железы выделяют в ротовую полость секрет, препятствующий свертыванию крови, которую высасывают миноги из тела жертв.

У речной миноги имеются яровая и озимая формы, которые на нерест входят в Неву весной и осенью. Самка при помощи анального плавника выкапывает в песчаном грунте гнездо, куда откладывает от 4 до 40 тыс. икринок размером около 1 мм. Самец анального плавника не имеет. Во время вымета половых продуктов он присасывается к затылку самки и после нереста погибает.

Выклюнувшиеся из икринок личинки-пескоройки живут в реке до 5 лет, а затем скатываются в море.

Невская минога очень вкусна, имеет промысловое значение. Ее ежегодно добывают до 600 ц. Кроме Невы, миногу ловят в других реках, впадающих в Балтийское море, — Западной Двине, Нарве. В низовьях Волги добывают каспийскую миногу.

НАДКЛАСС ЧЕЛЮСТНОРОТЫЕ — Gnathostomata

Преобладающее большинство водных и наземных позвоночных на нашей планете (более 99%) относится к челюстноротым. Среди водных животных они представлены двумя классами рыб — хрящевыми и костными, а на суше — классами земноводных, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих. Имеют хватательные челюсти, парные конечности, парные ноздри. В скелете имеется костная и хрящевая ткань. Во внутреннем ухе — три полукружных канала.

КЛАСС ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ — Chondrichthyes

Хрящевые рыбы, как это видно из названия, имеют хрящевой, иногда частично обызвествленный скелет. Кожа голая или покрытая плакондной чешуей. Имеется 5...7 пар жаберных

щелей. О древнем происхождении этих рыб свидетельствуют спиральный клапан в кишечнике и снабженный несколькими клапанами артериальный конус в передней части сердца. Плавательный пузырь отсутствует.

Представлены в настоящее время двумя подклассами — пластиножаберных и слитночерепных (цельноголовых), из которых мы остановимся лишь на первом.

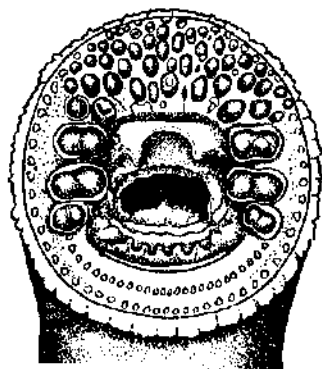


Рис. 50. Ротовая воронка сибирской миноги

ПОДКЛАСС ПЛАСТИНОЖАБЕРНЫЕ — *Elastobranchii*

К ним относятся акулы и скаты (всего около 600 видов), характеризующиеся хрящевым обызвествленным скелетом, кожей, покрытой плакоидной чешуей, часто имеющей шипы. Жаберные крышки отсутствуют, имеется 5..7 пар открывающихся наружу жаберных щелей, а также брызгальце — рудимент жаберной щели в виде отверстия за глазом. Оплодотворение внутреннее при помощи совокупительных органов (игеригоподий) — видоизмененных частей брюшных плавников самцов. Оплодотворенные яйца или откладываются в воду (яйцеживорождение), или развиваются в теле самки в своеобразной «матке» — заднем отделе яйцевода до вымета живых хорошо развитых детенышей (живорождение). Многие современные семейства существуют в течение 150 млн лет — с юрского периода. Подкласс включает надотряды акул и скатов, мировой улов которых составляет около 1% улова морских рыб.

НАДОТРЯД АКУЛЫ — Squalimorpha

Имеют удлиненное торпедообразное туловище. Жаберные щели расположены на боках головы. Хвост обычно гетероцеркальный. Зубы у некоторых видов сильно развиты. Надотряд включает 20 семейств и около 250 видов в основном хищных рыб, питающихся обычно рыбой, однако имеются среди них бентосоядные и планктоноядные виды (китовая и гигантская акулы). Размеры акул колеблются от 15 см до 18 м.

У хищных акул важную роль в поисках пищи играет обоняние и восприятие вибрации воды органами боковой линии. Роль зрения невелика, хотя острота дневного зрения акул сравнима с остротой зрения человека. Сильно привлекает к жертве запах

крови даже в небольшой концентрации. Известны нападения крупных акул (тигровой, белой, акулы-молота) на купающихся или терпящих бедствие людей.

Акулы широко распространены в океанах и морях, имеются и пресноводные виды. Некоторые пригодны в пищу, а кожу акул используют для полировочных работ.

Отряд ламнообразные — Lamniformes

К отряду относится 12 семейств, имеющих анальный плавник и два спинных плавника, лишенных колючих шипов. В осевом скелете имеются тела позвонков. Представители отряда обитают во всех океанах и умеренно теплых морях.

Семейство сельдевые акулы — Lamnidae

Крупные пелагические рыбы. Хвостовой плавник серповидный, зубы крупные шилообразные или треугольные (рис. 51). Семейство включает роды самых крупных хищных белых акул, а также сельдевых и голубых акул.

Атлантическая сельдевая акула — *Lamna cornuifera* (Gmelin). Обитает почти повсеместно в морях и океанах, за исключением тропической зоны. Зубы большие, заостренные, незазубренные. Окраска голубовато-серая, брюхо белое. Обычные промысловые размеры 1,5...2,5 м, масса свыше 100 кг; бывают особи, достигающие 3,6 м длины и массы более 300 кг. Крупный пелагический хищник, питающийся сельдью, сардиной, скумбрией, лососями, треской. На людей не нападает.

Живородящая рыба, спаривание происходит в августе — сентябре. В летнее время самка рождает от 2 до 5 хорошо сформированных детенышей длиной 50...70 см. Развивающиеся в «матке» эмбрионы активно пожирают находящиеся рядом неоплодотворенные яйца. Мясо сельдевых акул вкусное, они являются объектами промысла в Баренцевом, Беринговом, Охотском, Японском и других морях.

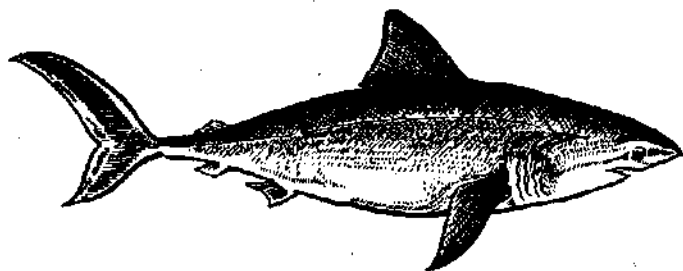


Рис. 51. Сельдевая акула

Семейство колючие акулы — Squalidae

Спинных плавников два, в каждом спереди имеется сильный шип. Анальный плавник отсутствует. Жаберные щели расположены впереди основания грудных плавников.

Колючая акула — *Squalis acanthias* L. Зубы острые одновершинные, одинаковые на обеих челюстях. Окрашена в серовато-коричневый цвет, по бокам тела редкие белые пятнышки, брюхо светлое. Достигает длины 2 м, обычно 100 ... 140 см, масса до 14 кг. Распространена в Черном, Баренцевом и дальневосточных морях. Черноморскую акулу называют катраном. Половая зрелость наступает поздно, в Черном море самцы созревают в возрасте 13 ... 14 лет, самки — в 17 лет. Живородящая. Оплодотворенные яйца развиваются в капсулах, находящихся в расширенных яйцеводов, очень длительное время — 8 ... 22 мес. Одна самка выметывает 6 ... 29 мальков длиной 7 ... 33 см.

Питается рыбой (сельдь, треска, ставрида, бычки), а также ракообразными (креветки, крабы) и моллюсками (осьминоги, альмары). Имеет некоторое промысловое значение в Северном, Японском и Черном морях.

АДОРТЯД СКАТЫ — Batomorphi

Близкие акулам рыбы, имеющие уплощенную в дорсовентральном направлении форму тела. В отличие от акул жаберные отверстия (пять пар) расположены с брюшной стороны тела. Брызгальца находятся позади глаз на спинной стороне тела: они хорошо развиты, через них лежащие на дне скаты набирают воду в жаберную полость. Анальный плавник отсутствует. Зубы шипообразной формы или сильно сплюснены и закруглены. У скатов нет таких острых зубов, как у акул. Длина колеблется от нескольких сантиметров до 6 ... 7 м, а масса наиболее крупных особей достигает 2,5 т. Размножаются, откладывая яйца или выметывая живых детенышей. Обитают и на мелководьях и на глубине до 2700 м в соленой и пресной воде. Спектр питания очень широк — от планктона и бентоса до рыб. В надотряде скатов объединены 16 семейств с 50 родами и 300 видами.

Семейство ромбовые скаты — Rajidae

Тело ромбовидной формы, покрытое крупными и мелкими шипами. Грудные плавники доходят до рыла и сливаются впереди него. Спинных плавников обычно два. Хвостовой плавник в виде небольшой перепончатой складки, у взрослых часто

отсутствует. Широко распространены в морях и океанах. Размножаются, откладывая на дно яйца, заключенные в роговую капсулу, снабженную отростками для прикрепления к камням и растительности. Инкубация яиц продолжается от 4 до 14 мес. Обитают на дне, часто зарываются, набрасывая себе на спину грудными плавниками песок так, что на поверхности остаются лишь глаза и брызгальца. Во время плавания машут грудными плавниками, как крыльями.

Звездчатый скат — *Raja radiata* Donovan. Верхняя сторона тела покрыта мелкими шипами и шипиками, нижняя — голая. Вдоль средней линии тела расположены ряд из 12...19 крупных шипов и параллельные ему 1...2 ряда более мелких шипов. Окраска бурая с желтовато-белыми и черными пятнышками. Длина с хвостом не более 62 см. Обитает в северной части Атлантического океана, в Баренцевом, Белом и Балтийском морях. Встречается на песчаных и илистых грунтах на глубине от нескольких метров до 900 м. Оплодотворение внутреннее. Яйца откладывают на дно с февраля по июнь. Эмбрионы развиваются более 2,5 мес. Питаются ракообразными и рыбой (мойва, песчанка, треска и др.). В Баренцевом море добывают в качестве прилова.

КЛАСС КОСТНЫЕ РЫБЫ — Osteichthyes

Костные рыбы отличаются от хрящевых наличием костной ткани в скелете. В полости тела имеется плавательный пузырь. Жаберная полость прикрыта жаберными крышками, укрепленными костным скелетом. Есть челюстные кости. Жабры имеют вид свободно свисающих с жаберных дуг лепестков. Тело голое или покрытое костной (циклоидной или ктеноидной) чешуей.

Костные рыбы — самая многочисленная группа позвоночных животных, распространенная во всех водах планеты.

Класс костных рыб состоит из двух подклассов — лопастеперых и лучеперых рыб.

ПОДКЛАСС ЛОПАСТЕПЕРЫЕ РЫБЫ — Sarcopterygii

Лопастеперые рыбы известны с середины раннего девона, т. е. примерно за 300...400 млн лет до нашей эры. Они сохранили ряд архаичных черт в строении: неокостеневающую хорду, отсутствие тел позвонков, наличие внутреннего скелета, в лопастях парных плавников, наличие чешуи особого космоидного типа, наличие спирального клапана в кишечнике и артериального конуса в сердце. Лопастеперые рыбы подразделяются на надотряды кистеперых и двоякодышащих рыб.

В древности представители надотряда были широко распространены в пресных и морских водах всей планеты. Одна из вымерших групп кистеперых рыб (рипидистиеобразные) приспособилась в процессе эволюции к дыханию атмосферным воздухом (внутренние поздри, легкие, пятипалые конечности) и дала начало первым наземным позвоночным животным. Вторая группа кистеперых сохранилась до настоящего времени в виде единственного представителя — глубоководной рыбы латимерии отряда целакантообразных.

ОТРЯД ЦЕЛАКАНТООБРАЗНЫЕ — Coelacanthiformes

Считалось, что представители отряда целакантообразных вымерли 70...80 млн лет назад. Полнейшей неожиданностью была поимка в 1938 г. у берегов Южной Африки необыкновенно крупной кистеперой рыбы. В честь хранительницы музея мисс Куртенэ-Латимер, взявшей с судна рыбу и передавшей ее ученым для определения и изучения, она была названа латимерией (*Latimeria chalumnae*). Систематическую принадлежность рыбы определил известный ихтиолог Дж. Л. Б. Смит. Сенсационное открытие «живого ископаемого» вызвало новые поиски, завершившиеся спустя 14 лет добычей второго экземпляра латимерии и установлением места обитания этих редчайших рыб в водах Коморских островов, находящихся между Мадагаскаром и Африкой.

Латимерия — *Latimeria chalumnae* Smith. Имеет толстое тело с мощным сжатым с боков хвостом, заканчивающимся своеобразным трехраздельным хвостовым плавником с выступающей маленькой конечной лопастью (рис. 52). Чешуя крупная космоидного типа, состоящая из четырех слоев: поверхностного «малеподобного» с зубчиками и порами, губчато-костного, костно-губчатого и нижнего из плотных костных пластинок. Она глубоко сидит в коже и напоминает броню. Основания парных и непарных плавников (за исключением первого спинного) — мясистые, покрытые чешуей лопасти. Основой осевого скелета является упругая хорда, заполненная жидкостью. Головной мозг очень мал. Плавательный пузырь в виде небольшой трубки. Глаза свегащиеся с большим количеством палочковидных клеток, что говорит о приспособленности к жизни в темноте.

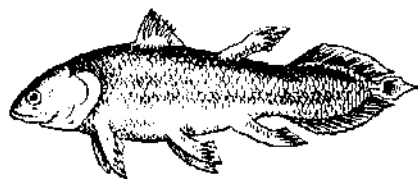


Рис. 52. Латимерия

В сердце имеется артериальный конус, в кишечнике — развитый спиральный клапан. Яйца латимерии, обнаруженные в яичнике, достигают в диаметре 10 см. Это живородящая рыба. При вскрытии самки длиной 158 см обнаружено пять эмбрионов длиной от 15 до 20 см, каждый с желточным мешком. Длина пойманных рыб от 109 до 180 см, масса — от 19,5 до 95 кг. Латимерия — хищник, питающийся глубоководными рыбами. Все экземпляры были пойманы на удочку, наживленную куском рыбы или кальмаром. Окраска тела темная, серо-синяя с пятнами неправильной формы на боках. В настоящее время выловлено около 100 рыб.

НАДОТРЯД ДВОЯКОДЫШАЩИЕ — Dipnoi

Двоякодышащие рыбы, появившись в девонском периоде, достигли расцвета в триасе, после чего стали угасать. К настоящему времени сохранился один отряд — рогозубообразные *Ceratodiformes*.

Это пресноводные рыбы, приспособившиеся к обитанию в пересыхающих в засушливый сезон тропических водоемах. У них имеется «двойное дыхание» при помощи жабр и настоящих легких, сходных по строению с легкими высших позвоночных. Легкое, заменяющее у двоякодышащих плавательный пузырь, соединяется с глоткой впадающим с брюшной стороны протоком. Благодаря образованию внутренних ноздрей (хоан) открывающихся в ротовую полость, двоякодышащие могут дышать атмосферным воздухом при закрытом рте. У них имеется легочное кровообращение, и венозная кровь попадает преимущественно в легкое благодаря неполной перегородке имеющейся в предсердии. Тела позвонков отсутствуют; в течение всей жизни сохраняется хорда. Череп автостилический. Парные плавники бисериального типа. В сердце имеется артериальный конус, в кишечнике — спиральный клапан. Мочеполовые органы открываются наружу общим выводным отверстием — клоакой.

До настоящего времени сохранились два семейства отряда рогозубообразных: рогозубых и чешуйчатниковых.

Единственный представитель семейства рогозубых (*Ceratodidae*) — австралийский чешуйчатник *Neoceratodus forsteri* (Kriff). Обитает в усыхающих водоемах Австралии. Достигает 175 см длины и массы 10 кг. Имеет единственное легкое. В спячку не впадает. Чешуйчатник имеет очень крупную чешую и мясистые парные плавники, напоминающие ласты пингвинов.

Семейство чешуйчатниковые (*Lepidosirenidae*) представлено двумя родами — протоптеров (*Protopterus*), обитающих в тро-

пических областях Африки, и чешуйчатников (*Lepidosiren*), населяющих центральную часть Южной Америки, бассейны рек Амазонки и частично Параны.

Представители семейства имеют удлиненное змеевидное тело, округлое в поперечном сечении, и парные легкие. Покрываются мелкой циклоидной чешуей, заходящей на голову. Парные плавники тонкие в виде жгутов. Обитают в полностью пересыхающих водоемах. На время засухи (иногда на 9 мес) впадают в спячку, зарываясь в грунт и полностью переходя на дыхание атмосферным воздухом. Протоптеры на период спячки образуют из слизи тонкий (0,05...0,06 мм) кокон, выстилающий их убежище. Питаются ракообразными, моллюсками, рыбой. Икру откладывают в выводковые гнезда, устроенные в грунте в виде глубоких нор. Кладку икры охраняет самец. Чешуйчатниковые — вкусные ценные рыбы, имеющие местное промысловое значение.

ПОДКЛАСС ЛУЧЕПЕРЫЕ РЫБЫ — Actinopterygii

Представители подкласса являются самой распространенной группой ныне живущих рыб. Для лучеперых характерен костный позвоночник, хотя у некоторых сохраняется хорда или ее остатки. Скелет парных плавников унисериального типа, образован рядом радиалей. Чешуя у большинства костная, лишь у примитивных групп покрыта эмалевидным ганоином. Представители ганоидных рыб немногочисленны. Наиболее многочисленна и разнообразна среди лучеперых группа костистых рыб, появившихся около 200 млн лет назад. В наше время насчитывается более 19 тыс. видов костистых рыб, объединяемых в 10 надотрядов и 36 отрядов.

НАДОТРЯД ГАНОИДНЫЕ — Ganoidomorpha

Ганоидные рыбы являются остатками древних многочисленных групп, расцвет которых предшествовал развитию костистых рыб. Ганоидные рыбы сохранили в своем строении ряд признаков, отсутствующих у всех остальных лучеперых рыб. Например, у осетрообразных сохраняется в течение всей жизни неокостеневшая хорда, тела позвонков отсутствуют, черепная коробка в значительной части хрящевая, в кишечнике имеется спиральный клапан, сохраняется брызгальце, ведущее в жаберную полость. К надотряду относятся четыре отряда: осетрообразные, или хрящевые, ганоиды, многоперообразные, амсиобразные и панцирничкообразные. Мы остановимся только на отряде осетрообразных, имеющих наибольшее промысловое значение.

Есть ряд примитивных черт в строении. На теле имеет пять продольных рядов жучек — ромбических костных пластинок, которые считаются рудиментом ганеоидных чешуй. Ганеоидные чешуи — фулькры сохраняются у них в основании верхней лопасти хвостового плавника. Число лучей в непарных плавниках больше числа поддерживающих скелетных элементов. Внутренний скелет осетрообразных хрящевой, настоящие кости толстые, накладные на хрящевом черепе. Поэтому их называют хрящевыми ганеоидами или хрящекостными рыбами (*Chondrostei*). В отряд входят семейства осетровые (*Acipenseridae*) и веслоносые (*Polyodontidae*).

Семейство осетровые — Acipenseridae

Обитают только в Северном полушарии. Это проходные, полупроходные и пресноводные рыбы. Тело удлинненное веретеновидное с пятью рядами крупных костных жучек, между которыми разбросаны мелкие костные пластинки. Рыло удлиненное коническое или лопатовидное, рот на нижней стороне головы выдвижной, зубов не имеет. На нижней стороне рыла расположены четыре усика, находящиеся в одном поперечном ряду. Передний луч грудного плавника утолщен и превращен в сильную колючку — *marginalis*. Нерест у всех осетровых не ежегодный.

Семейство включает четыре рода: белуги, осетры, лопатонос и желтолопатонос. В наших водах промысловое значение имеют представители первых двух родов: белуги и осетры. В бассейне Аральского моря обитают представители рода желтолопатоносов (*Pseudoscaphirhynchus*), не имеющие промыслового значения. Улов осетровых в СССР составляет 21 ... 24 тыс. т, т. е. 85 ... 93% мировых уловов.

Представители рода белуг отличаются от осетров большими полупроходным ртом и сросшимися между собой жаберными перепонками, образующими свободную складку (рис. 53).

РОД БЕЛУГИ — *Huso*

Включает два вида: белугу *Huso huso* (L.) и обитающую в реке Амуре и ее лимане калугу *Huso dauricus* (Georgi). Калуга отличается от белуги тем, что у нее первая спинная жучка — самая большая, а у белуги — самая маленькая. Калуга — ценная промысловая рыба. Имеются полупроходная и жилая река форма (рис. 54).

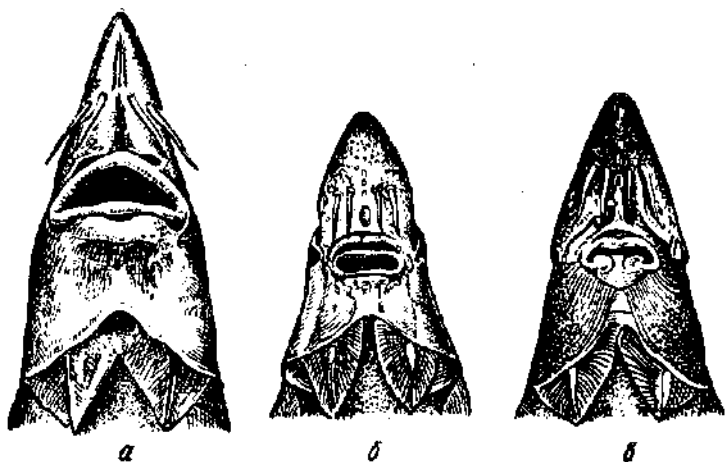


Рис. 53. Головы осетровых рыб:
а — белуга; б — шип; в — русский осетр

Белуга *Huso huso* (L.). Проходная рыба, населяет бассейны Каспийского, Черного, Азовского и восточную часть Средиземного морей. Спинных жучек 11...14, боковых — 41...52, брюшных — 9...11. В спинном плавнике не менее 60 лучей, обычно 62...73. Рыло короткое, заостренное. Нижняя губа посередине прервана. Самая большая из наших промысловых рыб. Ее масса до 1 т, а длина до 4,2 м. Известны случаи поимки отдельных особей массой до 1,5 т. Обычная промысловая масса 50...80 кг. Продолжительность жизни до 100 лет. Половой зрелости достигает поздно: самки в возрасте 16...18 лет, самцы — 12...14 лет. Имеет озимые и яровые расы. Основной промысел сосредоточен в устьях рек, впадающих в Каспийское и Азовское моря (Волга, Урал, Кура, Дон, Кубань) (рис. 55).

До постройки плотин гидроэлектростанций белуга для нереста поднималась в Волгу до г. Калинина, по Каме — до верховьев, т. е. более чем на 1000 км. В настоящее время по Волге поднимается до Волгограда, по Куре — до Мингечаурского гидроузла, по Дону — до Цимлянской ГЭС. Нерестилища рас-



Рис. 54. Калуга



Рис. 55. Белуга

положены в русле реки на каменистом грунте, клейкие икринки приклеиваются к камням. Плодовитость очень велика, в зависимости от размеров самки составляет от 360 до 7700 тыс., в среднем около 700 тыс. икринок. Нерестится в апреле — мае. Инкубационный период продолжается при 12...13 °C около 8 сут. Личинки имеют большой желточный мешок, после выклева скатываются в море. Молодь питается мелкими беспозвоночными животными. Взрослая белуга — типичный хищник, питающийся в море рыбой (сельдь, тюлька, бычки). Крупные особи поедают в северном Каспии даже бельков тюленя.

РОД ОСЕТРЫ — *Acipenser*

Включает 16 видов, 8 из которых встречаются в СССР в основном в бассейнах южных морей. У представителей рода жаберные перепонки прикреплены к межжаберному промежутку. Рот небольшой в виде поперечной щели. Наибольшее хозяйственное значение имеет осетр, севрюга, шип и стерлядь, которые отличаются друг от друга следующими признаками.

1. Нижняя губа сплошная, посередине не прервана (см. рис. 53), первые спинные жучки сильно выделяются — шип. Усики бахромчатые.

2. Нижняя губа посередине прервана. Боковых жучек более 50. Усики бахромчатые. Длина рыла почти в два раза меньше длины головы — стерлядь.

3. Нижняя губа прервана, рыло сильно удлиненное, мечевидное, длина его более 60% длины головы. Усики без бахромок, боковых жучек 26...43. Между спинными и брюшными рядами жучек — звездчатые пластинки — севрюга.

4. Нижняя губа прервана, рыло короткое, тупое. Усики в разрезе круглые, без бахромок, расположены ближе к концу рыла, чем ко рту. Между спинным и боковым рядами жучек круглые и мелкие звездчатые пластинки, жаберные тычинки не веерообразные — русский осетр.

5. Те же признаки, что и в пункте 4, но жучки имеют слабую радиальную исчерченность, звездчатые пластинки только

мелкие, жаберные тычинки переперьянные (оканчиваются несколькими рожками) — сибирский осетр.

Шип — *Acipenser nudiiventris* Lovetzky. Проходная рыба, обитает в бассейнах Каспийского и Черного морей. Достигает длины 2 м и более. Имеются озимые и яровые расы. В Куру входит яровая форма в марте, озимая — в октябре. В бассейне Каспийского моря распространен в южной части, в Волгу заходит лишь единичные особи, многочислен в р. Урал.

Нерестится в апреле — мае на галечниковых грунтах при температуре воды 10...15°C. Плодовитость в зависимости от размеров колеблется от 200 до 1300 тыс. икринок. Средняя плодовитость около 600 тыс. икринок. Половой зрелости самцы достигают в возрасте 6...9 лет, самки — 12...14 лет.

Питается шип в Каспийском море рыбой и моллюсками, в озере Балхаш хищничает. Промысловая масса от 12 до 16 кг.

Стерлядь — *Acipenser ruthenus*, L. Пресноводная рыба, обитающая в реках и водохранилищах бассейнов Каспийского, Азовского, Черного и Балтийского морей, а также Ледовитого океана. Встречается в Оби и Енисее. Вселена из Северной Двины в Печору, где отмечено ее размножение.

Имеются тупорылая и острорылая формы. Промысловые размеры стерляди 30...65 см, масса 0,5...2 кг, изредка 80...90 см и 3...4 кг (как исключение, 8 кг и более).

Самцы достигают половой зрелости в 4...5 лет, самки — в 7...9 лет при длине 28...34 см. Плодовитость колеблется от 6 до 140 тыс. икринок. Нерестится в мае, икра клейкая, диаметр 1,9...2 мм. Нерест проходит на быстром течении на галечном грунте не каждый год, а через 1...2 года.

Стерлядь — типичный бентофаг, питается водными беспозвоночными: личинками насекомых, особенно хирономиды, мигрирует в пределах пресных водоемов, иногда выходит в солоноватые воды за пределы устьевых пространств рек (рис. 56).

Бестер (белуга Хетерлядь). В начале 60-х годов проведена успешная межродовая гибридизация белуги и стерляди, причем Н. И. Николькиным получен быстрорастущий



Рис. 56. Стерлядь

плодовитый гибрид, созревающий даже в условиях прудовых хозяйств с непроточной водой.

По внешним признакам бестер занимает промежуточное положение между белугой и стерлядью. Например, число лучей в спинном плавнике белуги в среднем 62, у стерляди — 40, у гибрида — 51; число лучей в анальном плавнике у белуги 31, у стерляди — 26, у бестера — 28; ширина рта в процентах к длине головы у белуги (данные по сеголеткам) 34, у стерляди — 18,5, у бестера — 28.

В гибриде удачно сочетаются быстрый рост белуги и раннее половое созревание стерляди. Самцы бестера созревают на 3...4-м году жизни, а самки — на 6...8-м году. Для промышленного получения гибридов в низовьях Волги отлавливают самок белуги массой 100...120 кг. Полученную от них с применением гипофизарных инъекций икру осеменяют спермой самцов стерляди средней массой 250...500 г.

Бестер унаследовал от белуги хищный образ жизни. Темп роста высокий: сеголетки достигают массы 50...100 г, двухлетки — 800 г и более. Его расселяют как в пресные, так и в солоноватые водоемы. Так, в условиях солоноватого Пролетарского водохранилища бестер растет очень быстро, сеголетки достигают массы 100 г, трехлетки — 2 кг, четырехлетки весной — 4 кг (максимальная масса 5,3 кг, длина 96 см), осенью средняя масса четырехлеток 6,15 кг.

Русский осетр — *Acipenser güldenstädti Brandt*. Обитает в бассейнах Черного, Азовского и Каспийского морей. Проходная рыба, образующая и пресноводную жилую форму. Проходная форма образует яровые и озимые расы.

Нерестится в Волге, Урале, Тереке, из Черного моря поднимается на нерест в Дунай, Днепр, некоторое количество и в р. Риони. Из Азовского моря поднимается в Дон и Кубань. Созревает в Азовском море: самцы — в возрасте 8...9 лет, самки — в 10...14 лет. Максимальные размеры 230 см и масса до 120 кг. Средняя промысловая масса 12...24 кг. Нерестится весной в мае — начале июня на каменистых россыпях, откладывая от 70 до 800 тыс. икринок.

Инкубация икры продолжается около 90 ч, выклюнувшиеся личинки сливаются вниз по течению. Некоторая часть молоди задерживается в реке на год и более, незначительная часть остается в реке на всю жизнь, образуя речную жилую форму. Молодь питается беспозвоночными. У взрослого осетра в Каспийском море пища на 75% состоит из беспозвоночных (хиропомиды, креветы, бокоплавцы) и на 25% из моллюсков и рыбы (бычки).

Осетра разводят на рыбных заводах с целью компенсации ущерба, нанесенного его запасам гидростроительством.

Осетр в природе образует гибриды с белугой, шипом, стерлядью, севрюгой.

Сибирский осетр — *Acipenser baeri* Brandt. Полупроходная рыба, обитающая в реках Сибири от Оби до Колымы. В крупных озерах и реках — Байкал, Зайсан, Верхняя Обь — образует пресноводную жилую форму. Нагуливается в Обской, Газовской и Енисейской губах, на нерест поднимается в верховья рек: по Енисею на 1300 км от устья. Байкальский осетр для нереста заходит в Селенгу в Верхнюю Ангару, из озера Зайсан — в Черный Иртыш.

Достигает длины 2 м и массы 200 кг. Растет медленно, половой зрелости достигает в реке Оби: самцы — в возрасте 11...13 лет, самки — 17...18 лет. Байкальский осетр достигает массы более 100 кг, средняя масса 8...20 кг, самцы созревают к 15, самки — к 20 годам. Повторное созревание бывает не ежегодно, самцы созревают через 1...2, а самки — через 2...4 года. Плодовитость сибирского осетра колеблется от 80 до 500 тыс. икринок. Нерест проходит во второй половине мая и июне при температуре 10...15°C на песчано-галечных грунтах (рис. 57).

Питается водными беспозвоночными (малощетинковые черви, бокоплавы), моллюсками, рыбой.

Инкубационный период при температуре 13...15°C продолжается 7...8 сут, при 18...20°C — 75...90 ч.

Обского и байкальского осетра разводят на рыбоводных заводах.

Севрюга — *Acipenser stellatus* Pallas. Обитает в бассейнах Черного, Азовского и Каспийского морей. Достигает максимальных размеров 220 см и массы 68 кг, средняя промысловая масса 7...8 кг. Это ценная промысловая рыба, входящая для нереста в реки. Образует яровые и озимые формы. В Урал яровая форма севрюги поднимается в апреле — мае, озимая заходит в августе — сентябре, зимует в реке и поднимается вверх по течению выше, чем яровая. Наличие яровых и озимых рас позволяет полнее использовать нерестилища. Нерест проходит на галечниковых грунтах с мая по август: в Куре с апреля по сентябрь. Плодовитость колеблется от 20 до 362 тыс. икринок, продолжительность инкубации при 23°C — около 50 ч.



Рис. 57. Сибирский осетр



Рис. 58. Севрюга

Половой зрелости севрюга достигает в Куре: самцы — в возрасте 12...13 лет, самки — 14...17; в Волге: самцы — в 9...12 лет, самки — в 12...15 лет. Продолжительность жизни до 30 лет (рис. 58).

Из Волги молодь скатывается в Северный Каспий в возрасте 2...3 мес. Взрослая севрюга питается в море главным образом личинками хирономид, рачками, в Южном Каспии еще и рыбой. По уловам занимает среди осетровых второе место после русского осетра. Севрюгу разводят на рыбоводных заводах в низовьях Волги, Кубани, Дона.

Семейство веслоносые — Polyodontidae

Тело голое или покрыто мелкими разрозненными чешуями. Рыло длинное веслообразное. На челюстях мелкие зубы. Известны роды: веслонос, обитающий в некоторых водоемах Северной Америки, и псефур, встречающийся в реке Янцзы. Псефуры почти не имеют промыслового значения.

Это очень крупные (до 7 м) хищники, питающиеся рыбой.

Единственный представитель рода веслоносов — *Polyodon spathula* Walb. Рыло у этих рыб сильно выдается вперед и напоминает весло, у молодых особей оно достигает более 1/3 длины тела. Рот огромный, беззубый, не выдвижной. На верхней лопасти хвоста 13...20 фулькр. Тело голое, без жучек. На рыле снизу два очень маленьких усика, имеются многочисленные чувствительные органы, очевидно, для определения концентрации зоопланктона. Веслоносы достигают 2 м длины и массы 50...83 кг, обитают в пелагиали крупных рек (Миссисипи и др.) и озер. Нерестятся на родине в апреле — мае, образуя нерестовые скопления. Клейкую темную икру откладывают на каменистый грунт. Плодовитость колеблется от 82 до 200 тыс. икринок, диаметр икринок — 2,2...3 мм. При температуре воды около 14 °C развитие икры продолжается 9 сут. Личинки скатываются вниз по течению, делая «свечки», т. е. периодически всплывая. Рыло не растет в течение 2...3 недель после выклева, затем быстро вырастает. В оз. Озаркс (США) годовики до-

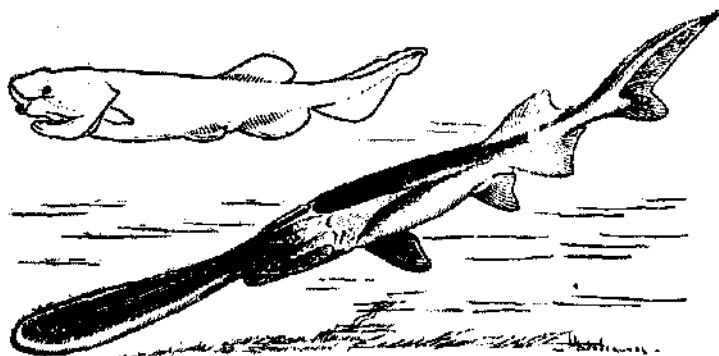


Рис. 59. Веслонос и его личинка

игают длины 25...30 и даже 52 см. Продолжительность жизни ...30 лет (рис. 59).

Питается зоопланктоном, плавая с широко открытым ртом отфильтровывая водные организмы при помощи жаберных ичинок. Длинные и частые тычинки образуют прекрасный дильный аппарат: на 1 мм жаберной дужки приходится в еднем 2,1 тычинки.

Веслонос представляет большой интерес для акклиматизации в наших пресных озерах, реках и водохранилищах, поскольку это единственный представитель отряда осетрообразных, питающийся зоопланктоном, запасы которого очень велики.

В 1974 г. из США в СССР были доставлены первые личинки веслоноса и начато создание маточных стад. Растет веслонос в прудах на Северном Кавказе очень быстро: сеголетки достигают массы 200...900 г, двухлетки — 2,5...3 кг, трехлетки — ...5, четырехлетки — 6 кг. В условиях Краснодарского края мальки созревают в девятигодичном возрасте, имея массу 7...12 кг. Самцы созревают в шестидесятилетнем возрасте при весе тела 8 кг. У самцов веслоноса в нерестовый период появляются вторичные половые признаки: рострум, голова, а юбка и все тело покрываются «жемчужной пылью», на ощупь чешуи становятся шероховатыми. Икрометание у самок единоемное. Нерест проходит один раз в два года. Самцы участвуют в нересте ежегодно.

Начиная с 1984 г. от веслоносов, выращенных в прудах, впервые получено жизнестойкое потомство. Молодь веслоноса едят в южные водохранилища и водоемы — охладители при ЭЭС. Таким образом, акклиматизация веслоноса проходит успешно.

ГРУППА КОСТИСТЫЕ РЫБЫ — Teleostei

Большинство современных рыб относится к костистым рыбам и характеризуется наличием костного скелета, развитыми телами позвонков. Чешуя костная, циклоидная или ктеноидная. Плавательный пузырь соединен с кишечником при помощи ductus pneumaticus (открытопузырные) или изолирован (закрытопузырные). У большинства рыб отсутствует артериальный конус и выраженный спиральный клапан. К костистым рыбам относится около 40 отрядов, из которых остановимся лишь на основных.

ОТРЯД СЕЛЬДЕОБРАЗНЫЕ — Clupeiformes

Включает семейства сельдевых и анчоусовых, наиболее примитивный из отрядов костистых рыб. Тела позвонков имеют отверстие в середине. Плавательный пузырь обычно соединен с кишечником (открытопузырные). Боковая линия отсутствует.

Семейство сельдевые — Clupeidae

В основном морские, но имеются также проходные и пресноводные рыбы, широко распространены по всему земному шару (190 видов, 50 родов). В основном это стайные пелагические рыбы с серебристым телом и темной спинкой (типичная окраска пелагических рыб), питающиеся беспозвоночными. Чешуя циклоидная, легко спадающая, на теле боковая линия отсутствует. Плавательный пузырь имеет спереди отростки, входящие в полость черепа — в слуховые капсулы, т. е. выполняет роль резонатора. Важнейшие объекты мирового промысла, из добычи в 1987 г. составила 22,2 млн. т.

РОД ОКЕАНИЧЕСКАЯ СЕЛЬДЬ — Clupea

Океаническая сельдь — *Clupea harengus* L. Массовая рыба, обитающая в северных частях Атлантического и Тихого океанов, в Ледовитом океане от Берингова пролива до устья Лены. Образуют две группы сельдей: многопозвонковые, имеющие от 55 до 58 позвонков, и малопозвонковые, имеющие от 52 до 55 позвонков (рис. 60). К первой группе относятся атлантическая сельдь, балтийская сельдь, или салака, а ко второй — беломорская и тихоокеанская сельди.

Атлантическая сельдь — *Clupea harengus harengus* L. Распространена в северной части Атлантического океана по европейскому и американскому побережьям. Наиболее многочисленной рыбой являются атлантичеко-скандинавские сельди,

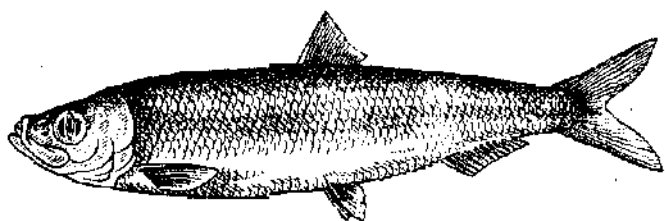


Рис. 60. Океаническая сельдь

размножающиеся у берегов Норвегии и Исландии. Весенний нерест проходит при температуре $4 \dots 14^{\circ}\text{C}$. Икра донная слабо-клейкая. Плодовитость — $14 \dots 23$ тыс. икринок. Выклюнувшиеся личинки морским течением выносятся в Баренцево и Норвежское моря. Половой зрелости достигает в пятилетнем возрасте. Продолжительность жизни $15 \dots 18$ лет. Молодь питается инфузориями, планктонными водорослями и личинками моллюсков, взрослые сельди — планктонными рачками — калянусом и эвфазиевыми. Крупная сельдь может хищничать, поедая песчанку и молодь трески.

Запасы сельдей из-за интенсивного промысла уменьшаются, поэтому их вылов ограничен, в 1987 г. он составил 240 тыс. т.

Салака, балтийская сельдь — *Clupea harengus membras* L. Является подвидом океанической сельди. Это небольшая (до 20 см) стайная рыба, распространенная в Балтийском море, особенно в Рижском заливе. Имеются осенне- и весенненерестующие рыбы. Плодовитость — $3 \dots 6,5$ тыс. икринок. Созревает в 2...3-летнем возрасте, продолжительность жизни 6...7 лет. Икру откладывает на твердый каменистый грунт на глубине 2...20 м. Весной нерест проходит при $8 \dots 10^{\circ}\text{C}$ во второй половине мая — начале июня, осенью — в сентябре — начале октября. Питаются молодь и взрослые рыбы планктонными ракообразными. Это основная промысловая рыба, дающая половину всего улова Балтийского моря.

РОД ШПРОТЫ, или кильки, — *Sprattus*

Представители этого рода отличаются от рода сельдей отсутствием зубов на сошнике, более сильным развитием брюшных килевых чешуй и пелagicеской икрой, а также другими признаками. Шпроты — морские стайные рыбы, распространенные вдоль берегов Европы от Балтийского до Средиземного и Черного морей.

Балтийский шпрот — *Sprattus sprattus balticus* (Schn.). Обитает в Балтийском море.

Килька, или черноморский шпрот, — *S. sprattus phalericus* (Risso). Обитает в Черном море. Это небольшая стайная рыба длиной до 17 см. Нерестится в Северном море с января по июль, в Черном море — с начала лета до октября. Половой зрелости достигает в трехлетнем возрасте, плодовитость — 6...7,5 тыс. икринок, размеры икринок 0,82...1,58 мм. Питается ракообразными и личинками рыб. Важный объем промысла. Ловят сетями и неводами. Из шпрота изготавливают замечательные консервы.

✓ **РОД ТЮЛЬКИ, ИЛИ КАСПИЙСКИЕ
КИЛЬКИ, — *Clupeonella***

К нему относятся четыре вида мелких рыб, обитающих в Каспийском, Азовском и Черном морях и пресных водоемах, относящихся к бассейнам этих морей. Отличаются сжатым с боков брюшком с килем, состоящим из 24...31 шиповатых чешуек. В анальном плавнике два последних луча удлинены. Рот верхний, маленький, беззубый. Позвонков 41...48. Икра пелагическая. Обитают как в солоноватой, так и в пресной воде.

Азовско-черноморские и каспийские кильки — *Clupeonella delicatula delicatula* (Nordmann), *C. delicatula caspia* Svetovidov. Массовые морские виды, обитающие вдали от берегов, питающиеся веслоногими планктонными рачками. Для нереста огромными косяками подходят к берегам весной, разгар нереста наблюдается при температуре 12...21°C. К осени кильки нагуливаются, жирность их достигает 12%, а у азовской тюльки — даже 17...18 %.

Размеры килек невелики — до 17 см, плодовитость — от 9,5 до 60 тыс. икринок. Кильки благодаря своей высокой численности играют большую роль в питании хищных рыб (судака, белуги), а в Черном и Азовском морях — дельфинов.

В Каспийском море кильку ловят на электросвет. Привлеченную к подводному источнику света рыбу вылавливают копусными сетями или выкачивают с помощью рыбонасосов. Улов кильки в Каспийском море составляет до 80% общего улова. В Азовском море вылавливают тюльку в основном кошельковыми и ставными неводами. Тюлька очень быстро расселилась по водохранилищам Днепра, Дона и Волги, она образует здесь мощные самовоспроизводящиеся промысловые популяции. Питается зоопланктоном, уничтожает икру и личинок ценных рыб. Промысел тюльки ведут в водохранилищах Днепровского каскада: Каховском, Днепродзержинском, Кременчугском, Днепровском.

РОД КАСПИЙСКО-ЧЕРНОМОРСКИЕ
СЕЛЬДИ — *Alosa*

Представители этого рода отличаются от близких родов наличием зубов на сошнике и большим ртом. На брюхе есть сильно выраженный киль. У основания хвостового плавника имеются удлиненные крыловидные чешуйки. Проходные и морские рыбы Атлантического океана, Каспийского, Черного и Азовского морей. Икра пелагическая. Имеют большое промысловое значение, добываются сетями. Заготавливают в соленом виде.

Черноспинка, залом, или бешенка, — *Alosa kessleri kessleri* (Grimm). Проходная крупная каспийская сельдь, нерестящаяся в Волге. Жаберных тычинок 57...95, *D* III...IV 13...15, *A* II...VI 16...20 (рис. 61). Народные названия — залом и бешенка были даны в XVII—XIX вв., когда во время массовых заходов в Волгу косяки рыбы, как «бешеные», выбрасывались иногда даже на берега реки. До постройки Волгоградского гидроузла поднималась до Куйбышева. В настоящее время нерестится ниже Волгограда, входит в низовья Урала. Достигает длины 50 см и массы 1,8 кг. Плодовитость — от 135 до 312 тыс. икринок. Нерест проходит при температуре воды 18...20°C в июне — июле. Икра пелагическая, инкубационный период продолжается всего около двух суток.

Самцы созревают в возрасте 3 лет, самки — 4. После нереста большая часть производителей погибает. Второй нерест отмечен у 14...21% рыб. Молодь питается зоопланктоном, а подросток — личинками хирономид. После ската в море уходит на нагул в южный Каспий, где хищничает, питаясь в основном килькой и атериной. Запасы черноспинки из-за гидростроительства снизились.

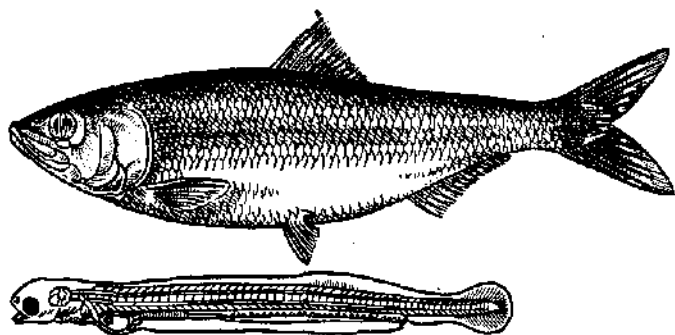


Рис. 61. Сельдь черноспинка и ее личинка

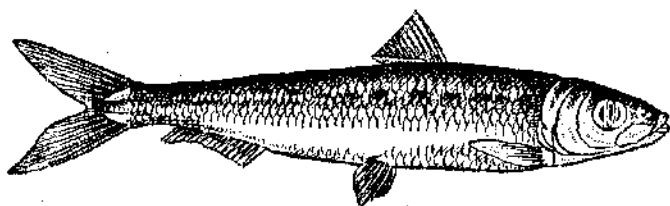


Рис. 62. Тихоокеанская сардина — иваси

К семейству сельдевых относятся также такие широко распространенные роды, как сардина *Sardina* и тихоокеанская сардина *Sardinops*, или иваси (рис. 62).

Семейство анчоусовые — Engraulidae

Семейство объединяет некрупных стайных рыб, обитающих в океанах и морях тропической и умеренной зоны.

Европейский анчоус, или хамса, — *Engraulis encrasicolus* (L.). Распространен в водах СССР. Для хамсы характерен большой рот. Верхнечелюстная кость удлинена, далеко заходит за глаз. Брюшко в отличие от килек округлено, кия нет. Боковой линии нет. Длина тела обычно около 9 см.

Ареал анчоуса простирается вдоль побережья Европы от Северного до Средиземного и Черного с Азовским морей. Хамса достигает 16 см длины, азовская — 11 см, ведет стайный образ жизни, образуя значительные скопления. Зимует в Черном море на глубине 20...50 м. Весной азовская хамса из Черного моря мигрирует в Азовское через Керченский пролив. В Азовском море интенсивно питается планктонными ракообразными, малощетинковыми червями и коловратками. В Черном море поедает мизид и личинок моллюсков. Осенью питание прекращается и начинается зимовальная миграция жирной хамсы (23...28% жира) из Азовского моря в Черное.

Основную массу хамсы вылавливают ставными неводами в районе Керченского пролива во время передвижений косяков на зимовку. Уловы достигают в отдельные годы 120 тыс. т, обычно 40 тыс. т.

Нерест порционный проходит в Азовском море с конца мая до середины августа. Плодовитость в среднем 13 тыс. икринок. Икринки пелагические длиной 1,1...1,3 мм. При 15°C эмбрион развивается 65 ч, при 25°C — 29 ч. Половая зрелость наступает на 1...2-м году жизни, живет хамса не более 3...4 лет.

Черноморская хамса пределов моря не покидает. Среди всех рыб земного шара наибольшей численности достигает перуан-

ский анчоус, обитающий у берегов Перу и Северного Чили и питающийся не зоопланктоном, а микроскопическими водорослями. Анчоусами питается на Перуанском побережье около 18 млн птиц — бакланов, пеликанов, чаек и др. Птичий помет — гуано широко используется как удобрение, его добыча в районе «птичьих базаров» достигает 130 тыс. т.

Перуанский анчоус, вылавливаемый в Перу в количестве 7...8 млн т, почти полностью перерабатывается на рыбную муку. В настоящее время запасы анчоуса снизились, что объясняется изменением мощности Перуанского течения. В 1986 г. было выловлено 3,48 млн т.

ОТРЯД ЛОСОСЕОБРАЗНЫЕ — Salmoniformes

Близкий к сельдеобразным отряд, имеющий в строении ряд примитивных черт. У многих лососеобразных скелет не полностью окостеневает, черепная коробка в значительной мере состоит из хряща. Плавательный пузырь обычно имеется и соединен каналом с пищеводом. Есть боковая линия. У многих представителей отряда есть жировой плавник. К отряду относятся семейства лососевых, хариусовых, корюшковых.

Семейство лососевые — Salmonidae

Распространены в Северном полушарии земного шара. Размножаются в реках, впадающих в Ледовитый и северные части Тихого и Атлантического океанов. Имеют большое промысловое значение. В последние десятилетия некоторые лососи акклиматизированы в Южном полушарии. В 1987 г. их мировая добыча составила 1033 тыс. т.

Семейство включает два подсемейства: лососей (Salmoninae), отличающихся мелкой чешуей (более 120 в боковой линии), и сигов (Coregoninae), обладающих крупной серебристой чешуей (обычно менее 120 чешуй в боковой линии).

Лососевые имеют кроме спинного небольшой жировой плавник, расположенный близко к хвосту. Тело стройное веретеновидное, на голове чешуй нет, жаберные перепонки не приросшие к межжаберной перегородке.

Подсемейство лососей включает роды: тихоокеанские лососи (Oncorhynchus) — анальный плавник длинный, имеет 10...16 лучей и благородные лососи (Salmo) — анальный плавник короткий — 7...9 лучей.

Подсемейство сигов включает род белорыбицы (Stenodus), отличающийся большим ртом, выдающейся вперед нижней челюстью, и род сига (Coregonus), отличающийся маленьким ртом без зубов; верхняя челюсть не заходит или едва заходит за передний край глаза.

Проходные рыбы, размножающиеся в реках Азии и Северной Америки. На юге встречаются до о-ва Тайвань по азиатскому побережью и южнее Сан-Франциско — по американскому.

Все тихоокеанские лососи участвуют в нересте только один раз в жизни, после чего погибают.

В своем первом описании Камчатского п-ва Владимир Атласов сообщал о поразившем его явлении: «А рыба в тех реках в Камчатской земле морская, породой особая... и идет той рыбы из моря по тем рекам гораздо много и назад та рыба в море не возвращается, а помирает в тех реках и в заводах»*.

Икра крупная, донная, слабосклеяная, окрашена в ярко-оранжевый цвет. Откладывает икру в гнезда, вырытые в галечном грунте. Молодь в реке проводит некоторое время, затем скатывается в море. В морской период жизни растут очень быстро. Питаются мелкими пелагическими рыбами, ракообразными, пелагическими моллюсками, кальмарами и даже медузами и гребневиками. В море проводят от 1 до 4 лет. С наступлением половой зрелости возвращаются в те реки, где появились на свет. Есть предположение, что путь к «родной» реке в море они находят, ориентируясь по солнцу, луне и ярким созвездиям, а у берегов — по особенностям химического состава воды реки.

Наибольшее промысловое значение в наших водах имеют кета и горбуша. Нерку, кижуча, чавычу и особенно симу вылавливают в меньшем количестве. В нашей стране вылов тихоокеанских лососей в 1985 г. составил 127 тыс. т.

Кета — *Oncorhynchus keta* (Walb.). *D* III...IV 9...11. *A* III 13...15, жаберных тычинок на первой дуге 19...25. Темных пятен на теле не бывает, лоб узкий.

Распространена по азиатскому и американскому побережьям Тихого океана. Представлена двумя формами — осенней и летней, которые отличаются рядом особенностей. Летняя кета меньше осенней — длина тела 60 см, масса 3 кг, у осенней — длина 75 см, масса 4,5 кг. Летняя кета на нерест идет в основном в трехлетнем возрасте с июля по август, плодовитость ее на 40% меньше, чем у осенней, — 2300 икринок против 3200. Осенняя кета нерестится в основном в конце августа — сентябре.

В стаде летней кеты до 20% составляют четырехлетние особи. В амурской популяции основа — четырехлетки, встречаются и пятилетки. Нерестилища летней кеты располагаются в нижних участках рек. В коротких реках Камчатки кета представле-

* Цит. по кн.: Жизнь животных/Под ред. Т. С.асса. — М., 1971. — Т. 4. — С. 161.

на в основном летней формой. По Амуру осенняя кета поднимается на 2000 км и более, летняя кета — всего на 600 км.

В бассейне Амура осенняя кета откладывает икру в гнезда, вырытые в местах выхода грунтовых вод. Диаметр икринок 7...8 мм. Летняя кета размножается в руслах рек.

По мере подъема производителей по реке происходит изменение внешнего вида лососей: окраска тел из серебристой превращается в темную; на боках появляется 6...7 поперечных темно-лиловых полос; брюхо, голова и спина становятся почти черными; чешуя частично резорбируется и погружается в кожу; челюсти удлиняются и у самцов изгибаются; на челюстях, небе, языке вырастают крупные зубы. Такой брачный наряд наиболее выражен у самцов.

Во время нерестовой миграции производители не питаются, сильно худеют, теряют 5...8% жира. Синтез белка прекращается. Содержание его в мышцах амурской кеты в начале нерестовой миграции составляет 21%, во время нереста — 18, после нереста — 13,5%, после чего наступает гибель рыб. После нереста у кеты остается всего 21...23% первоначального количества энергии. Происходят необратимые изменения внутренних органов, в частности кишечника, печень перестает вырабатывать желчь.

Строительство гнезд самками продолжается от нескольких часов до двух дней: движениями тела самка выкапывает ямку длиной до 2,5 м и глубиной 30...40 см. Выметываемая в гнездо икра осеменяется молоками самца, после чего самка зарывает гнездо и в течение 9...14 сут охраняет его от других самок, после чего погибает от истощения.

Самцы участвуют в нересте с несколькими самками, затем погибают.

Поскольку площади нерестилищ ограничены, в годы с массовым подходом производителей имеет место перекапывание гнезд с отложенной икрой самками, пришедшими позднее, при этом часть икры погибает. Инкубация икры при температуре, снижающейся с 10 до 0 °С, продолжается от 103 до 120 сут. В суровые морозные зимы значительная часть икры гибнет из-за промерзания рек и недостатка кислорода.

Выклев эмбрионов из икры к весне колеблется от 9 до 94%. Потери икры в реках Камчатки в среднем составляют 68%, на Сахалине — 75%.

Предличинки выклеваются с огромным желточным мешком, за счет которого питаются 60...90 дней, скрываясь в гнезде. После рассасывания желточного мешка личинки выходят из гнезда и начинают питаться личинками хирономид, воздушными насекомыми, а также трупами погибших осенью родителей.

Молодь имеет пятнистую окраску. Скатывается в море через 20 сут после выхода из гнезда, имея размеры 29...48 мм.

Вылов кеты в СССР в 1987 г. составил 21,6 тыс. т.

Горбуша — *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb). D III. IV 10...11, A III 13...16, жаберных тычинок 27...32. Выше боковой линии на теле есть темные пятна, заходящие на спинной и хвостовой плавники. Это самый маленький, но самый многочисленный из дальневосточных проходных лососей, длина 44...49 см. Половой зрелости достигает на 2-м году жизни. Самцы крупнее самок. Плодовитость — около 1500 икринок (от 1000 до 3200), икра крупная (5,2...6,4 мм), масса 140...170 мг.

Из моря в реки входит в различные сроки в зависимости от района. В реку Большую на Камчатке идет с начала июня до начала октября, нерест проходит с середины августа до конца октября. В реки Сахалина входит с июля до конца августа, нерестится с конца июля до конца октября. Заход горбуши в реки Курильских островов продолжается 3,5 мес.

В Амуре протяженность нерестовой миграции составляет до 700 км, в реках Камчатки — 300 км, однако в небольших речках горбуша нерестится даже в приливно-отливной зоне, недалеко от устья. У самцов горбуши в реке образуется большой горб, тело темнеет, покрывается пятнами, челюсти изгибаются в виде крючков (рис.63). В реке не питается, быстро расходует запасы жира, его накопление идет в морской период жизни.

В отличие от кеты нерестится на строгие реки в местах с быстрым течением (0,5...1,4 м/с) на глубине от 20 до 150 см при температуре воды 9...14 °С.

Самки выметывают икру 2...3 порциями в гнезда, вырытые в каменисто-песчаном грунте. Длина нерестовых бугров составляет 107...250 см, ширина — 60...150 см. Продолжительность ~~инкубации~~ 110...130 сут.

У горбуши очень рано появляются половые клетки, причем гонады сначала формируются у всех особей как яичники, а затем у части молодых через 30...123 сут после выклева происходит передифференцировка пола и формирование семенников.

Молодь из гнезда выходит, имея длину 28...32 мм, и немедленно начинает скат в море. На Сахалине скат молодежи продолжается с конца апреля до середины июля, средняя масса покатников 200...250 мг. Молодь при скате из небольших рек не питается, в Амуре 30...70% покатников питаются личинками хирономид и планктоном.

После нереста производители погибают. Отложенная в гнезда икра часто гибнет из-за перекапывания их позднее подошедшими рыбами, а также в массе уничтожается хищниками, например гольцами. В суровые зимы часть гнезд промерзает. В речной период жизни может погибать до 98% особей на раз-

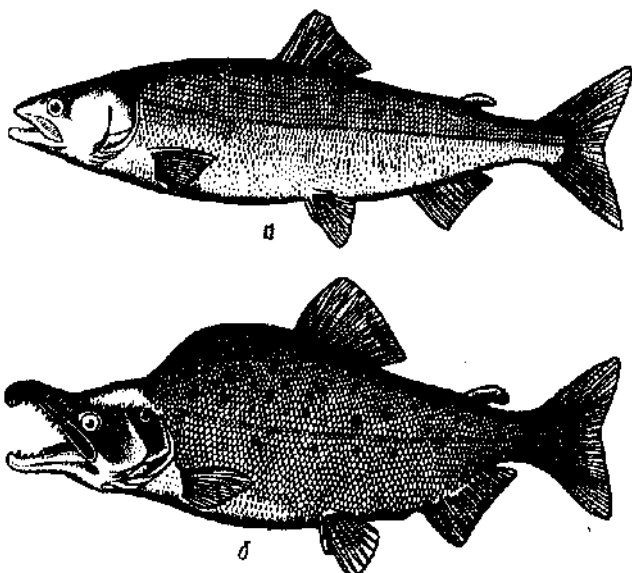


Рис. 63. Горбуша:

а — серебрянка; б — самец в брачном наряде

личных этапах развития. Обычно выживает до 9% мальков. От покатных мальков в реки в среднем возвращается 5% производителей. Таким образом, одна пара производителей при средней плодовитости самки 1500 икринок обеспечивает возврат через два года от 2 до 6 особей (воздействие промысла не учитывается). Необходимость искусственного воспроизводства стада горбуши очевидна, особенно если учесть, что выход покатной молоди на рыбоводных заводах составляет 80...90% от заложенной икры.

Горбуша является важным объектом акклиматизации в Баренцевом, Белом морях и в меньших объемах — в Балтийском и Каспийском. С 1956 по 1971 г. с Дальнего Востока на рыбоводные заводы Кольского полуострова было завезено 241 млн оплодотворенных икринок горбуши. Отмечен естественный нерест горбуши в реках Европейского Севера у берегов СССР, Норвегии и Исландии. Только в 1973 г. в реках Белого и Баренцева морей был возврат 212 тыс. половозрелых особей. Хорошие условия нашла горбуша для нагула в Каспийском море. Вылов горбуши в СССР в 1987 г. составил 97,3 тыс. т.

В СССР, Японии, Норвегии, США и других странах горбуша используется как объект аквакультуры, она быстро растет в садках на морской воде, достигая массы 0,5...1,5 кг.

Кижуч — *Oncorhynchus kisutch* (Walb.). A IV... V 12... 24, жаберных лучей 13... 14, в боковой линии 120... 140 чешуй, лоб широкий, пилорических придатков 45... 81, хвостовой стебель широкий и короткий. Распространен по азиатскому и американскому побережьям Тихого океана. На нерест из моря поднимается позже других лососей, нерестится с сентября до середины декабря. В некоторых притоках р. Камчатки размножается до января и даже марта. Средняя длина около 60 см, средняя масса 3... 3,5 кг. Нерестится не только в реках, но и в проточных озерах. После нереста производители погибают. Молодь в реках проводит от 1 до 3 лет, в море нагуливается 2... 3 года. Растет быстро. Плодовитость — 4300 икринок. Во время подъема по рекам рыба темнеет, серебристая окраска исчезает, начинает проявляться красноватый тон. Верхняя челюсть крохотобразно изгибается книзу. У самок цвет тела темно-оливковый с красноватым оттенком.

Площадь нерестовых бугров 2,8 м². Икра устойчива к понижению содержания кислорода до 6 мг/л (46% насыщения) и даже 2,7 мг/л (19,1% насыщения). Очень устойчива к неблагоприятным воздействиям и молодь.

Кижуч является объектом интенсивной аквакультуры в СССР, Японии, США, Франции и других странах, так как хорошо растет в пресной и особенно в морской воде.

РОД БЛАГОРОДНЫЕ ЛОСОСИ — *Salmo*

Распространены в Северном полушарии. Проходные и жилые пресноводные рыбы. Чешуя мелкая. В боковой линии более 100 чешуй. В анальном плавнике 7—10 ветвистых лучей. Сошник удлинненный. Рот большой: верхнечелюстная кость доходит до заднего края глаза. После первого нереста не погибают.

В бассейне Атлантического океана представлены семгой, кумжей и ее подвидами, озерной и ручьевой форелью, а также эндемичными севанскими форелями.

Одна из севанских форелей — гегаркунь была в 1935—1936 гг. акклиматизирована на солоноватоводном озере Иссык-Куль (Киргизская ССР), где стала достигать 89 см длины и массы 10 кг, тогда как исходная форма в Севане не превышала 60 см длины и массы 4 кг.

В бассейне Тихого океана род *Salmo* также представлен проходными и жилыми формами, относящимися к особой группе, куда входят, в частности, стальноголовый лосось, радужная форель и камчатская микижа.

Семга, или благородный лосось, — *Salmo salar* L. Обитает в северной части Атлантического океана. D III... V 9... 12, A III... IV 7... 9. Тело блестящее веретеновидное, выше боко-

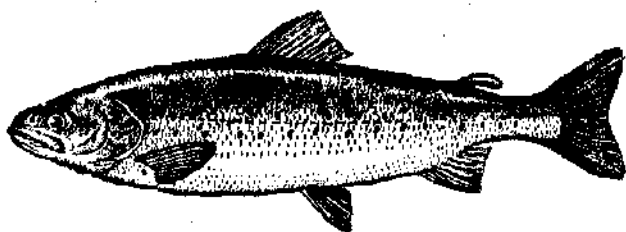


Рис. 64. Лосось, или семга.

вой линии расположены х-образные пятна, заходящие в передней части тела несколько ниже боковой линии (рис. 64). В наших водах заходит в реки Мурманского побережья, Печору, реки Балтийского моря (балтийский лосось). Это крупная проходная рыба длиной до 1,5 м, массой до 38 кг (обычно 5...15 кг). Нагуливается в море, питаясь стайными рыбами — сельдью, песчанкой. Размножается в реках. Во время миграций скорость хода в море достигает 50 км/сут. Уловы семги составляют всего 600 т.

Имеются две расы — яровая и озимая, входящие в реки с половыми продуктами, находящимися на разных стадиях развития. Летняя (яровая) форма имеет небольшие размеры, входит в реки в июне — июле, имея развитые половые продукты, и нерестится той же осенью. Озимая, более крупная, идет в реки с августа до ледостава, половые продукты у нее развиты слабо. В реке озимая семга проводит целый год и только на следующую осень приходит на нерестилища.

До 50% самцов вообще не выходит в море и достигает половой зрелости, имея длину 10 см (карликовые самцы). Нерестится в верховьях рек в сентябре — октябре в местах с быстрым течением и песчано-галечным грунтом. Плодовитость 8...10 тыс. икринок. Самка вырывает движениями тела гнездо длиной до 2...3 м, сначала делает пробные ямки. В нересте вместе с обычными самцами участвуют карликовые самцы, имеющие полноценную сперму.

Икра крупная диаметром 6...7 мм. Продолжительность инкубационного периода около 180 сут. После рассасывания желточного мешка молодь выходит из гнезда и переходит к активному питанию ручейниками и насекомыми, упавшими в воду.

Молодь в реке имеет пеструю окраску с темными поперечными округлыми полосами на боках и множеством коричневых и красных круглых пятнышек. За такую окраску молодь назвали «пестряткой» (рис. 65). В реке молодь проводит от 1 до 5 лет и, достигнув размеров 9...18 см, скатывается в море. При подготовке организма к переходу в соленую воду у лососей про-

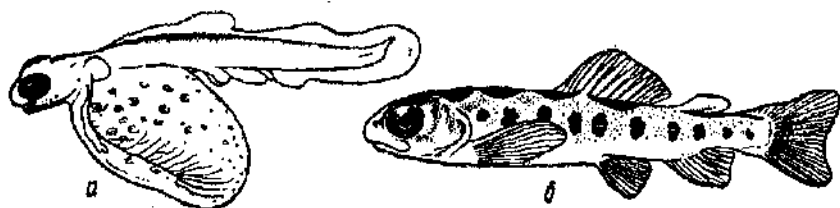


Рис. 85. Личинка (а) и малек (пестрятка) (б) лосося

исходит смолтификация (от англ. smolt), т. е. переход в стадию покатника: полосы и пятна на теле исчезают, чешуя становится серебристой, происходят глубокие физиологические изменения.

В море растет очень быстро: если за 3 года жизни в реке молодь достигает 9...12 см, то за один год жизни в море прирост составляет 23...24 см. В море лосось проводит от одного до нескольких лет.

В ряде озер (Ладожском, Онежском) имеется озерная форма лосося — *Salmo morpha sebago*, никогда не выходящая в море. Нерестится в реках, впадающих в озеро. Обычно озерные формы мельче проходных.

Запасы атлантического лосося сильно подорваны промыслом, загрязнением нерестовых рек и гидростроительством. Уловы в наших водах составляют всего 0,6 тыс. т. Принимаются меры по воспроизводству запасов путем искусственного разведения. Лосось является прекрасным объектом аквакультуры. За два года выращивания в плавучих садках, устанавливаемых в морских заливах, при интенсивном кормлении его масса достигает 5...6 кг.

Объемы товарного выращивания атлантического лосося в морских садках быстро увеличиваются, особенно в Норвегии и Шотландии. Если в 1983 г. в мире было выращено 19,9 тыс. т семги, то в 1986 г. — уже 60 тыс. т.

Кумжа, или лосось-таймень, — *Salmo trutta* L. Обитает вдоль побережья Европы от Белого до Черного моря. В Черном и Каспийском морях представлена подвидами. Кумжа в большей степени, чем лосось, привязана к пресной воде, ее молодь проводит в реках от 3 до 7 лет, а взрослая не уходит далеко в море, придерживаясь опресненных прибрежных участков. Это средних размеров рыба, похожая на лосося, но отличающаяся от него рядом признаков: хвостовой стебель выше; черные пятна расположены не только выше, но и ниже боковой линии; жаберных тычинок меньше; отличается и окраска молоди; число хромосом у кумжи 80, а у лосося — 60.

Длина кумжи 30...60 см, иногда до 1 м, масса до 20 кг, обычно 1...5 кг.

Нерестится осенью (октябрь — ноябрь), откладывая икру в гнезда, устроенные в песчано-галечном грунте. Промысловое значение невелико.

Кумжа является исходной формой пресноводных ручьевых (речных) форелей (*S. trutta morpha fario* L.), обитающих в верховьях рек. Речные формы встречаются только там, где была распространена или обитает в настоящее время кумжа. Форель не покидает пресных вод. По размерам она значительно меньше кумжи.

Черноморская кумжа (*Salmo trutta labrax* Pall.) и каспийский лосось (*Salmo trutta caspius* Kessl.) являются подвидами кумжи. Каспийский лосось имеет небольшое промысловое значение, размножается в верховьях Куры, Самуре, Тереке. Самый крупный из лососей, достигающий массы 50 кг, обычно 13...15 кг. Черноморская кумжа промыслового значения не имеет. Размножается в реках Кавказского побережья Кодори, Бзыби, Черной. Оба подвида разводят на рыбоводных заводах.

Г. П. Барач обнаружил очень интересное биологическое явление, свойственное черноморской кумже, — единство проходных (лососевых) и пресноводных жилых (форелевых) стад: из икры, отложенной в реках, выходит молодь (пестрятки), которая на втором году жизни делится на две группы (самки серебрятся и 90% их уходят в море, самцы в основном остаются в реке, сохраняя облик ручьевой форели). Проходная кумжа, идущая на нерест, представлена большей частью крупными самками, а выметываемая ими икра оплодотворяется самцами форели. Инстинкт ската, присущий в основном самкам, рассматривается как способ расширения кормового ареала и накопления большого энергетического запаса для формирования икры, для этого питания в малокормных горных реках недостаточно. Формирование половых продуктов самцов требует меньших энергетических затрат и вполне обеспечивается кормовой базой рек.

О близости ручьевой форели и кумжи говорит и тот факт, что ручьевая форель, акклиматизированная в Новой Зеландии, скатилась из рек в море и превратилась в проходную кумжу.

Форель — *Salmo trutta m. fario* L. (ручьевая) и *S. t. m. lacustris* L. (озерная). Оба вида являются пресноводными формами кумжи. Озерная форель нагуливается в крупных олиготрофных озерах (Ладожское, Онежское), на нерест входит в реки, откладывая крупную икру (до 5 мм) в нерестовые бугры-гнезда. В крупных озерах достигает длины кумжи и массы 8...10 кг. Молодь озерных форелей — пестрятки — обитает в реках, затем скатывается в озера, однако некоторая часть достигает половой зрелости в реках и превращается в ручьевую форель.

Ручьевая форель достигает длины 25...35 см и массы 200...300 г, редко 1 кг. Это небольшая рыбка, с пестрой окраской, за

что ее часто называют пеструшкой: спинка темная, брюшко желтовато-белое, на боках и плавниках черные, оранжевые и красные пятна, окруженные светлым ободком. Питается личинками насекомых, бокоплавами, мелкой рыбой. Распространена везде, где обитает кумжа: реки и ручьи Европы, Малой и Средней Азии, Северной Африки. В результате акклиматизации распространилась по всему земному шару.

Ручьевая форель не имеет промышленного значения, но является прекрасным объектом спортивного рыболовства и прудового рыбоводства. Нерестится осенью, плодовитость 2...4 тыс. икринок. Инкубационный период длится 180 сут.

Стальноголовый лосось — *Salmo gairdneri* Rich. D 10...13, A 8...12 жаберных тычинок 16...22, число чешуй в боковой линии от 115 до 180. Число хромосом $2n = 58...64$.

Размножается в реках Тихоокеанского побережья Северной Америки от Калифорнии до Аляски в конце зимы или весной, зарывая икру в гравий. Нерестится несколько раз в жизни. Размеры проходных самок около 60 см, плодовитость — от 4,8 до 6,8 тыс. икринок. Продолжительность жизни 7...8 лет, из них 2...3 года молодь находится в пресной воде; в море проводит от нескольких месяцев до четырех лет (обычно 2...3 года) — до первого нереста.

Спина и бока окрашены в голубые и зеленоватые тона с металлическим отливом. На боках, спине и плавниках черные пятна. По бокам тела красная полоса, особенно заметная у самцов в период размножения.

Легко образует жилые пресноводные формы в реках и озерах. Акклиматизирован в СССР. Созданы маточные стада. Является перспективным объектом интенсивной аквакультуры.

Радужная форель — *Salmo gairdneri* (Rich.). Пресноводная форма стальноголового лосося, ранее описанная как самостоятельный вид.

За последние десятилетия латинское название этой рыбы претерпело изменения. Ее называли *S. gairdneri irideus*, *S. irideus* (Cibb.) и др. В последнее время советские и американские ихтиологи пришли к выводу о необходимости пересмотра статуса радужной форели и стальноголового лосося, предложив, в соответствии с правом приоритета, присвоить им название *Salmo mykiss* Walbaum.

Основной объект разведения в форелевых пресноводных и морских хозяйствах. Товарное выращивание стремительно увеличивается. Так, если в 1981 г. в мире было выращено 40,7 тыс. т, то уже в 1987 г. вырастили 150 тыс. т.

Ареал совпадает с таковым у стальноголового лосося. D IV 9...10, A III 10. У молоди хвостовой плавник выемчатый, у взрослых рыб выемка исчезает. В боковой линии 135...150 че-

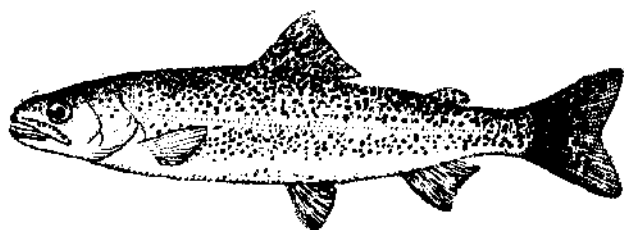


Рис. 66. Радужная форель

лущ. Окраска серебристая, на теле и плавниках много мелких черных пятен. У молоди имеются большие поперечные пятни округлой формы более светлых тонов, чем мелкие пятна. В нерестовый период самцы темнее самок, особенно брюшко, вдоль боковой линии проходит яркая, заходящая на жаберные крышки, красная полоса радужных оттенков, за что форель и получила название радужной. У самок полоса светлее, они отличаются от самцов большими размерами, округлой головой и более «мягкими» формами тела (рис. 66). У самцов нижняя челюсть слегка изгибается вверх в виде небольшого крюка. Самцы созревают в 2...3-летнем возрасте, самки — в 3...4-летнем. Продолжительность жизни 10...11 лет.

Плодовитость зависит от размеров самки и составляет 2 тыс. икринок на 1 кг массы тела, обычно 2,5...3 тыс. шт. Икра крупная диаметром 4...5 мм, желтой и оранжево-желтой окраски. Нерестится в южных районах СССР (Закавказье) с декабря — января по март, в центральных и северных районах — с марта до начала мая при температуре воды 6...8°C. Растет быстро: сеголетки в прудовых хозяйствах достигают массы 10...20 г, двухлетки — 150...200, трехлетки — 300...900 г. В 5...6-летнем возрасте достигают массы 2...3 кг и длины 50...65 см. В естественных водоемах растет быстрее, известны случаи рекордного роста. Так, будучи акклиматизированной в высокогорном озере Титикака (граница между Перу и Боливией), достигла максимальной длины 122 см и массы 22,7 кг. В садках и морской воде за 2 года достигает массы 2...3 кг.

Акклиматизирована во многих странах.

В СССР самовоспроизводящиеся популяции радужной форели есть в реках Крыма, Закарпатья и в горных водоемах на юго-востоке Казахстана (бассейн реки Или). Нерест в реках Чилик, Кульсай и озере Нижний Кульсай проходит с первой половины марта до середины мая при температуре 4...5°C. Гнезда длиной 40...130 см и шириной 40...70 см самка уст-

равняет на гравийном грунте в местах со скоростью течения 0,4...1 м/с. Развитие икры при температуре воды 7...9°C продолжается 38...40 сут. Плодовитость колеблется в зависимости от размеров самок от 3 до 5,7 тыс. шт. Максимальная плодовитость составляет 11,1 тыс. шт. Питается личинками поденок, ручейников, в озерах гаммаридами, личинками хирономид, рыбой и моллюсками.

В озере Нижний Кульсай средняя масса двухлеток 367 г, трехлеток — 955, четырехлеток — 2533 г. Четырехлетки достигают максимальной массы 5,1 кг, а пятилетки — 7 кг.

Благодаря высоким вкусовым качествам и простоте разведения радужная форель является одним из основных объектов аквакультуры, ее производство в рыбных хозяйствах мира составляло в 1987 г. около 150 тыс. т и имеет тенденцию к дальнейшему росту.

РОД БЕЛОРЫБИЦЫ — *Stenodus*

К роду принадлежат белорыбца и нельма, одни из наиболее ценных рыб Северного полушария. В названии «белорыбца» отражено отсутствие пятен на белом серебристом теле. Верхняя челюсть за глаз не заходит, нижняя челюсть несколько выдвигается вперед. Рот большой конечный (рис. 67).

Белорыбца — *Stenodus leucichthys leucichthys* (Güld). Д II...IV 9...13, А II...IV 9...15, обычно II...III 12...13. Жаберных тычинок на первой дуге 21...25, пилорических придатков 191...193, позвонков 65...68. Рот большой, чешуя крупная. В боковой линии менее 120 чешуй.

Белорыбца распространена в бассейне Каспийского моря и до постройки на Волге гидроузлов поднималась для размножения до Ульяновска, в Каму и Оку на расстояние 3000 км от устья Волги. Основные нерестилища находились в притоках Камы (реки Уфа, Сылва и др.). Нерест проходил при температуре 2...4°C со второй половины октября до ледостава на пе-

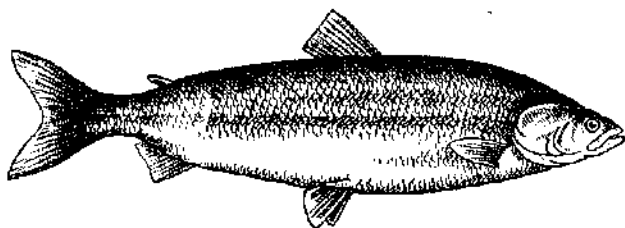


Рис. 67. Белорыбца

рекатах с каменистым и галечным грунтом, где скорость течения 0,1...0,3 м/с. Оплодотворенные икринки развивались среди гальки в течение 200 сут при температуре воды 1...0,1 °С. Выклюнувшиеся в апреле — мае личинки сразу начинали скат вниз по течению и достигали низовьев Волги в конце июня. Вскоре после нереста начинали скатываться в море и производители.

После постройки ряда гидроузлов на Волге и Каме существование белорыбцы как вида оказалось на грани исчезновения. Разработка советскими учеными-рыбоводами биотехники искусственного разведения белорыбцы в низовьях Волги позволила постепенно увеличить численность этой ценной рыбы. Отмечен нерест ниже плотины Волгоградской ГЭС.

Белорыбца ценится исключительно высоко за вкусное, нежное мясо, жирность которого достигает 26%. Особенно вкусны из белорыбцы балыки. После нереста жирность составляет всего 1,5...2,5%.

Нагуливается зимой в Северном и Среднем Каспии. Взрослые рыбы питаются молодью воблы, бычками, судаком, а молодь — зоопланктоном.

Половой зрелости самки достигают на 6...7-м, самцы — на 5...6-м году жизни. Промысловые размеры 85...89 см, масса самок 8...9 кг, самцов — 6 кг. Плодовитость колеблется от 115 до 406 тыс. икринок.

Нельма — *Stenodus leucichthys nelma* (Pall). Крупная рыба, достигающая 130 см длины и массы 30 кг. Обитает в реках и озерах бассейна Ледовитого океана (от Пооя и Онеги далее на восток до Маккензи), озерах Зайсан, Кубенское, Д III...V 0...13, А III...IV 12...15, боковая линия — 88...118, жаберных тычинок 19...23, пилорических придатков 175...215. Пресоводная рыба, иногда заходит в солоноватые воды в период агула. Размножается в верховьях рек (Обь, Лена, Енисей, Пелора, Колыма) в конце сентября — октября, нерестится при температуре воды 7,8...2,5 °С перед ледоставом. В реке Хатанга нерестится при температуре, близкой к 0 °С. Плодовитость — 34...422 тыс. икринок. Диаметр икры 2,3...2,8 мм, она донная пабоблелкая. Инкубационный период длится 6 мес.

Половой зрелости в Енисее достигает на 8...10-м, в Оби — на 13...14-м году жизни. Средняя промысловая масса 3...4 кг.

В Новосибирском водохранилище и расположенном выше него речном участке реки Оби происходит образование локального туводного стада нельмы, производители которого созревают на 5...6-м году жизни, продолжительность жизни 7...8 лет. Возможно использование нельмы в прудовом и озерном рыбоводстве в качестве добавочной рыбы — хищника. Годовики нельмы достигают массы 340 г, двухлетки — 790, трехлетки — 1400 г.

Самый многочисленный род семейства лососевых. Отличаются сжатым с боков телом, маленьким ртом. Среди них имеются виды с верхним, конечным и нижним ртом. Иногда сиговых рыб за внешнее сходство с сельдью называют «переславская сельдь», «обская сельдь», но принадлежность их к лососевым рыбам можно определить по наличию жирового плавника и ряду других признаков. Чешуя у сегов крупная, серебристая, без пятен, спина темная (рис. 68). Брачный наряд выражен слабо: у самцов в период нереста на голове и боках появляется сыпь — мелкие бугорчатые выросты, тело становится шершавым на ощупь.

Среди сегов есть проходные, полупроходные и жилые виды. По питанию различают планктофагов (ряпушка, пелядь), бентофагов (чудской сиг, чир, муксун) и частичных хищников (взрослый омуль).

Вылов сегов в СССР в 1985 г. составил 21,5 тыс. т.

Ряпушка — *Coregonus albula* (L.). Распространена от Англии до бассейнов Балтийского и Каспийского морей. Рот верхний или конечный: верхняя челюсть короче нижней, верхнечелюстная кость заходит за вертикаль переднего края глаза. D III...IV 7, A III...IV 9...13, позвонков 55...60, в боковой линии 70...91 чешуя, длина головы более 20% длины тела. Обитает в Ладожском, Онежском, Переславском и других олиготрофных и мезотрофных озерах. В Финском заливе имеется полупроходная форма.

В Ладожском и Онежском озерах различают две формы: медленно растущую — ряпушку и быстро растущую — рипуса и кильца.

Ряпушка достигает половой зрелости в двухлетнем возрасте, длина тела обычно достигает 20...26 см, масса 25...50 г. Рипус созревает в возрасте 3...4 лет, достигая массы 200...400 г, максимум 1 кг. Стайная рыба, держится в пелагиали озера, питается мелкими рачками (дафнии, босмины и др.). Зимой продолжает питаться, хотя и с меньшей интенсивностью, чем летом. Крупный рипус при недостатке зоопланктона питается мелкой рыбой — снетком.

Нерестятся ряпушка и рипус поздней осенью или в начале зимы в период ледостава на твердом каменисто-песчаном грунте. В Переславском озере нерест проходит с конца ноября до середины декабря при температуре несколько выше 0°C. Плодовитость около 3...5 тыс. икринок. Выклев личинок из икры проходит весной в марте — апреле. После рассасывания желточного мешка личинки питаются мелкими планктонными формами.

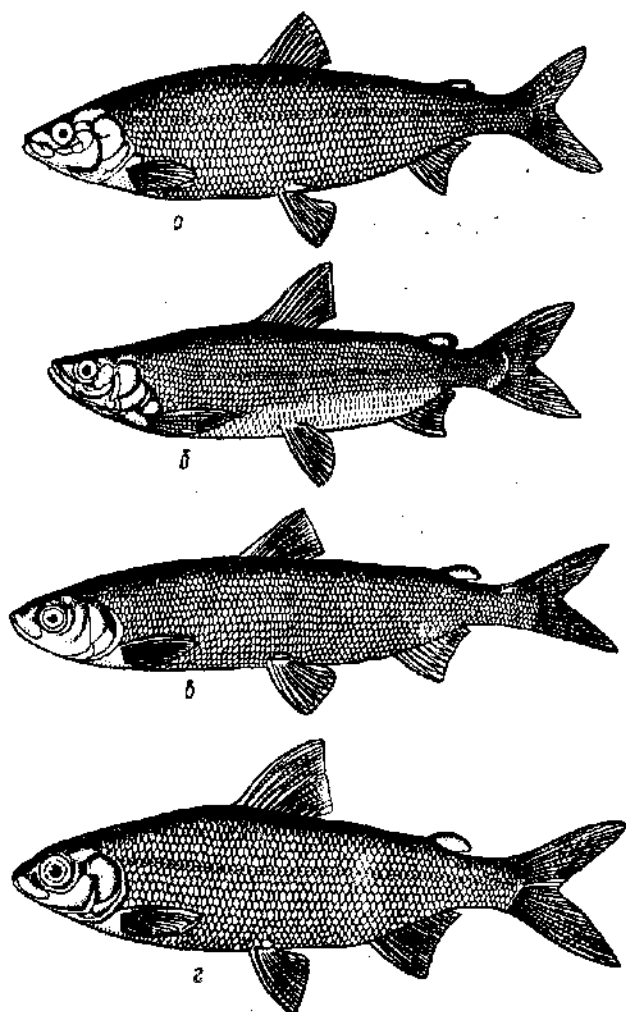


Рис. 68. Сиги:

а — рипус; б — килец; в — переславская ряпушка; г — белозерская ряпушка

Ряпушка требовательна к качеству воды: держится в слоях, имеющих летом температуру не выше 20°C , оптимальная температура для питания $12 \dots 14^{\circ}\text{C}$. Нормальное содержание кислорода в воде не ниже $6 \dots 7$ мг/л.

Рипус акклиматизирован в некоторых уральских озерах (Увильды, Таватуй, Сартлан), где растет в $2 \dots 3$ раза быстрее,

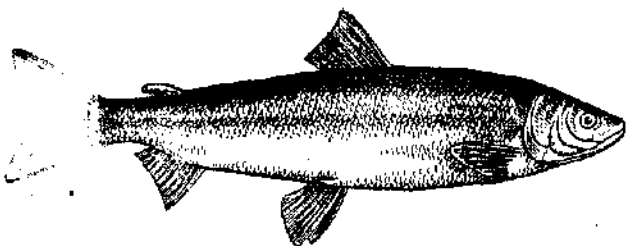


Рис. 69. Омуль

чем в Ладожском озере; четырехлетки достигают массы 480... 500 г против 140 г в маточном водоеме. Плодовитость уральского рипуса — 7... 48 тыс. икринок. Наиболее интенсивно питается осенью и зимой.

Ценную переславскую ряпушку в старину поставляли в Москву к царскому столу. В 1675 г. царем Алексеем Михайловичем был издан специальный указ переславскому воеводе об охране ее запасов: «А буде твоим недосмотром рыбные ловцы учнут сельди (ряпушку) ловить частыми неводами, а нам, великому государю, учинится про то ведомо или в присылке на наш обиход и на торгу объявятся мелкие сельди и тебе за то от нас великого государя быть в опале, а старосте и рыбным ловцам в смертной казни»*.

В бассейне Ледовитого океана обитает речная сибирская ряпушка (*Coregonus sardinella* Val.), достигающая 40 см длины и массы 500 г.

Омуль — *Coregonus autumnalis* (Pall). Обитает в бассейне Ледовитого океана от Печоры до Аляски и Северной Канады. Глаза маленькие. Рот конечный, жаберных тычинок 35...51. D III...IV 10...12, A III...IV 9...12.

В Байкале обитает подвид *Coregonus autumnalis migratorius* (Georgi), отличающийся большим количеством жаберных тычинок (47...51), большими глазами. Байкальский омуль поднимается из озера для икрометания в реки Селенгу, Чивыркуй, Ангару и др. Длина тела 27...55 см, масса колеблется от 0,75 до 2 кг (рис. 69).

Плодовитость омуля 7,7...41,3 тыс. икринок. Это ценная промысловая рыба таких северных рек, как Енисей, Кара, Печора, Лена.

Байкальский омуль образует в озере четыре стада: селенгинское, чивыркуйское, посольское и северобайкальское. В Бай-

* Цит. по кн.: Жизнь животных/Под ред. Т. С. Расса. — М., 1971. — Т. 4. — С. 184.

кале взрослый омуль питается рачком эпишурой, бокоплавами и молодой рыб. Половой зрелости достигает на 6...7-м году жизни и входит в реки для размножения, имея длину 33...38 см. Плодовитость колеблется от 8 до 56 тыс. икринок. Икру откладывает на каменистые косы рек в местах с довольно сильным течением в октябре — ноябре. Инкубационный период продолжается около 200 сут. Личинки выклевываются в середине апреля и скатываются в дельты рек и мелководные прибрежные участки — соры. Молодь питается зоопланктоном и личинками хищномид.

Запасы байкальского омуля были сильно подорваны в годы Великой Отечественной войны, а также в результате загрязнения нерестовых рек отходами лесосплава. В настоящее время его запасы постепенно восстанавливаются. Улов составляет 2500 т в год.

В целях акклиматизации омуля вселяют в водоемы Ленинградской области, Карельской АССР, Казахстана, Украины, Забайкалья, водохранилища Ангара-Енисейского каскада (Братское, Усть-Илимское и Красноярское), в Онежское озеро, Горьковское водохранилище, а также водоемы Монголии, ЧССР, Японии. В Братском водохранилище создано маточное стадо.

Пелядь — *Coregonus peled* (Gmel.). Это озерно-речной сиг, обитающий от Мезени на западе до Колымы на востоке. Жабрных тычинок 49...68, D III...IV 9...12, A III...IV 13...25, в боковой линии 74...98 чешуй, рот конечный. Верхняя челюсть выдается над нижней. Тело высокое, окраска темная, на голове и спинном плавнике небольшие темные пятнышки (рис. 70). Нагуливается в основном в озерах, соединенных протоками с руслом рек, питается зоопланктоном, а из бентических форм — гаммаридами. Половозрелости достигает на 4...5-м году жизни. На нерест выходит в реку или находит в озерах места выхода ключей. Икру откладывает в ноябре — декабре при тем-

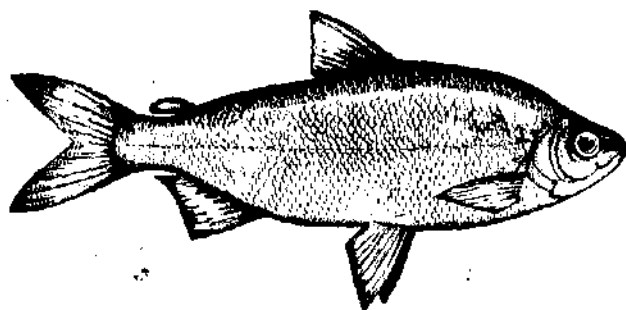


Рис. 70. Пелядь

температуре 1...3°C на песчано-гравийных участках на глубине 1,5...3 м. Икра желтовато-оранжевого цвета, мельче, чем у других сигов: ее диаметр 1,2...1,5 мм. Плодовитость в зависимости от размера самок колеблется от 5 до 85 тыс. икринок.

Пелядь в отличие от других сигов легко переносит снижение содержания кислорода в воде до 30% насыщения, быстро растет и рано достигает половой зрелости. Ее мясо очень вкусное, жирность достигает 12%. Все это характеризует пелядь как важный перспективный объект акклиматизации и выращивания в прудах и озерах. По рекомендации известного ихтиолога П. А. Дрягина научный сотрудник ГосНИОРХа Г. А. Головкин провел акклиматизацию озерной пеляди в водоемах Ленинградской области (1953—1955), а затем ее вселили в пруды и озера Карелии, Прибалтийских республик, Казахстана и Средней Азии. Крупное стадо производителей пеляди создано в оз. Сон Куль Киргизской ССР, а собранную икру перевозят на рыболовные предприятия Казахстана, Грузии, РСФСР.

В настоящее время уловы акклиматизированной пеляди в СССР достигли 30 тыс. ц.

Темп роста пеляди в высококормных озерах значительно выше, чем в маточных реках. Если в низовьях Оби годовики имеют массу 26 г, двухлетки — 55, трехлетки — 150...300 г, то в высококормных озерах Тюменской области сеголетки достигают массы 80...100 г и даже 200 г, двухлетки — 450...500, трехлетки — 700...1000 г. Половое созревание в высококормных озерах наблюдается в этом случае в двухлетнем возрасте у самцов и в трехлетнем — у самок. Есть примеры и более высокого темпа роста. Так, в озерах Песчаное и Чаны Новосибирской области сеголетки пеляди достигают массы 490...520 г, а двухлетки — более 1 кг.

Рыбопродуктивность озер, куда вселяют пелядь, повышается с 8 до 160 кг/га.

Пелядь — один из основных объектов рыболовства в управляемых озерных хозяйствах. Можно увеличить уловы пеляди за счет разведения в прудовых и озерных хозяйствах.

Чир — *Coregonus nasus* (Pall.). D III...IV 9...11, A III...IV 10...13, чешуй в боковой линии 85...106, жаберных тычинок 19...25. Относится к группе сигов бентофагов с нижним ртом. Распространен от Печоры до Ангары, есть в оз. Таймыр и тундровых озерах. Самый крупный из сигов, достигающий в р. Колыме массы 16 кг.

Верхнечелюстная кость широкая, короткая, ширина ее обычно больше длины, голова маленькая (15...18% длины тела), вершинная площадка рыла высокая, неширокая. Тело высокое (рис. 71).

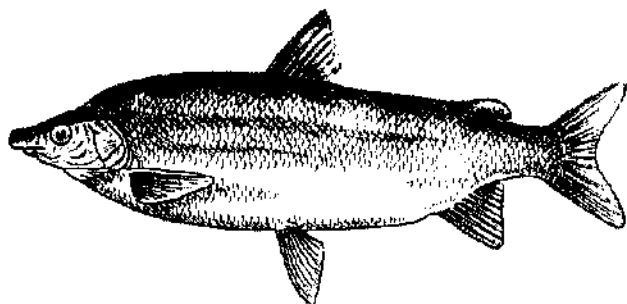


Рис. 71. Чир

Озерно-речной вид, выходящий иногда из дельтовых участков сибирских рек в солоноватую воду. Питается личинками хирономид, моллюсками, ракообразными. Половой зрелости достигает на 6...7-м году жизни, продолжительность жизни 15 лет. Плодовитость колеблется от 13 до 135 тыс. икринок, средняя — 48 тыс. икринок. Нерестится позднее других сегов, откладывая крупную, диаметром до 4 мм икру в конце ноября с момента появления первого льда и после ледостава.

В бассейне р. Оби нерестится в уральских притоках Сосьве, Манье, Шокурье, Сыне, Войкаре, Щучей, а также в реках, впадающих в Тазовскую губу. В Оби трехлетки достигают массы 630 г, четырехлетки — 880, пятилетки — 1400 г. Мясо нежное, вкусное, содержит от 9 до 13% жира. Ловят чира летом в реках в период передвижения к нерестилищам, а затем после установления ледового покрова на реках. Промысловая масса чира на р. Колыме 2 кг.

В 1959 г. начаты работы по акклиматизации и разведению чира в Ленинградской области. Создается его маточное стадо. Является перспективным объектом для озерных и северных прудовых хозяйств, где растет даже зимой: по темпу роста не уступает карпу.

По данным Г. А. Головкова, двухлетки чира достигают в водоемах страны следующей массы, г:

Бассейн реки Оби	222
Пруды в Ленинградской области	310
Озера в Карельской АССР	600
Озера в Ленинградской области	810
Пруды Украинской ССР	1012

Гибриды пелядь × чир и чир × пелядь. Выведены сотрудниками ГосНИОРХ. Они обладают рядом ценных качеств: если пелядь питается в основном зоопланктоном, а чир — бентосом,

о спектр питания гибридов шире: они питаются зоопланктоном и бентосными формами, так как строение ротового и глоточно-жаберного аппаратов у них занимает промежуточное положение по сравнению с исходными видами.

У пеляди конечный рот и большое количество (61 шт.) длинных жаберных тычинок. У чира нижний рот, короткие и толстые жаберные тычинки (19...24 шт.), позволяющие ему удерживать крупные бентические организмы. У гибридов пеляди с чиром обнаружены особи с полунижним ртом, количество жаберных тычинок колеблется от 33 до 48, которые по длине занимают среднее положение между исходными видами. Такое строение ротово-жаберного аппарата позволяет гибридам при недостатке зоопланктона использовать донные и зарослевые формы бентоса. Темп роста гибридов превосходит таковой исходных видов. Например, гибрид пеляди и чира, вселенный в высокоминерализованное озеро Соленое (Башкирская АССР), достиг в возрасте сеголетка массы 250 г, а двухлетка — более 1 кг. Гибридов пеляди с чиром успешно выращивают в водоемах Ленинградской, Ивановской, Челябинской и других областей, республик Прибалтики.

Гибриды чир × пелядь в озере Сосновском (Карельский полуостров) достигли в возрасте сеголетка массы 114 г, двухлетка — 820 и трехлетка — 1480 г.

Общая продолжительность эмбрионального развития у пеляди составляет 149 дней, у чира — 130, у гибрида пелядь × чир — 35, у гибрида чир × пелядь — 150 дней. Гибриды устойчивы к неблагоприятным условиям внешней среды.

Муксун — *Coregonus muksun* (Pall.). D III...IV 10...12, III...IV 10...13. Жаберных тычинок 44...72, рот полунижний, рыло тупое (рис. 72). Крупный полупроходной сиг, обитающий в бассейне Ледовитого океана от Кары до Колымы. Промысловая рыба низовьев Лены, Енисея, Оби. Длина тела до 100 см, масса до 8 кг, обычно до 2 кг. Нагуливается в густой иловой воде и в нижних течениях рек. Молодь питается

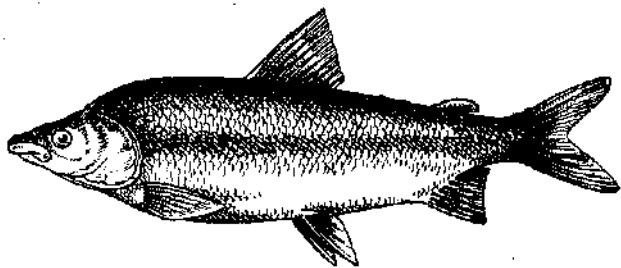


Рис. 72. Муксун

зоопланктоном, взрослая рыба — бентосом, морскими тараканами, личинками хирономид, моллюсками, иногда мелкой рыбой.

В реки для нереста входит в июле — августе, высоко не поднимается. Нерестилища на Лене расположены до устья Вилюя. Нерестится в октябре — ноябре при температуре воды ниже 4 °С. Повторный нерест проходит через год. Плодовитость — от 29 до 93 тыс. икринок. Половой зрелости достигает поздно — на 6...12-м году жизни, но продолжительность жизни в сибирских реках до 20 лет. Молодь и производители после нереста скатываются в низовья рек.

В 1965 г. учеными ГосНИОРХ начаты работы по акклиматизации муксуна из низовьев Оби в водоемах Северо-Запада. В условиях Ленинградской и Псковской областей муксун растет в 2...5 раз быстрее: сеголетки имеют массу 30...80 г, двухлетки — 300, трехлетки — 630, четырехлетки — 1400 г, пятилетки — 2 кг. В Оби массы 2 кг муксун достигает в 10...11 лет.

В реках и озерах продолжает питаться и расти и в зимний период. В прудах при выращивании совместно с карпом потребляет комбикорм. В местах акклиматизации наступление половой зрелости отмечено у самцов в 4-летнем, у самок — 6-летнем возрасте. Нерестится в первой половине ноября при температуре воды 2,9...4,4 °С. Размеры впервые созревающих производителей колеблются от 47 до 56 см, масса — от 1 до 2,5 кг. Рабочая плодовитость — от 24 до 57 тыс. икринок. Продолжительность инкубационного периода 136...174 сут, выклев личинок происходит в марте — начале апреля.

Маточные стада муксуна создаются в Ленинградской, Псковской, Новгородской, Челябинской областях, в Карельской и Башкирской АССР. Благодаря особенностям строения жаберно-дыхательного аппарата (длинные и часто расположенные жаберные тычинки) способен питаться как бентическими, так и планктонными организмами в любом возрасте, что делает его весьма перспективным объектом выращивания в прудах и озерах.

Обыкновенный сиг — *Coregonus lavaretus* (L.). Подморфный вид: обитает в бассейнах Балтийского и Северного морей, образует множество жилых и полупроходных форм, отличающихся числом и строением жаберных тычинок, величиной глаз, высотой тела, биологическими особенностями. Имеются малотычинковые (в среднем 25 тычинок) и многотычинковые (в среднем 40 тычинок) формы.

Проходной невиский сиг — *Coregonus lavaretus lavaretus* L. Обитает в бассейне Балтийского моря. D III...IV 9...13, A III...IV 11...14. Жаберных тычинок 25...29, в боковой линии 85...105 чешуй. Нагуливается в море, на нерест входит в Неву осенью, нерестится на песчаном грунте.

Волховский сиг — *Coregonus lavaretus baeri* Kessl. Обитает в Ладожском озере. В боковой линии 85...103 чешуй, жаберных тычинок на первой дуге 20...29, D III...IV 9...12, A III...IV 10...14. На нерест входит в реки Волхов и Свирь. Осенью нерестится и в озере. Плодовитость колеблется от 23 до 53 тыс. икринок. Икра донная, диаметром 3...4 мм. Обычно масса около 1 кг. изредка — до 4,5 кг.

Молодь питается планктонными рачками, взрослые сиги в Ладожском озере поедают гаммарид, личинок хирономид, мелких моллюсков. Запасы поддерживаются путем искусственного разведения.

Чудской сиг — *Coregonus lavaretus maraenoides* Poljakov. Жаберных тычинок 35...45, в боковой линии 84...105 чешуй, D IV 9...13, A III...IV 10...14.

Обитает в Чудском озере, размножается в р. Эмбах и оз. Вирицарь, а также в Чудском озере на участках с песчаным дном. Нерест проходит в октябре — ноябре. Плодовитость — от 16 до 82 тыс. икринок. Икра донная неклеякая. Рыба достигает длины 50 см и массы до 3,5 кг, обычно 1...2 кг. Питается зоопланктоном, личинками хирономид и другими бентическими организмами. Крупные сиги хищничают, поедая снетков.

Акклиматизирован во многих озерах СССР: Севане, Синаре, Тургояк (Урал). Уловы в Псковско-Чудском водоеме составляют не более 1 тыс. ц, в Севане в настоящее время добывают 1,5...2 тыс. ц акклиматизированных сегов.

Сиг-лудога — *Coregonus lavaretus ludoga* Poljakov. D III...IV 12, A III...IV 10...12, жаберных тычинок у ладожской лудогы 20...26, у онежской — 24...35. В боковой линии 88...102 чешуй, тело высокое толстое, голова небольшая. Ценная промысловая рыба Ладожского и Онежского озер. В 1924—1927 гг. акклиматизирован в оз. Севан, где образовал гибридную плодовитую форму с чудским сегом. В послевоенные годы неоднократно использовался как объект акклиматизации. Положительный эффект получен в оз. Большом (3450 га) Красноярского края и ряде других водоемов.

Сиг-лудога и чудской сиг являются объектами разведения в озерах, прудах. Их можно выращивать и в сетчатых садках при интенсивном кормлении.

Семейство хариусовые — Thymallidae

Имеет один род *Thymallus*, представитель которого — обыкновенный хариус.

Обыкновенный хариус — *Thymallus thymallus* (L.). Широко распространен в реках и холодных озерах умеренных и высоких широт Европы. В Сибири и Северной Америке обитает сибир-

ский хариус *Thymallus arcticus* (Pall.). Хариусы отличаются от других лососей длинным и высоким спинным плавником, имеющим более 17 лучей (рис. 73).

У обыкновенного хариуса *D IV...VII 13...17* (всего 17...23), *A II...IV 8...11*. Рот небольшой, зубы слабые, почти незаметные, в боковой линии 74...93 чешуй. Распространен от Западной Европы до бассейнов Печоры и Урала, имеется на севере Италии, в Швейцарии, на Скандинавском полуострове. Обитает в Дунае, Днестре, верховьях Волги, Ладожском и Онежском озерах, а также в быстрых холодных реках и озерах. Держится поодиночке или небольшими стаями: скопления образует только в период нереста. Окрашен очень ярко, особенно в период размножения. На спинке и боках круглые черные пятнышки, на боках бурые полоски, парные плавники желтые или красные, непарные — фиолетового цвета, на спинном плавнике ряды черных пятен. Размножается в марте — июне при температуре 5...6 °C, откладывая икру на галечном или каменистом грунте. Плодовитость от 2 до 10 тыс. икринок. Икра донная, неклеякая, диаметром 3...4 мм. Продолжительность инкубационного периода 20...25 сут при температуре воды 8...10 °C. Питается водными беспозвоночными, личинками и взрослыми насекомыми, иногда рыбой. Достигает длины 50 см и массы 2,8 кг. Средняя масса 0,2...0,3 кг. Является объектом спортивного рыболовства, в некоторых местах (Онежское озеро, Байкал и др.) — объектом местного промысла. В ряде европейских стран хариуса разводят для спортивного рыболовства.

Семейство корюшковые — Osmeridae

В водах СССР представлено тремя родами.

Это небольшие серебристые стайные рыбы. От других лососевых отличаются желудком, имеющим вид слепого мешка. Боковая линия часто неполная. Спинной плавник короткий — 7...14 лучей, расположен посреди тела — над брюшными плавниками. На верхнечелюстных костях имеются зубы. Икра донная, клейкая, мелкая, диаметром 0,7...1,1 мм. Распространены корюшковые в северных морях бассейнов Тихого, Атлантического и Ледовитого океанов, а также в пресных водоемах.

РОД КОРЮШКИ — *Osmerus*

Корюшка — *Osmerus eperlanus* L. Широко распространенный вид, обитающий в предустьевых пространствах рек и прибрежных морей, а также в пресных водоемах. Чешуя крупная, легко спадающая. Боковая линия неполная, прерывается на 4...14 чешуе. Рот большой: верхнечелюстная кость заходит за середину

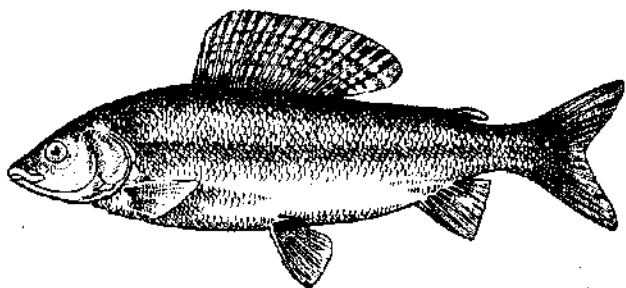


Рис. 73. Хариус

глаза. Хорошо развиты зубы, имеются клыки, нижнечелюстная кость в передней части без выемки. Полупроходная рыба. Нагуливается в море недалеко от берегов. Питается планктоном, ракообразными, червями и мелкой рыбой. На нерест входит в реки и поднимается вверх: в Енисей на 1000 км, в Лену — на 200 км, в реки Белого моря поднимается в апреле — мае всего на 2...3 км. Разгар нереста при температуре воды 4...6°C. Плодовитость — от 8 до 55 тыс. икринок. Половой зрелости достигает в возрасте 3...4 лет, продолжительность жизни до 9 лет. Икра клейкая, откладывается на камни. Вскоре после вымета наружная оболочка икринок лопается, и они остаются прикрепленными к субстрату в одной точке, как бы на ножке покачиваясь в толще воды. Проходная корюшка достигает длины 15...25 см, массы — 32...37 г. Сибирская корюшка бывает массой до 350 г. Только что выловленная корюшка имеет запах свежих огурцов, за что ее называют «огуречником». Является объектом промысла. Улов составляет 9...11 тыс. т.

Корюшкой питаются хищные рыбы — лососи, щуки, налим.

В заливах и озерах бассейна Балтийского моря и озерах бассейна Верхней Волги (Куршский залив, Псковское, Чудское, Ильмень, Белоозеро, Селигер и др.) обитает мелкая карликовая озерная форма корюшки — снеток — *Osmerus eperlanus* m. *splinchus* (Pall.), проводящий всю жизнь в пресной воде (рис. 74).

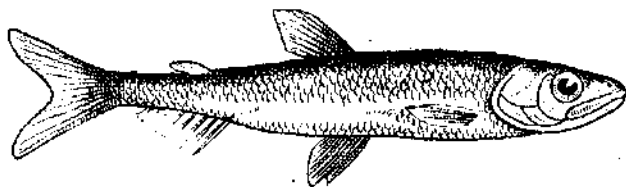


Рис. 74. Снеток

тся излюбленной пищей таких рыб, как судак, щука, налим и др.

Нерестится в устьях рек, впадающих в озера, и на песчаных и галечных грунтах, иногда и на растительном субстрате в самом озере. Длительность эмбрионального развития около 15 сут.

Корюшка и снеток в нашей стране являются объектами разведения и акклиматизации. Их вселяют в озера Европейской территории страны и Урала. Успешно акклиматизировалась корюшка в Великих североамериканских озерах, где стала промысловой рыбой. В настоящее время происходит саморасселение снетка в бассейне Верхней Волги. Он заселил Рыбинское, Горьковское и Куйбышевское водохранилища.

ОД МОЙВЫ — *Mallotus*

Мойва — *Mallotus villosus* (Müll.). Распространена циркумлярно в северных морях и океанах. Основной промысел в наших водах — в Баренцевом и Японском морях.

У мойвы вытянутое тело. Чешуя очень мелкая. Боковая линия доходит до вертикали заднего конца спинного плавника или еще дальше. Самцы крупнее самок, в брачный период у них на боках образуются 2 валика из удлиненных волосовидных чешуй. Убы мелкие, клыков нет. Жаберных тычинок 32...43, D II... V 10...14, A III...IV 17...22. Анальный плавник длиннее, чем корюшек, в нем не более 15 лучей (рис. 75).

Половой зрелости достигает в возрасте 1...4 лет, плодовитость — 6,2...11,9 тыс. икринок, инкубационный период — около двух недель, средняя масса 12,4...16,9 г. Питается зоопланктоном, червями, на нерестилищах — икрой трески. Мойвой питаются треска, котики, киты.

Промысловые запасы велики и для районов Северо-Запад-

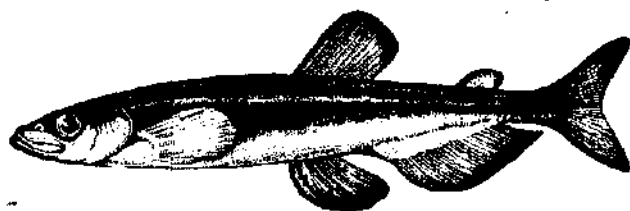


Рис. 75. Мойва

ной Атлантики определяются в 250 тыс. т в год. Уловы подвержены сильным колебаниям.

Мойва очень вкусная рыба. Из нее готовят полуфабрикаты и консервы. Она используется также в качестве наживки при лове трески на крючковую снасть (ярусный лов).

ОТРЯД ЩУКООБРАЗНЫЕ — Esociformes

Семейство щуковые — Esocidae

Спинной плавник один, сдвинут назад и находится над анальным плавником. Плавательный пузырь соединен с кишечником. Пресноводные рыбы Северного полушария. Отличаются большой головой с сильно выдающимся вперед и сплюснутым сверху вниз рылом. В пасти очень много острых зубов, расположенных на межчелюстных костях, небе, сошнике, нижней челюсти и языке. Жаберные перепонки не сращены между собой и не приращены к межжаберному промежутку. Чешуя мелкая, более 100 в боковой линии.

Обыкновенная щука — *Esox lucius* L. Широко распространенная рыба, обитающая в Европе, Сибири, Северной Америке и в бассейне Аральского моря. На Дальнем Востоке и бассейне Амура и на Сахалине обитает особый вид — амурская щука — *Esox reicherti* Dyb.

Щуки сплошь покрыты чешуей (рис. 76). D VI...X 13...16, A III...VIII 11...14, в боковой линии 121...144 чешуи, иногда боковая линия у молодых рыб бывает прерывистой.

Щука предпочитает водосмы с медленным течением, озера, водохранилища. В реках избегает русла и держится в береговой зоне, обычно в одиночку. Это типичный хищник-засадчик. Половой зрелости достигает на 3...4-м году жизни.

Нерестится ранней весной (апрель — май), иногда даже под льдом или сразу после распаления льда при температуре 3...6°C. Для нереста выбирает полои, протоки, мелководья и мечет икру на глубине до 1 м на отмершую прошлогоднюю растительность. Плодовитость в зависимости от размеров самки колеблется от 17,5 до 215 тыс. икринок, у самых крупных — до 1 млн.

Во время нереста рыбы держатся небольшими группами

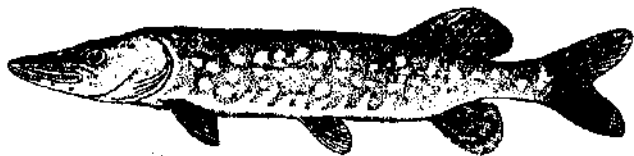


Рис. 76. Щука

(самку сопровождают 2...8 самцов, которые мельче самой у поверхности воды, так что спинные и хвостовые плавники часто появляются над ее поверхностью. Щуки трутся о кусты, подводные предметы: во время нереста совершенно теряют остроту и становятся легкой добычей браконьеров.

Икра сначала приклеивается к растениям, а через 2...3 дня икринки теряют клейкость и падают на дно. Развивается икра в зависимости от температуры воды 8...14 дней. В водохранилищах с неустойчивым уровнем режимом икра часто обсыхает и гибнет, а из-за отсутствия нерестового субстрата щука не находит условий для размножения и численность ее обычно сокращается.

Личинки выклеиваются при длине 6,7...7,6 мм. По мере рассасывания желточного мешка они переходят на внешнее питание зоопланктоном. Молодь длиной 12...15 мм уже способна захватывать личинок тех рыб, нерест которых проходит позднее и размеры молоди соответствуют возможности щуки к захвату. Питается также личинками насекомых. Полностью на хищный образ жизни молодь щуки переходит при длине 5 см: питается в основном молодью карповых рыб. Взрослая щука — типичный хищник: питается рыбой, лягушками, мелкой водоплавающей птицей и даже мышами. Щуки способны захватывать крупную рыбу, составляющих 50...60% длины и массы самого хищника: иногда хвост крупной жертвы может в течение некоторого времени торчать из пасти щуки. У щук наблюдается каннибализм.

Промысловая масса щуки 0,5...3 кг, максимальный размер до 1,5 м, масса до 34 кг. Продолжительность жизни 20...30 лет.

В нашей стране щуки являются объектом промысла. Их разводят в прудовых и озерных хозяйствах для борьбы с малоценной рыбой (ершом, верховкой, окунем и др.). В прудах растут быстро, достигая на первом году жизни массы 100...500 г. Сеголетки питаются в прудах личинками стрекоз, пиявками, головастиками, лягушками и мелкой рыбой: двухлетки карпа для молодой щуки недоступны по размерам. В 1987 г. в нашей стране было выловлено 14,5 тыс. т.

ОТРЯД УГРЕОБРАЗНЫЕ — Anguilliformes

Семейство речные угри — Anguillidae

Обыкновенный угорь — *Anguilla anguilla* (L.). Удлиненное тело в передней части имеет круглое сечение. Позвонков обычно 114...116. Плавательный пузырь соединен с кишечником. Нет парных плавников (спинной, хвостовой и анальный) слились в один сплошной плавник. Грудные плавники небольшие, округлые (Р 15...21). Глаза маленькие, находятся над углами рта

Зубы мелкие, многочисленные, очень острые. Окраска неполовозрелых угрей зеленоватая или бурая, горло и брюхо белые.

Распространен в реках и проточных озерах бассейнов Белого, Баренцева, Северного, Балтийского, Средиземного и Черного морей.

В нашей стране эту рыбу добывают в бассейне Балтийского моря, откуда они входят в пресноводные заливы, реки и озера.

Угорь — проходная рыба, нагуливается в пресных водоемах. Размножается в Саргасовом море при солености 37‰ и температуре 16...17°C (рис. 77). После переста взрослые рыбы погибают. Икра мелкая (диаметр 0,93...1,4 мм), развивается в толще воды. Личинки прозрачны, сильно сжаты с боков, листовидной формы, подхватываются теплым течением Гольфстрим и в течение 2,5...3 лет мигрируют к берегам Европы. За это время они вырастают до 7,5 см и превращаются в стеклянного угря, укорачиваясь при этом на 1 см.

Стеклянные угри входят в реки Европы, особенно Англии, Франции, ФРГ. В низовьях рек они пигментируются и превращаются в молодых угрей, которые поднимаются в верховья рек, проникают в приточные озера и интенсивно нагуливаются. В реках, лиманах и озерах проводят 6...10 лет, достигают половой зрелости и скатываются вниз по рекам в море. С наступлением половой зрелости окраска темнеет, чешуя начинает серебриться. Глаза сильно увеличиваются. Угорь начинает мигрировать к месту размножения. Половые продукты развиваются во время этой миграции.

Обычная длина угря 32...72 см и масса 500...800 г (максимальные — 2 м и 4...6 кг). Питаются рыбой, донными ракообразными, червями. Личинки в период миграции питаются зоопланктоном.

Мясо угря вкусное и жирное (22...32% жира), высоко ценится, особенно в копченом виде. Ловят этих рыб вентерями и переметами на крючки, наживленные дождевыми червями и мелкой рыбой.

Стекловидных угрей закупают во Франции и перевозят в нашу страну для выращивания в озерных хозяйствах. Можно выращивать в тепловодных бассейновых хозяйствах, использующих сбросные воды электростанций. В теплой воде товарного угря массой 300 г можно вырастить за 2 года. Использовать для выращивания водоемы-охладители не следует, так как рыбы забираются в трубы охлаждающей системы, вызывая аварии.

В СССР, Франции, Японии, Польше проводят исследования, направленные на получение полноценных половых продуктов угря в целях его искусственного разведения: получены икра и сперма при использовании гормонов гипофиза и хориогонина. Жизнестойких личинок получить пока не удалось.

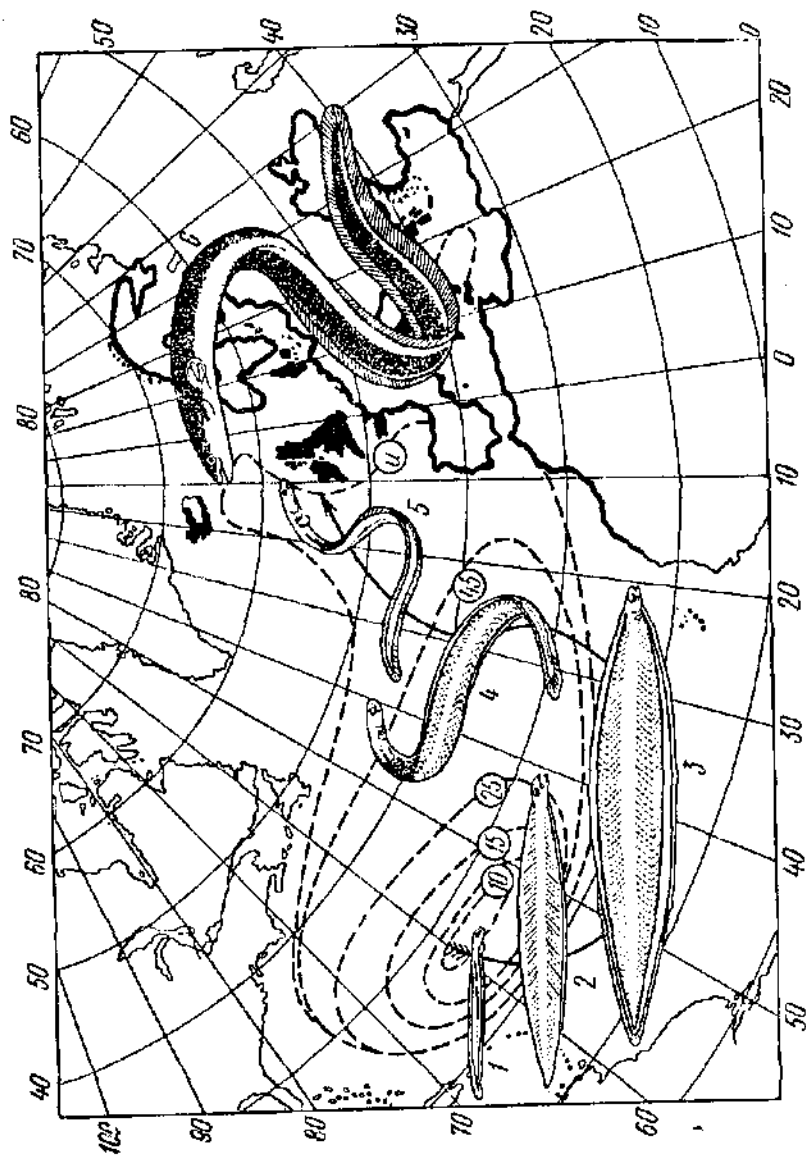


Рис. 77. Схема распределения личинок угря в Атлантике:

1 — только что вышедшая личинка; 2 — годовалая личинка; 3 — двухгодовалая личинка; 4 — личинка перед началом преобразования; 5 — стеклянный угорь; 6 — взрослый угорь (цифры в кружках указывают среднюю длину личинки в миллиметрах, черным жирным контуром показана область распространения)

Представители отряда отличаются от других рыб наличием веберовых косточек, соединяющих внутреннее ухо с плавательным пузырем, что позволяет воспринимать давление внешней среды и улучшает способность слышать звуки. Рыбы пресноводные и полупроходные, открытопузырные. Тело покрыто циклондной чешуей или голое. Известно около 2900 видов.

К отряду карпообразных относится 18 семейств, в том числе семейства карповые (Cyprinidae) и чукучановые (Catostomidae).

Семейство карповые — Cyprinidae

У представителей семейства нет зубов на челюстях, имеется 1...3 ряда глоточных зубов и жерновов, служащих для раздавливания, разрезания и перетирания пищи. Рот выдвижной. Усиков или нет, или их не более двух пар. Тело покрыто циклондной чешуей, иногда голое. Пресноводные или солоноватоводные теплолюбивые рыбы, населяющие воды всех материков земного шара, за исключением Южной Америки. В Австралию завезены человеком. Пищеварительный тракт в виде трубки, желудок отсутствует.

Семейство включает более 1500 видов, относящихся к 275 родам. В 1987 г. мировой вылов составил 208,3 тыс. т.

Род плотва — *Rutilus*

Плотва — *Rutilus rutilus* (L.). Широко распространенная жилая и полупроходная рыба, обитающая в водах Европы, Сибири, бассейне Аральского моря. В Сибири плотву называют сорогой. Длина 25...30 см, масса 150...200 г (максимальная масса 2 кг). Чешуя крупная. Жаберные тычинки редкие и короткие. Глоточные зубы однорядные (6...6). В боковой линии 41...46 чешуй (рис. 78). D III 9...11, A III 10...11.

Неприхотливая стайная рыба, обитающая в реках, озерах, водохранилищах, прудах. Предпочитает эвтрофные водоемы с небольшой проточностью или стоячие, имеющие заросли водной растительности. Постоянный обитатель окунево-плотвичных мелких озер.

Плотву легко отличить от других карповых рыб по оранжевой окраске радужной оболочки глаз и красному пятну в ее верхней части.

Половой зрелости достигает в возрасте 3...4 лет. Нерестится крупными стадами на залитой прошлогодней растительности ранней весной при температуре воды выше 3...4°C. У самцов

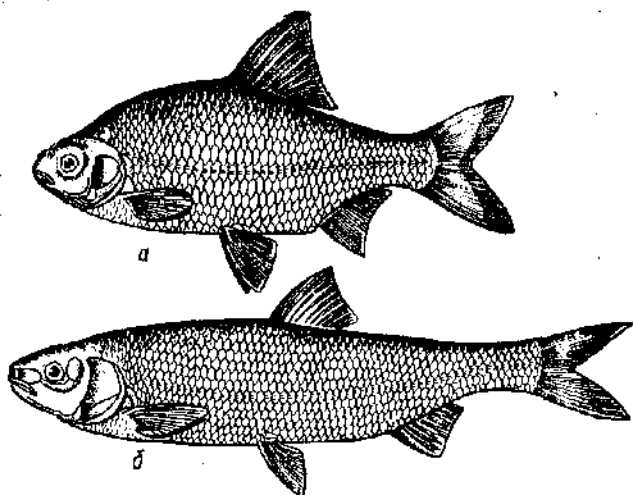


Рис. 78. Плотва:
а — аральская; б — вырезуб

имеется брачный наряд в виде белых небольших эпителиальных бугорков на чешуе и голове (рис. 79). Самец перед нерестом находит подходящий нерестовый субстрат и начинает ухаживать за самкой: они держатся рядом друг с другом, совершая броски через лучки растительности и выметывая при этом половые продукты — икру и молоки. Броски бывают очень сильными, так что часть икры попадает на надводные части растений. Плодовитость достигает 85 тыс. икринок.

Икра развивается, будучи прикрепленной к водной растительности и камням. Молодь питается зоопланктоном, взрослая рыба держится в зарослях растений, потребляя водоросли, высшие растения, моллюсков, донных ракообразных, личинок насекомых. Крупная плотва в водохранилищах может питаться моллюском дрейссеной.

Плотва занимает видное место в промысле на мелких озерах. Вместе с окунем, карасем, ершом и густерой ее учитывают, как мелкий частик. Очень много плотвы вылавливают рыболовы-любители. В таких водохранилищах, как Ивановское, Угличское, Горьковское, Киевское и другие, уловы плотвы составляют 30...40% общих уловов.

Тарань — *Rutilus rutilus heckeli* (Nordm.). Полупроходной подвид плотвы, населяющий опресненные части Черного и Азовского морей. Для размножения и на зимовку входит в устья рек — Дунай, Днестр, Днепр, Дон, Кубань и др. Д III 9...11,

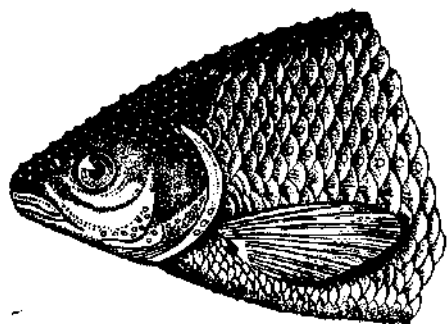


Рис. 79. Брачный наряд плотвы

А III... 10. Глоточные зубы однорядные, обычно 6... 5. Боковая линия содержит 41... 45 чешуй.

Нерестится с конца марта до середины мая на займищах, в плавнях, пресных озерах, лиманах и дельтах рек. На Дону нерест начинается при температуре 8... 10 °С. Плодовитость колеблется от 22 до 202 тыс. икринок, в среднем составляет около 75 тыс. икринок.

Развитие икринок в зависимости от температуры воды длится 5,5... 11 сут. Обычно размеры идущей на нерест тарани 12,5... 38 см (в среднем 21,5 см), масса 200... 400 г. Отдельные особи могут достигать длины 50 см и массы 2 кг.

В опресненных участках морей тарань питается главным образом мелкими моллюсками, а также червями и ракообразными. После нереста скатывается из рек в лиманы и море для нагула. В августе вновь подходит к рекам и в сентябре — октябре крупными косяками входит в них на зимовку. Зимует на зимовальных ямах и в глубоких участках предустьевых пространств.

Уловы подвержены значительным колебаниям, так как условия нагула и воспроизводства ухудшились из-за увеличения забора пресной воды для нужд промышленности и сельского хозяйства, обмеления, осолонения или исчезновения многих лиманов и займищ. Сократились площади обитания кормовых моллюсков в Азовском море, их биомасса снизилась в 3... 4 раза.

Для увеличения запасов тарани и других полупроходных рыб проводятся рыбоводные и мелиоративные работы, устраивают нерестилища с регулируемым уровнем и солевым режимом.

Тарань очень вкусная рыба, реализуется в вяленом виде.

Вобла — *Rutilus rutilus caspicus* (Jakovlev). Полупроходная форма плотвы. Важная промысловая рыба бассейна Каспийского моря. D III 8... 10, A III 8... 10, глоточные зубы однорядные (6... 5). В боковой линии 42... 47 чешуй. Рот полунижний. Во время нереста на теле и плавниках появляется брачный наряд в виде мелких эпителиальных бугорков, сильнее выраженный у самцов.

Вобла нагуливается в Северном Каспии и в меньшем количестве — у побережья Среднего и Южного Каспия, образуя локальные стада. Держится в районах с соленостью не выше 7... 8‰. Зимует перед устьями рек на ямах. Входит на нерест в

Волгу, Урал, Куру и другие реки. Начало нереста в Куре в марте — апреле, в дельте Волги и Урала — с конца апреля до начала июня при температуре 10...20 °С. Икру выметывает на полоях на свежую и прошлогоднюю, затопленную паводками растительность на глубине 0,1...1 м. Около одной самки обычно держится 5...6 самцов. Самки, отметавшие икру, покидают нерестилища, самцы выметывают сперму порциями и остаются на нерестилищах несколько дней. Плодовитость 20...30 тыс. икринок.

Икринки приклеиваются к растениям, и при температуре 15 °С через 6 сут из них выклеиваются личинки длиной около 5 мм, которые подвешиваются к растениям и пленке воды и находятся в стадии покоя 2...3 дня, питаясь за счет запасов желточного мешка. Затем личинки начинают питаться мелкими планктонными животными и к концу июля в дельте Волги достигают длины 3,5 см и массы около 0,9 г. Молодь таких размеров свободно переносит повышение солености и скатывается в Каспийское море.

Сеголетки вырастают до 6...7 см и массы 4...8 г. Вобла живет 8...10 лет, достигая длины 30...35 см и массы 800 г, отдельные особи до 1,5 кг. В промысловых уловах преобладают трех- и четырехгодовики длиной 18...20 см и массой 150...160 г.

Взрослая вобла питается моллюсками, рачками, червями, личинками хирономид.

Вкусная, хотя и нежирная рыба (жирность 2,4%). Реализуется в соленом и вяленом виде. В связи с гидростроительством на реках и изъятием пресной воды условия нагула и особенно размножения ухудшились. Запасы поддерживаются путем мелiorативных мероприятий и разведения в нерестово-выростных хозяйствах.

Общие уловы воблы и тарани колеблются от 14,7 до 18,6 тыс. т в год.

РОД ЧЕРНЫЙ АМУР — *Mylopharyngodon*

Черный амур — *Mylopharyngodon piceus* (Rich.). Распространен в бассейне Амура, Уссури, оз. Ханка и реках Китая. Окраска темная, почти черная, плавники темные, чешуя крупная (рис. 80).

Имеет очень сильные глоточные зубы с широкой жевательной поверхностью, расположенные в 1...2 ряда, причем во втором ряду бывает только один зуб (1,4...4,1). $D III 7...8, I III 8$. В боковой линии 39...42 чешуи.

Черный амур — крупная пресноводная рыба, достигающая длины более 1,2 м и массы 36 кг, обычно 15 кг. Питается глав-

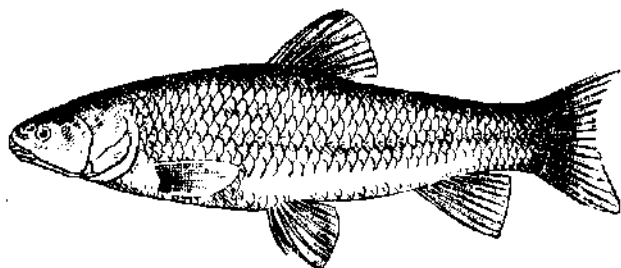


Рис. 80. Черный амур

ным образом моллюсками, раздавливая их раковину мощными глоточными зубами, а также водными насекомыми и креветками. Мясо очень вкусное. Является объектом местного промысла в низовьях Амура. Акклиматизирован в европейской части СССР и Средней Азии. Имеются небольшие маточные стада в прудовых хозяйствах. Является перспективным объектом вселения в южные водохранилища, где рыбами недоиспользуются большие скопления моллюсков.

Нерестится в июне — июле в русле рек, икра пелагическая, очень крупная, прозрачная с большим перивителлиновым пространством. Половой зрелости достигает в возрасте 7...10 лет при длине 70 см и более.

РОД БЕЛЫЙ АМУР — *Ctenopharyngodon*

Белый амур — *Ctenopharyngodon idella* (Val.). Крупная пресноводная рыба, достигающая длины более 1 м и массы более 32 кг, обитающая в нижнем течении р. Амур и реках Китая. Тело удлиненное, вальковатое, брюхо без киля, лоб широкий, рот полунижний, брюшина буро-черная (рис. 81). Глоточные зубы острые, зубчатые, двухрядные, приспособленные для

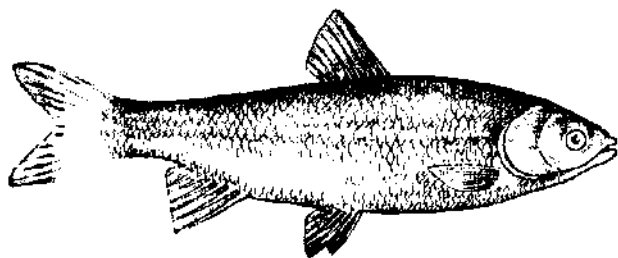


Рис. 81. Белый амур

измельчения растительности, которой питается взрослая рыба. В боковой линии 43...45 чешуй. D III 7, A III 8.

Белый амур издавна является объектом разведения в прудах Юго-Восточной Азии, Китая и Индонезии. Поедает не только мягкую подводную, но и наземную растительность, выходя на разливы рек и пойменные озера, за что его в ряде стран зовут «травяным карпом». Кишечный тракт длинный: в 2...3 раза превышает длину тела. Переваривание растительности в кишечнике идет с участием многочисленных бактерий.

От черного амура отличается светлой окраской: бока темно-золотистые, брюхо светло-золотое. На боках тела каждая чешуя имеет темный ободок.

Половой зрелости в водоемах естественного ареала достигает в возрасте 7...9 лет при длине 65...70 см. Плодовитость колеблется от 100 до 800 тыс. икринок, нерест порционный. Размножается в русле рек в местах с быстрым турбулентным течением. Икра пелагическая крупная, диаметр 5...6 мм, прозрачная, выметывается, имея диаметр 1,1 мм, набухание продолжается 40 мин. Нерест проходит при температуре воды 20...30 °C в моменты подъема уровня воды. Оплодотворенная икра сплывает вниз по течению, личинки выклеваются уже через 32...40 ч. Рассасывание желточного мешка происходит в течение 5...6 дней, на экзогенное питание личинки переходят в 6...7-дневном возрасте. Молодь сначала питается планктоном и личинками хирономид, а затем при длине 2,5 см переходят на питание водной растительностью.

Белого амура вселяют в водоемы страны южнее 45° с. ш. Самовоспроизводящиеся стада белого амура имеются на Кубани и в низовьях Амурары, где он достигает массы 12,5 кг, длины 115 см. Растет в новых условиях быстро: сеголетки достигают массы 265 г, двухлетки — 1170, пятилетки — 5160 г. Это теплолюбивая рыба. В водоемах Подмосковья половой зрелости достигает на 10...11-ом году жизни, двухлетки достигают массы 400 г.

Мясо у белого амура вкусное, содержит 5,6...6,7% жира. Его выращивают в прудовых хозяйствах страны совместно с карпом и другими растительноядными рыбами дальневосточного комплекса — белым и нестрым толстолобиком. Его успешно выращивают в тех водоемах, где сильная зарастаемость водной растительностью. Так, для прироста на 1 кг белому амурю требуется съесть 30...70 кг водной растительности. В южных районах СССР доля растительноядных рыб составляет 50...70% продукции прудовых хозяйств.

Из СССР посадочный материал белого амура и других растительноядных рыб поставляют в Польшу, ГДР, Венгрию, Иран, на Кубу, в Румынию, Югославию, Англию, Италию, Францию.

РОД ВЕРХОВКА — *Leucaspilus*

Обыкновенная верховка — *Leucaspilus delineatus* (Heck.). Чешуя крупная, боковая линия полная (рис. 82). Обитает в водоемах Европы и европейской части СССР: в озерах, водохранилищах, прудах, реках с медленным течением. Длина 6...9,2 см. Половой зрелости достигает на втором году жизни. У самцов в нерестовый период на голове появляется брачный наряд в виде эпителиальных бугорков — «жемчужная сыпь». Нерестится при температуре воды 15°C. Нерест порционный, длится в течение 2 мес. Икра клейкая, откладывается на водные растения и плавающие предметы.

В прудовых хозяйствах верховка является конкурентом в питании молоди ценных рыб, так как потребляет зоопланктон и может достигать значительной численности. Борьбу с ней ведут, выращивая в прудах совместно с мирными рыбами ценных хищников: щуку, судака, радужную форель.

РОД ШЕМАЯ — *Chalcalburnus*

Шемая — *Chalcalburnus chalcoides* (Güld.). Обитает в бассейнах Черного, Азовского и Каспийского морей. Образует несколько подвидов. Небольшое промысловое значение имеет **азово-черноморская шемая *Chalcalburnus chalcoides schischkovi* (Drensky)**, обитающая в Азовском и Черном морях и размножающаяся в реках — Кубань, Дон, Днепр и Буг.

Это небольшая рыба длиной 18...23 см. На брюхе киль, не покрытый чешуей только впереди анального отверстия. Нижняя челюсть немного длиннее верхней. Жаберные тычинки длинные и густые, их 19...25. Глоточные зубы двухрядные (2,5...5,2). В боковой линии 60...73 чешуй, *D* III 8, *A* III 14...16 (рис. 83).

В реки входит на зимовку в октябре — ноябре. Нерестится с конца апреля до конца мая в верховьях рек в ночное время на перекатах с галечным грунтом и быстрым течением на глубине 20...40 см при температуре воды 18...25°C. Основные нерестилища находятся в горных притоках Кубани (Пишиш, Белая, Лаба, Афипис и др.). Половой зрелости достигает на 3...4-м году

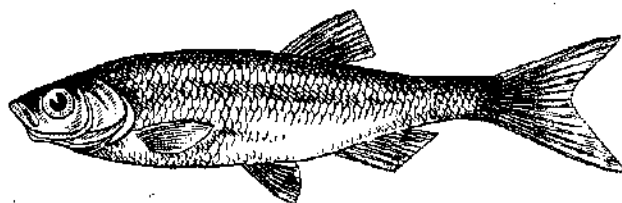


Рис. 82. Верховка

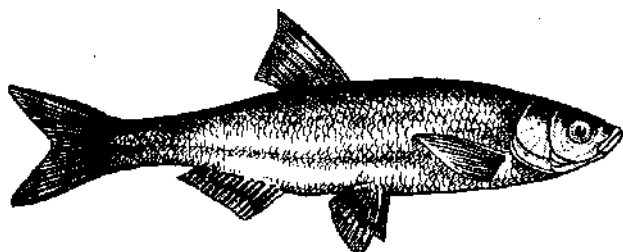


Рис. 83. Шемай

жизни. Плодовитость 2,6...23,5 тыс. икринок. Икра клейкая, донная, откладывается на камни. Питается шемай в море зоопланктоном и молодью рыб, в период нереста не питается.

Мясо шемай вкусное и жирное, поэтому ее считают одной из самых ценных рыб Азово-Черноморского бассейна. Является объектом разведения и акклиматизации в ряде южных водохранилищ (Сенгилеевское, Мингечаурское, Тбилиское). Промысел ведут в Мингечаурском водохранилище. Существуют пресноводные, жилые формы шемай.

РОД ЛЕЩИ — *Abramis*

К нему относятся жилые и полупроходные виды — лещ, белоглазка, синец, отличающиеся высоким, сжатым с боков телом, наличием не покрытого чешуей кия между плавниками А и У. Боковая линия полная, окраска варьирует от серебристой до золотистой, спинка темная, серо-зеленая. Анальный плавник длинный — 15...44 ветвистых лучей.

Лещ — *Abramis brama* (L.). Распространен в водоемах Европы и бассейнах Северного, Балтийского, Белого, Баренцева (Печора), Черного, Азовского, Каспийского морей. Высокое, сильно сжатое с боков тело (рис. 84). Рот полунижний, маленький, выдвижной. Глоточные зубы однопорядные (5...5). В боковой линии 50...60 чешуй. Жаберных тычинок 19...24. D III 1...10, А 23...30. Обитает в пресноводных стоячих и слабопроточных водоемах, но в Каспийском и Азовском морях образует полупроходные формы, нагуливающиеся в опресненных районах. Достигает длины 45 см, массы 2,5...3 кг, продолжительность жизни 20 лет. Половая зрелость в южных водоемах наступает в 3...4 года, в северных — в 5...8 лет. В Сибири леща раньше не было, теперь он широко там акклиматизирован. Имеется в оз. Убинском, Новосибирском водохранилище (бассейн Оби), оз. Балхаш, водохранилищах Ангара-Енисейского

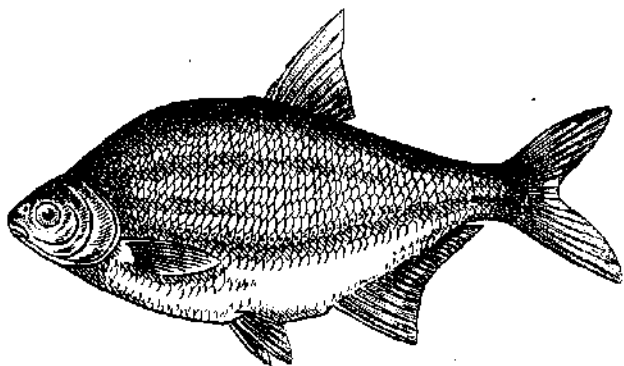


Рис. 84. Лещ

каскада (Красноярское, Братское), водохранилищах канала Иртыш-Караганда и многих других водоемах.

С 1948 по 1967 г. леща в целях акклиматизации вселяли в 196 водоемов страны. По данным А. Ф. Карневич (1975), в 72 водоемах отмечено его биологическое приживание (37%), в 67 — натурализация (34%) и в 27 (14%) начат промысел. По остальным водоемам данных нет. Эти факты убедительно свидетельствуют о большой биологической пластичности леща.

В оз. Селигер (Калининская область) лещ достигает половой зрелости в 6...7 лет при длине 23...28 см и массе около 300 г. Продолжительность жизни леща в этом водоеме 15 лет, максимальные размеры 46,7 см, масса 2,1 кг. Нерест проходит в мае — первой половине июня при температуре воды 12...20°C на подводной мягкой и прошлогодней залитой растительности. Наблюдается 2...3 подхода производителей леща на нерестилища, причем первыми нерестятся более крупные особи, которых рыбаки называют «березовики», затем «черемушники» и последними — более мелкие, впервые созревшие «колосовики». Самки леща в оз. Селигер нерестятся одновременно, но у 8...10% половые продукты созревают не одновременно и происходит порционный нерест, однако вторая порция икры резорбируется. Плодовитость колеблется от 35,6 до 273,9 тыс. икринок.

Лещ является основной промысловой рыбой в ряде водохранилищ и озер.

Синец — *Abramis ballerus* (L.). Отличается от других видов верхним ртом (рис. 85). $D\ III\ 8...9$, $A\ III\ 36...43$, в S глубокая выемка, нижняя лопасть намного длиннее верхней. Тело вытянуто в длину. Оно не такое высокое, как у леща: длина в 4 раза больше высоты (у леща длина тела без S в 2,5...3 раза больше высоты тела). Боковая линия имеет 66...73 чешуи.

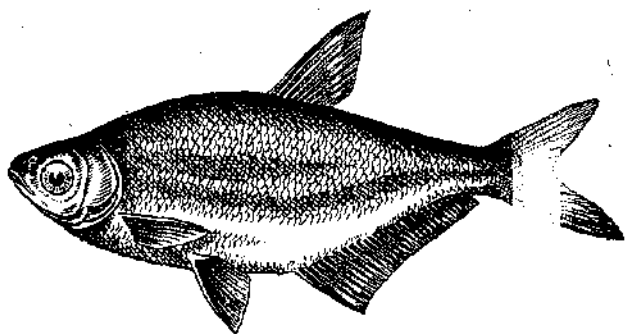


Рис. 85. Синец

Распространен в бассейнах Северного, Балтийского, Черного и Азовского морей. Нерестится в Волге в мае. Типичный зоопланктонофаг. В оз. Ильмень растет медленно, достигая к 5-летнему возрасту длины 20 см. В водохранилищах нашел благоприятные условия для нагула и размножения. Так, в Цимлянском водохранилище синец стал расти быстрее, чем в Дону до зарегулирования, и из тугорослой малоценной рыбы превратился в один из ведущих объектов промысла.

Синец использует богатые запасы планктона и быстро растет, достигая в двухлетнем возрасте длины 19...21 см, в то время как в оз. Ильмень двухлетки имеют длину всего 11,2 см. Созревает в Цимлянском водохранилище в 3...5-летнем возрасте.

Синец — костлявая, но вкусная рыба. Используется в вяленом виде.

РОД РЫБЦЫ — *Vimba*

Рыбец — *Vimba vimba* (L.). На Северо-Западе называют сыртью. Обитает в бассейнах Балтийского, Северного, Азовского, Черного и Каспийского морей. Сырть — полупроходная рыба: на нерест входит в реки весной. Рыбец входит в реки осенью (ноябрь — январь) с незрелой икрой, проводит в пресной воде всю зиму и следующей весной нерестится.

Черноморско-азовский рыбец *Vimba vimba carinata* (Pall.) имеет нижний полулунный рот. Между спинным и хвостовым плавниками, а также позади брюшных имеются кили, не покрытые чешуей. D III 8, A III 16...22. Жаберные тычинки короткие и редкие, их насчитывается 12...20, в среднем 17. В боковой линии 50...58 чешуй. Глоточные зубы однорядные (5...5).

В р. Кубань и ее притоках нерест проходит при температуре воды 18...25 °С на перекатах с галечным грунтом на глубине 25...50 см и большой скоростью течения (0,7...1,1 м/с). Икрометание порционное, обычно 2...3 порции. После вымета очередной порции икры производители отстаиваются на ямах. Икра слабосклеяная, сначала приклеивается к камням, затем смывается с них, и дальнейшее развитие проходит в углублениях между камнями. Диаметр икринок около 2 мм. Плодовитость от 27,5 до 300 тыс. икринок. Развитие эмбрионов при температуре 20 °С продолжается около 2 дней. Выклюнувшиеся свободные эмбрионы около 2...3 дней лежат неподвижно между камнями на дне, затем начинают активно плавать, полностью переходя на активное питание через 12...13 сут.

Рыбец достигает длины 40 см, массы 0,8 кг (обычно 30 см и 200...400 г). Питается бентосом: личинками насекомых, бокоплавами, моллюсками.

В Каспийском море обитает близкий подви́д *Vimba vimba persa* (Pall.), который размножается в низовьях рек и проточных ильменах в зарослях тростника, откладывая клейкую икру на подводную растительность.

РОД ЛИНЬ — *Tinca*

Линь — *Tinca tinca* (L.). Обитает в медленно текущих реках и озерах Европы, кроме водоемов бассейна Ледовитого океана. Имеется в среднем течении Оби и Енисея.

Тело толстое и высокое. Хвостовой стебель короткий и высокий. Рот небольшой, конечный, в его углах по одному короткому усика (рис. 86). Чешуя мелкая. В боковой линии 87...120 чешуй. Кожа покрыта слоем густой слизи. В плавниках нет

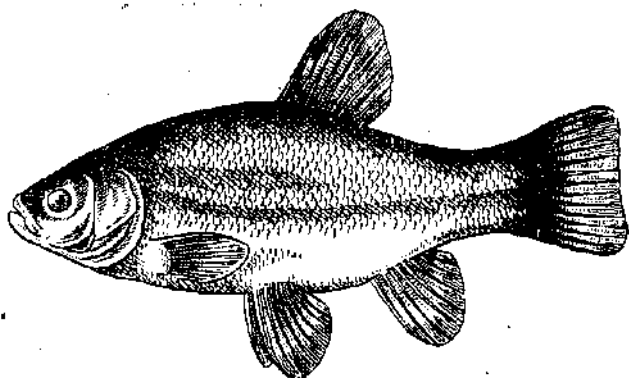


Рис. 86. Линь

костных лучей, они закруглены. Хвостовой плавник слабовеерчатый. $D\ III \dots IV\ 8$, $A\ III\ 6 \dots 8$. Плавники темные, спина темно-зеленая, бока зеленовато-темные с золотистым отливом. Глоточные зубы однорядные (4...5).

Это типично донная рыба, обитающая в стоячих водоемах с илистым дном, в реках выбирает заросшие водной растительностью заводи и затоны. На зиму зарывается в ил. Половой зрелости самцы достигают на 3-м, самки на 4-м году жизни. У зрелых самцов половой диморфизм проявляется в том, что второй луч брюшного плавника утолщен. Нерест проходит с мая по июль при температуре воды $18 \dots 20^\circ\text{C}$ и выше. Икра мелкая (диаметр $1 \dots 1,2$ мм), откладывается на подводную растительность. Плодовитость может достигать 900 тыс. икринок, обычно 300...400 тыс. Личь выметывает икру порционно, между порциями промежутки около двух недель.

Продолжительность развития эмбрионов около 3 сут. Выклюнувшиеся предличинки проходят стадию покоя, приклеившись к растениям. Молодь питается сначала планктонными организмами, но очень быстро переходит на питание бентосом: личинками хирономид, ракообразными, мелкими моллюсками. У личинок кроме жаберного хорошо развито кожное дыхание. Он приспособлен к жизни в водоемах с дефицитом кислорода, малопригодных для разведения карпа, и поэтому является одним из объектов прудового рыбоводства. Растет в прудах медленнее карпа: сеголетки достигают массы 15 г, двухлетки — 200, трехлетки — 350 г.

РОД ПЕСКАРИ — *Gobio*

Это широко распространенные рыбы, населяющие водоемы Европы и Азии. В водах СССР обитает семь видов.

Обыкновенный пескарь — *Gobio gobio* (L.). Обитает в водоемах Европы, Средней Азии, Западной Сибири (до Енисея), а также в бассейне р. Амур.

Тело удлинненное, стройное. На боках 6...12 округлых пятен (рис. 87). Рот нижний, в углах рта по одному усика. Нижняя губа посередине прервана. Глоточные зубы двухрядные, напоминают по форме крючок (3.5...5.3). $D\ III\ 7$, $A\ II \dots III\ 6$. В боковой линии 40...45 чешуй, чешуя относительно крупная. Спина бурая, бока желтоватые, на D и S ряды черных пятнышек.

Пресноводная стайная речная рыба, обитающая в чистых водоемах с песчаным дном, но встречается в прудах и озерах.

Нерестится в мае — июне на каменисто-песчаных грунтах. Нерест порционный, продолжительностью 1,5...2 мес. Плодовитость 1...3 тыс. икринок. Икра донная, клейкая, диаметр до 2 мм. Максимальные размеры пескарей до 22 см, обычно 10...

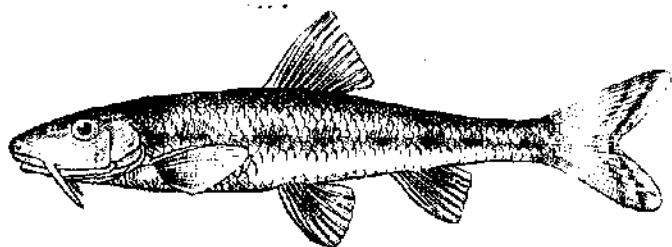


Рис. 87. Пескарь

15 см. Питается зоопланктоном и бентическими организмами, на нерестилищах поедает икру промысловых рыб и собственную икру.

Используется как наживка для ловли хищников, а также вылавливается рыбаками-любителями. Может использоваться в качестве биологического индикатора, так как предъявляет высокие требования к качеству воды. Водоемы, населенные пескарями, могут быть использованы не только для разведения карповых, но и лососевых рыб (форель, сиги).

РОД КАРАСИ — *Carassius*

К роду относятся два вида — обыкновенный (золотой) и серебряный караси.

Обыкновенный (золотой) карась — *Carassius carassius* (L.). Распространен в мелких озерах Европы и Азии до р. Лены. В реках выбирает участки с замедленным течением, живет в старицах и заливах. Тело высокое, голова небольшая, брюхо светлое. Бока медно-красные или золотистые. Спинной плавник длинный, немного выпуклый, хвостовой плавник слабовеерчатый. Передний неветвистый луч *D* слабо зубчат. Рот без усиков. Глоточные зубы однорядные (4...4). Чешуя крупная, гладкая, в боковой линии 32...35 чешуй. Жаберных тычинок на первой дуге 23...33, *D* III...IV 14...21, *A* II...III 6...8.

Пресноводная теплолюбивая рыба, предпочитающая заиленные стоячие водоемы. Выносит кислые воды (до pH 4,5), способна выдерживать снижение содержания кислорода в воде до 0,5 см³/л и промерзание водоемов до дна. Известны случаи выживания карасей в иле спущенных или высохших водоемов.

На зиму закапывается в ил, иногда на глубину до 70 см. В заморных озерах часто является единственным представителем ихтиофауны. В малокормных заболоченных водоемах образует медленно растущую большеголовую карликовую форму — *morpha humilis*, что необходимо учитывать при выборе исходных

форм для прудовых хозяйств: для разведения следует брать карася из высококормных водоемов, где он хорошо растет.

Половой зрелости достигает в 2...4 года. Плодовитость карася массой 300...500 г колеблется от 137 до 207 тыс. икринок. Нерест проходит при температуре воды 17...18°C в июне—июле. Нерестится порционно: в первой порции выметывается 24...90,4 тыс. икринок. Всего таких порций три с перерывами 10 дней и более. Во время нереста рыбы шумно плещутся. Клейкая икра откладывается на подводную растительность.

Эмбриональное развитие продолжается 3...4 сут при температуре 21...23°C. Личинки при помощи специальных органов, расположенных впереди глаз, приклеиваются к растениям, затем переходят на активное питание зоопланктоном.

Взрослый карась питается бентическими организмами, детритом и водными растениями. Он достигает длины 45 см и массы 3 кг, обычно до 500...600 г. Очень вкусная рыба. Является объектом местного промысла: в озерах Якутии уловы карася достигают 5...9 тыс. ц в год, в карасевых озерах Свердловской, Челябинской и Курганской областей вылавливают более 20 тыс. ц в год.

Разводят в прудах. Пригоден для разведения в водоемах комплексного назначения с неблагоприятными для других рыб условиями среды.

Серебряный карась — *Carassius auratus gibelio* (Bloch.). Распространен в водоемах Сибири, бассейна Тихого океана и Аральского моря. Жаберных тычинок на первой дуге 39...52, II 16...19, III 5...6. В боковой линии 28...34 чешуи. Форма тела угловатая, а не круглая, как у золотого карася. Брюшина черная. Чешуя крупная, шероховатая, бока серебристые. На переднем жевательном луче спинного и анального плавников 10...15 малочисленных грубых зубчиков (рис. 88). В европейской части обитает во многих озерах вместе с золотым карасем. Широко распространен человеком: особенно известна аквариумная золотая рыбка, которая является хромистом китайского серебряного карася.

Серебряный карась акклиматизирован в Северной Америке, Западной Европе, Индии, Таиланде. В СССР используется в прудовом хозяйстве как добавочная к карпу рыба. Акклиматизирован в озерах Камчатки, Украины, Белоруссии, Молдавии.

Растет быстрее обыкновенного карася, достигая длины 45 см и массы 1 кг. Длинные частые жаберные тычинки позволяют ему отфильтровывать фито- и зоопланктон. Питается он и бентическими формами. Половой зрелости достигает в возрасте 3...4 года. Плодовитость 300...400 тыс. икринок. Нерест порционный, растянутый.

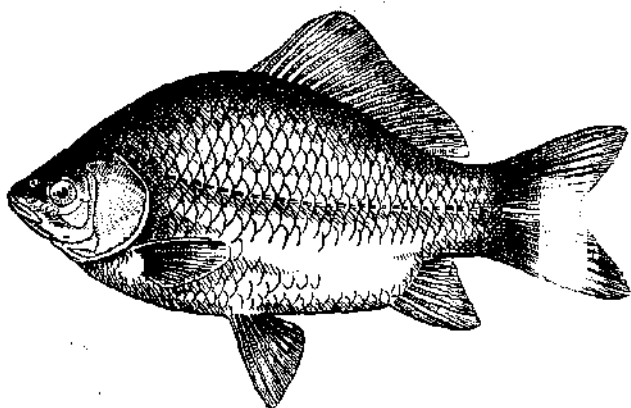


Рис. 88. Серебряный карась

Серебряный карась отличается от других рыб одной интересной биологической особенностью: в дальневосточных водоемах и некоторых прудах Белоруссии в нерестовых популяциях карася имеется примерно одинаковое количество самцов и самок. В Подмосковье, Уральских озерах, на Кавказе самцы совершенно отсутствуют.

Самки в однополых популяциях участвуют в нересте с самцами других видов карповых рыб (золотого карася, линя, карпа), причем в потомстве получаются только самки серебряного карася. Сперматозоид, проникая в яйцеклетку, только активизирует ее, но мужские хромосомы в дальнейшем развитии организма участия не принимают. Такой способ размножения называется гиногенезом (рождение самок). При ухудшении условий жизни, снижении кормности водоемов в однополых популяциях начинают появляться самцы карася, но темп роста рыб замедляется. В прудовых хозяйствах предпочтительнее разводить однополую популяцию карасей.

Серебристый карась является объектом промысла в Амуре. Акклиматизирован в некоторых озерах Сибири, Красноярском крае.

РОД САЗАНЫ — *Cyprinus*

Тело покрыто крупной чешуей, две пары усиков. Имеются трехрядные глоточные зубы с жевательной площадкой.

Сазан — *Cyprinus carpio* (L.). Обитает в водоемах бассейнов Средиземного, Азовского, Черного, Каспийского и Аральского морей, Тихого океана. Есть в Иссык-Куле, Амуре, водоемах

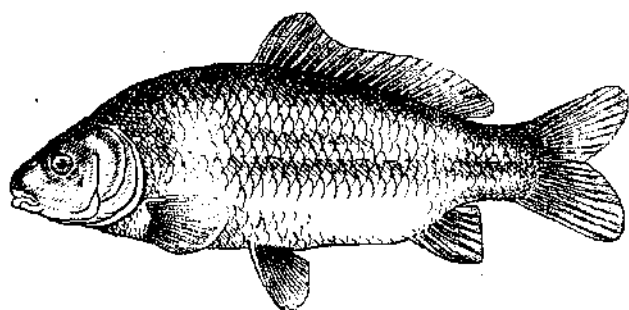


Рис. 89. Амурский сазан

Ситая. Расселен человеком по всему земному шару в виде одомашненных и диких форм. Живет в медленно текущих равнинных реках и озерах. В южных морях обитают полупроходные формы, нагуливающиеся в солоноватой воде.

Тело у сазана продолговатое, чешуя плотная. У основания каждой чешуи имеется темное пятно, по заднему краю чешуи проходит темная полоска (рис. 89). Спина темная, бока желто-золотистые, плавники темные, хвостовой — с красным оттенком. Рот нижний, выдвижной. Жаберных тычинок 30...33. III...IV 16...22, A III 5. Зубы трехрядные (1.1.3...3.1.1).

Крупная стайная рыба, достигает длины 1 м и массы более 10 кг, обычно в улове попадаются особи массой от 1 до 4 кг. Полупроходной сазан нагуливается в опресненных районах моря, на нерест весной входит в дельты рек и откладывает мелкую клейкую икру на разливах на мягкую водную растительность. Нерест растянутый, порционный, в дельте Волги происходит в середине мая при температуре воды 18...20 °С. Плодотворность очень высокая — до 1,5 млн икринок, обычно 200...400 тыс. икринок. Продолжительность развития эмбриона 3 сут при температуре 20 °С. Выклюнувшиеся предличинки прикрепляются к водным растениям с помощью специального органа и несколько дней находятся в покое, питаются за счет желточного мешка. Затем переходят к активному питанию коловратками, мелкими планктонными ракообразными, но уже при длине 18 мм начинают поедать донных беспозвоночных.

Взрослый сазан — типичный бентофаг, питается личинками сиромид, семенами и частями растений, мелкими моллюсками. Летом интенсивно нагуливается, зимой в низовьях рек залегает в ямы и впадает в спячку, не питается.

В связи с зарегулированием стока рек уловы сазана в наших южных морях сокращаются. Для воспроизводства запасов этих

рыб разводят в нерестово-выростных хозяйствах, расположенных в дельтах рек.

В результате многовековой селекции выведен ряд одомашненных рас (пород) сазана, обладающих большой скоростью роста, хорошей способностью усваивать искусственно приготовленные корма, более слабым чешуйчатым покровом, чем у дикого сазана. Этих рыб называют карпами. Имеются чешуйчатые, малочешуйчатые (зеркальные) и голые (бесчешуйчатые) карпы. Для повышения зимостойкости карпа прибегают к скрещиванию быстрорастущего карпа и холодостойкого амурского сазана.

Карп растет быстрее сазана, достигая в среднем на первом году жизни массы 25 г, на втором — 450 г, на третьем — до 1 кг и более. Карп является основным объектом прудового и индустриального рыбоводства на теплых геотермальных и сбросных водах ТЭС и АЭС. В садках и бассейнах с 1 м² получают до 100 кг рыбы за вегетационный сезон. Средняя продуктивность прудовых хозяйств в нашей стране составляет около 14 ц/га, в некоторых хозяйствах получают по 20...30 и даже 60 ц/га карпа.

РОД ТОЛСТОЛОБ — *Hypophthalmichthys*

Представители рода отличаются от других карповых рыб тем, что у них жаберные перепонки сращены между собой и не соединены с межжаберным промежутком. Глаза расположены очень низко, что отражено в латинском названии рода — «низкоглазая рыба». Рот верхний.

Белый толстолобик — *Hypophthalmichthys molitrix* (Val.). Обитает в бассейне Амура и крупных реках Китая. В СССР акклиматизирован в Средней Азии и европейской части страны. Имеется два самовоспроизводящихся стада — в Амударье и Кубани, а также маточные стада в ряде прудовых хозяйств. Крупная стайная рыба, достигающая длины 1 м и массы 16 кг. На брюхе от горла до анального отверстия тянется острый киль, не покрытый чешуей. Глоточные зубы однорядные (4...4), очень сильные, покрытые роговыми чехликами. Чешуя мелкая, в боковой линии 110...124 чешуи (рис. 90). D III 7, A II...III 12...14. Колючек в спинном и анальном плавниках нет. У самцов на лучах грудных плавников с внутренней стороны роговые зубчики на втором и третьем лучах. От других карповых рыб отличается округлой головой с большим лбом и низкопосаженными глазами. Взрослые рыбы питаются фитопланктоном, для отцеживания которого имеют специально приспособленный аппарат — жаберные тычинки, сросшиеся между собой и образующие своеобразную сетку (рис. 91). Кишечник приспособлен для

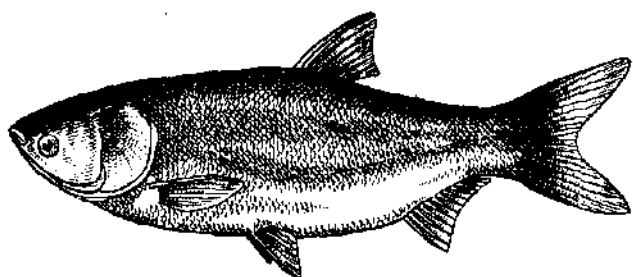


Рис. 90. Белый толстолобик

переваривания такой малокалорийной пищи, как водоросли. Его длина в 10...13 раз превышает длину тела. Отцеженные водоросли спрессовываются в комок утолщенными глоточными зубами и жерновком, покрытым мягкой слизистой оболочкой, а затем заглатываются.

Половой зрелости достигает в Амуре в возрасте 5 лет. Средняя плодовитость самок 5...7-летнего возраста около 500 тыс. икринок, а крупных — 1...2 млн икринок. На юге Туркмении созревают в 3-летнем возрасте при длине 40 см, в Краснодарском крае — в возрасте 3...4 года. Самцы созревают на год раньше самок. Нерест проходит в реках летом при подъеме уровня воды (на стрежне ниже песчаных кос и островов) на стыке течений, которые поддерживают полупелагическую икру в толще воды.

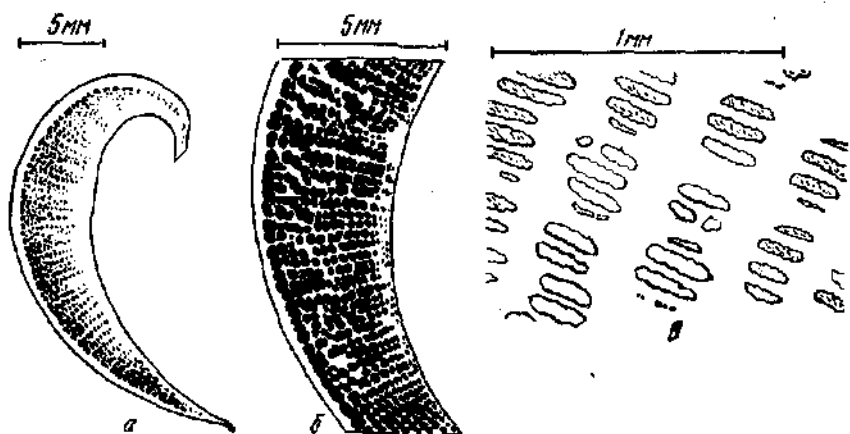


Рис. 91. Жаберная дуга белого толстолобика с жаберными тычинками, сросшимися в сетчатую пластинку:

а — общий вид; б, в — последовательно увеличенные детали строения

Белый толстолобик перестится почти в поверхностных слоях воды, даже наполовину высунувшись из нее. Стайки рыб (1...3 самки и 3...7 самцов) передвигаются активно, рыбы даже высовываются из воды. Во главе стайки находится самка. Один из самцов нажимает головой на брюшко самки. Потом он проплывает наискосок под ней, продолжая нажимать на брюшко, и появляется с другой стороны. Некоторое время самец плавает и вращается вокруг самки. Затем самка переворачивается брюшком вверх и таким образом, соприкасаясь брюшками, рыбы переворачиваются по одному разу. Вращение самки вокруг оси и самца вокруг нее происходит почти на поверхности воды. В некоторых нерестовых стайках самцы и самки плавают, прижимаясь друг к другу и сильно прогнув тела. При этом они тесно и резко прижимаются друг к другу, повторяя это много раз. Самцы порой высоко выпрыгивают из воды.

Диаметр неоплодотворенной икринки 1...1,2 мм, но после набухания он увеличивается до 5 мм, икринка становится прозрачной. Продолжительность эмбрионального развития при температуре воды 21...25°C — 23...33 ч, при 27...29°C — 17...19 ч. Предличинки сначала пассивно сносятся вниз по течению, поднимаясь в верхние слои воды. Периодически они делают «свечи». Плавательный пузырь заполняется воздухом при температуре 20...23°C через 80...85 ч после выклева. В этот же период личинки переходят на смешанное питание, начинают активно плавать и затем уходят из основного русла реки в придаточные водоемы.

Питаются личинки первое время мелким зоопланктоном, но уже при длине 15 мм начинают потреблять фитопланктон. Осенью белый толстолобик из придаточных водоемов вновь выходит в русло рек.

Белый толстолобик способен выпрыгивать из воды при приближении тени, шуме (стук мотора или удар весла о борт лодки). Крупные рыбы выпрыгивают из воды на 2 м и иногда попадают в проплывающую лодку или катер. По сообщениям известного ихтиолога В. К. Солдатова, толстолобики на Амуре и Уссури буквально засыпали лодку.

Способность выпрыгивать из воды учитывают при отлове этих рыб закидными неводами: верхнюю подбору при притонении приподнимают над водой, иначе вся рыба может уйти.

Уловы белого толстолобика в естественных водоемах невелики. Основное количество этой ценной в пищевом отношении рыбы получают из прудовых хозяйств, где выращивают совместно с карпом и другими растительноядными рыбами (белым амуром, нестром толстолобиком) в поликультуре.

В прудах белый толстолобик растет быстро: в зависимости от широтного расположения хозяйств сеголетки достигают мас-

я 15...30 г, двухлетки — 200...700, трехлетки — 500...2000 г, четырехлетки — 3 кг, пятилетки — 4 кг. Является перспективным объектом для выращивания в водохранилищах Днепрового и Волжского каскадов и южных водохранилищах, где имеются огромные запасы планктонных водорослей. Питается опосредственно фитопланктоном, белый толстолобик как бы корачивает на одно звено обычную трофическую цепь: фитопланктон — зоопланктон — рыба, что позволяет получить большое количество ценной пищевой продукции из водоема при меньших энергетических затратах. Поэтому белый толстолобик, как и другие растительноядные рыбы, является ценным объектом акклиматизации во многих южных водоемах. В нашей стране белого толстолобика успешно разводят в водоемах РСФСР, Украины, Молдовы, республиках Средней Азии, Казахстана, Белоруссии. Получены гибриды между белым и пестрым толстолобиками, имеющие ценные хозяйственные качества.

В 1987 г. улов в водохранилищах составил около 3 тыс. т, в прудовых хозяйствах было выращено 60 тыс. т.

ОД ПЕСТРЫЙ ТОЛСТОЛОБ — *Aristichthys*

Пестрый толстолобик — *Aristichthys nobilis* (Rich.). Отличается от белого толстолобика более темной окраской и темными пятнами на боках, большой головой (рис. 92). Имеется небольшой киль на брюхе, который идет от основания брюшных плавников до ануса. Жаберные тычинки частые, длинные, не сраженные между собой: у сеголетков на первой жаберной дуге : 200...270, т. е. по 8...10 тычинок на 1 мм дужки (рис. 93). Рудные плавники длинные, их концы заходят за основание южных плавников. Кишечник короче, чем у белого толстолобика.

Обитает в Центральном и Южном Китае, единично в Амуре. акклиматизирован в водоемах Средней Азии и южных районов европейской части нашей страны.

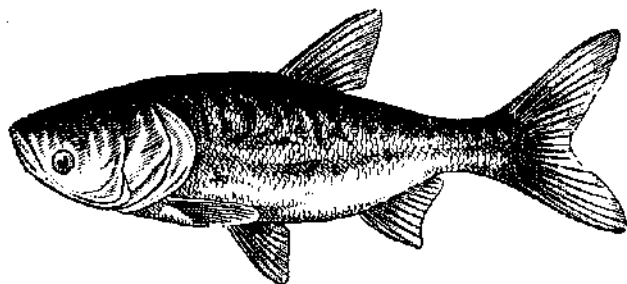


Рис. 92. Пестрый толстолобик

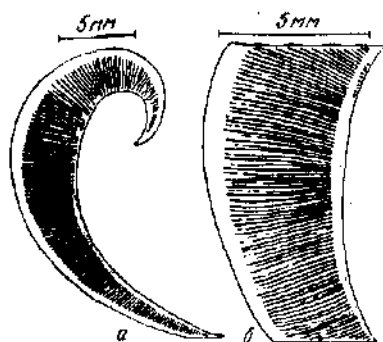


Рис. 93. Жаберная дуга пестрого толстолобика:

а — общий вид; *б* — строение жаберных тычинок

На родине нерестится в реках с середины мая до середины июня при подъеме воды после выпадения сильных дождей при скорости течения 1...1,7 м/с и температуре воды 26...30 °С. В отличие от белого амура и белого толстолобика выметывает икру не в верхних, а в нижних слоях воды.

Отмечен интенсивный нерест и в районах акклиматизации. Так, в Каракумском канале он проходит с конца апреля до конца июля при температуре воды выше 18,6 °С и скоростях течения 0,8...1 м/с. Нерест отмечен в р. Кубань и в р. Терек.

Половой зрелости в Китае достигает в 3...4 года, на юге СССР — на 5...6 году, в водоемах Дагестана — в 5...6 лет. Краснодарском крае — в 5...7 лет. Самцы созревают на год раньше самок. Половозрелые рыбы имеют длину 72...80 см, массу 5...12 кг. Плодовитость в прудовых хозяйствах достигает 2 млн икринок, в среднем около 500 тыс., в естественных водоемах — до 1,1 млн икринок. Икринки желтовато-зеленоватые, диаметр до 1,7 мм. После набухания икра становится прозрачной и достигает в диаметре 4,5 мм. Процесс набухания длится 2...3 ч. Продолжительность инкубационного периода около 40 ч при температуре воды 20 °С и 18 ч — при 28 °С. Инкубация протекает успешно при температуре воды от 18 до 32 °С.

Выклюнувшиеся предличинки пассивно сносятся течением. Заполнение плавательного пузыря воздухом и переход на смешанное питание происходят через 3...5 сут. Личинки питаются мелким зоопланктоном, взрослые рыбы — фито- и зоопланктоном, который составляет до 50% рациона, а также детритом.

Растет быстрее, чем белый толстолобик, достигая в южных районах страны в двухлетнем возрасте массы 1,5 кг, в трехлетнем — 2,5 кг. Мясо вкусное. Пестрого толстолобика успешно разводят в прудовых хозяйствах южных районов страны и выпускают для нагула в водохранилища и озера.

Семейство чукучановые — Catostomidae

Внешне похожи на карповых рыб, близки к ним по происхождению, но имеют ряд отличий. Глоточные зубы однорядные многочисленные (более 10), жерновка на нижней поверхности

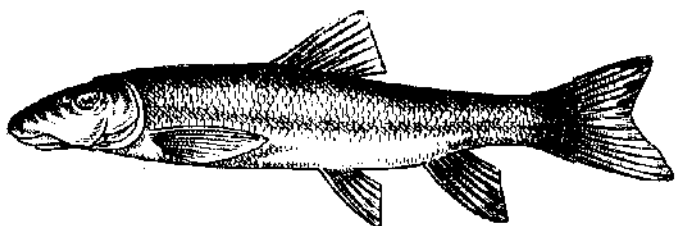


Рис. 94. Чукучан

перепя нет. Веберов аппарат имеется, губы толстые, покрытые бороздками, рот выдвижной, усики отсутствуют. Плавательный пузырь разделен на 2...3 части перетяжками.

В семействе 70 видов, объединенных в 14 родов, из них 12 обитают только в Северной Америке. Представитель одного рода — чукучан *Catostomus commersoni* (Til.) обитает в водоемах Северо-Восточной Сибири (водоемы Якутии, Индигирка, Колыма) и имеет небольшое промысловое значение. Живет в быстрых реках, икру откладывает на каменистый грунт, бентофаг (рис. 94).

РОД БУФФАЛО (РЫБЫ-БУЙВОЛЫ) — *Ictiobus*

Представлен тремя акклиматизированными в СССР видами: большеротым, малоротым и черным буффало. По внешнему виду они близки между собой и похожи на карпа. От карпа отличаются отсутствием колючек и глубоким вырезом в длинном спинном плавнике, передняя часть этого плавника значительно выше задней. $D\text{II } 22 \dots 30$. Рот выдвижной. У большеротого буффало рот в два раза больше, чем у малоротого (рис. 95). Черный буффало по величине рта занимает промежуточное положение.

Ареал буффало в Северной Америке простирается от Канады (Саскачеван) до Мексики. Они обычны в бассейнах рек Миссисипи и Миссури, в оз. Эри и его притоках, а также в других Великих озерах. По вкусовым качествам лучше карпа.

Большеротый буффало — *Ictiobus surpinellus* (Val.). Достигает массы 45 кг. По темпу роста превосходит карпа. Рот большой верхний. Имеет частые и длинные жаберные тычинки: их длина 8...12 мм, на них расположены многочисленные боковые выросты, заходящие друг за друга. Выросты усыпаны мелкими щипчиками. Диаметр выростов равен диаметру тычинок. Такое сложное устройство тычинок повышает их фильтрующие качества и увеличивает площадь фильтрующего аппарата (рис. 96).



Рис. 95. Буффало:
малоротый (слева) и боль-
шеротый (справа)



Рис. 96. Жаберная дуга
большеротого буффало

Спинной плавник длинный, выемчатый. *D* II 27...31, *P* 14...15. Брюшина черная. Кишечник длинный, содержит не менее четырех петель. В его передней части у всех буффало имеется расширение с мускулистыми толстыми стенками, в которых расположены многочисленные бороздки (своеобразный зуб).

Из всех трех видов это наиболее распространенный и устойчивый к неблагоприятным условиям вид. Обитает в придаточных водоемах и заводах крупных рек, на мелководьях озер и водохранилищ. Переносит большую мутность воды. Летом собирается в небольшие стаи. Половой зрелости в южных районах США достигает на 4-м году жизни, на северной границе ареала — в водоемах Канады созревает позднее и самки нерестятся не каждый год. Чешуя крупная, в боковой линии 39...41 чешуя. Цвет верхней части тела и головы от темно-коричневого до оливкового, бока светлые, нижняя часть белая. Плавники серые или темные. Во время нереста бока бронзово-коричневые.

Нерест проходит с конца марта по июнь при температуре воды от 16 до 27 °С. Икра клейкая, инкубируется прикрепленной к растениям. Продолжительность инкубационного периода 9...10 сут при 17 °С. Нерест стайный, бурный, икрометание единовременное. Самку окружают несколько самцов, держатся у поверхности так, что хвосты и спинные плавники показываются над водой. Нерестящаяся рыба плещется, производит большой шум.

На Северном Кавказе самки большеротого буффало впервые созревают в трехгодовалом возрасте при массе 2...2,5 кг, сам-

цы созревают в двухлетнем возрасте. Созревшие текущие самцы буффало имеют ярко выраженный брачный наряд в виде белых эпителлиальных бугорков на голове и по всему телу. В таком состоянии они уходят на зимовку. Ранней весной все самцы текущие. Самки большеротого буффало имеют осенью гонады в III...IV стадиях зрелости и становятся текущими весной. В рыбопитомнике «Горячий ключ» Краснодарского края большеротый буффало нерестится в мае при температуре воды 19°C.

Самку сопровождают 2...3 самца: один из них вплотную прижимается к самке. Рыбы выпрыгивают из воды, шумно плещутся. Икра откладывается на свежесалитую молодую траву и старую растительность на дне пруда и дамбах у самого уреза воды. При температуре воды 19...20°C эмбриональное развитие длится 5 сут. Предличинки выклеваются хорошо сформировавшимися и сразу начинают активно плавать, периодически делая «свечи». В отличие от карповых рыб у буффало не наблюдается периода «покоя»: предличинки активно плавают с еще не заполненным воздухом плавательным пузырем.

Диаметр ненабухшей икры 1,2 мм, после набухания — 1,45...1,55 мм. Размеры выклюнувшихся предличинок 5...5,5 мм. Плавательный пузырь при температуре воды 20...22°C наполняется воздухом на третьи сутки после выклева. Рабочая плодовитость трехлетних самок составляет 170...250 тыс. икринок.

При разреженной посадке в рыбопитомнике «Горячий ключ» сеголетки большеротого буффало достигают массы 40 г (максимум 400...500 г), двухлетки — 800...1500, трехлетки — 2000...2500, четырехлетки — 3500 г. В Подмоскovie годовики достигают массы 70 г, двухлетки — 480 г. В Дагестане двухлетки достигают массы 530 г, в Белоруссии при неблагоприятных условиях (температуре 12—25°C) сеголетки весят лишь 14,9 г.

Большеротый буффало, как и карп, мирная животноводная рыба, но зоопланктон в питании играет большую роль не только у молодежи, но и у старших возрастных групп. Они хорошо едят комбикорма.

Личинки на смешанное питание переходят на 3...4-е сутки после выклева, первое время питаются коловратками и науплиусами рачков, а затем более крупным зоопланктоном. Сеголетки массой менее 15 г питаются планктоном (циклопы, дафнии, мoinны и др.), а крупные сеголетки и двухлетки начинают питаться бентосом, доля которого в пищевом комке составляет до 15%.

Большеротый буффало держится в толще воды стаями и легко отлавливается орудиями лова.

Большеротого буффало разводят в прудовых хозяйствах ряда республик страны.

Малоротый буффало — *Ictiobus bubalus* (Raf.). Отличается от большеротого буффало тем, что имеет небольшой нижний рот, расположенный горизонтально (см. рис. 95). Обитает в проточных глубоких водоемах. Больше приспособлен к питанию бентосом, чем планктоном.

Жаберные тычинки короткие, высота их 6,5...7 мм. На первой жаберной дуге 29...35 тычинок. По поверхности жаберных тычинок и на их концах имеются острые зубчики. Тело высокое, его высота составляет 25...30% длины тела.

Окраска сныи бронзовая или темно-оливковая с голубоватым оттенком. Бока более светлые, бронзовые или золотистые. Плавники темно-коричневые. Крупные особи светлее, чем молодые, окрашены в серебристо-белый цвет: напоминают по окраске серебряного караса.

Размножение проходит в те же сроки, что и у большеротого буффало. Картина нереста одинаковая. У самца имеется брачный наряд. Растет малоротый буффало в прудах быстро, сеголетки достигают массы 25 г (максимум 190...280 г), двухлетки — 500...1100, трехлетки — 1000...2000, четырехлетки — 1700...2600 г.

Сеголетки питаются в основном зоопланктоном, двухлетки и трехлетки переходят на питание бентосными организмами, которые составляют до 80% пищевого комка, заглатывают детрит. Хорошо поедают комбикорм.

Созревает малоротый буффало на 1...2 года позднее большеротого: самцы — в трехлетнем, самки — в четырех- и пятилетнем возрасте.

Черный буффало — *Ictiobus niger* (Raf.). По темпу роста занимает промежуточное положение между большеротым и малоротым. С последним его часто путают.

Рот небольшой нижний. Тычинки короткие, их высота 7...10 мм. На первой жаберной дужке 29...32 (чаще 30) тычинок с булавовидными утолщениями на концах.

По биологии схож с описанными выше двумя видами буффало. По питанию сеголетки всех буффало схожи: поедают в основном планктонных беспозвоночных животных. В двухлетнем возрасте черный буффало в большей степени, чем большеротый, переходит на питание бентосом (43...78%). Активно поедает комбикорм, заглатывает детрит.

В прудах Северного Кавказа растет быстро. При благоприятных условиях двухлетки достигают массы 700...2100 г, трехлетки — 2200...3000, четырехлетки — 2800...5300, иногда 8000 г. При промышленном выращивании масса сеголетков составляет 30 г. В Дагестане трехлетки достигают массы 1535 г, четырехлетки — 2550, пятилетки — 4000 г.

Нерест проходит в мае при температуре воды 19,5°C с при-

менением гипофизарной инъекции. Икра откладывается на снежную и прошлогоднюю растительность, откосы дамб и даже на грунт.

Черный буффало держится в природных слоях воды и очень осторожен, что затрудняет облов.

ОТРЯД СОМООБРАЗНЫЕ — Siluriformes

Сомообразные ранее рассматривались как подотряд карпообразных, к которым близки по строению. Однако сомообразные отличаются тем, что тело у них голое или покрыто толстыми пластинками. Вокруг рта имеется несколько пар усиков, у многих есть жировой плавник. В грудных, а иногда и других плавниках, есть сильные колючки. Имеется веберов аппарат. Обитают в основном в пресных водах, в морских обнаружены представители только двух семейств из 30.

Большинство сомообразных — обитатели тропических и субтропических областей Южной и Центральной Америки, Африки и Азии. Известно 1200 видов и 150 родов. Среди них преобладают хищники, питающиеся рыбой и водными, преимущественно донными животными. В водоемах нашей страны распространены представители семейства обыкновенных сомов, в пресных водоемах Дальнего Востока обитают касатковые сомы, постепенно распространяются теплолюбивые акклиматизанты — кошачьи сомы.

Семейство сомовые — Siluridae

В водоемах нашей страны представлено двумя родами — обыкновенный сом (*Siluris*) и амурский сом (*Pagasius*), имеющими небольшое промысловое значение.

Обыкновенный сом — *Siluris glanis* L. Одна из самых крупных рыб внутренних водоемов: достигает массы 300 кг и длины 5 м. Продолжительность жизни более 30 лет.

Голова и рот большие. Зубы щетковидные. Кожа голая. Спинной плавник едва заметен. Анальный плавник очень длинный, доходит до хвостового. В грудном плавнике имеется сильный незазубренный колючий луч. На челюстях три пары усов: два длинных — на верхней и четыре небольших — на нижней (рис. 97). D 3...5, A 77...92, P 14...17.

Распространен к востоку от Рейна в бассейнах Балтийского, Черного, Каспийского и Аральского морей, Ладожского и Онежского озер. Обитатель пресных вод, однако выходит на нагул в осолоненную северную часть Каспийского моря.

Взрослый сом — одиночный прожорливый хищник, питается рыбой, лягушками, моллюсками, нападает на водоплавающую

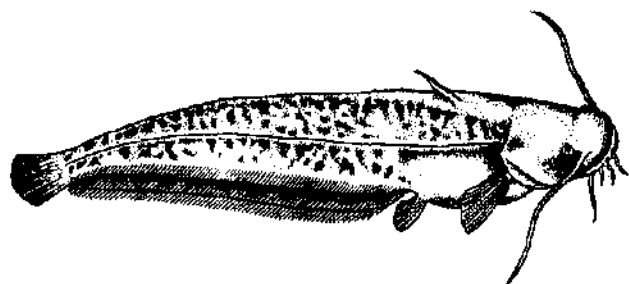


Рис. 97. Обыкновенный сом

птицу. Держится в реках на ямах, в омутах у плотин. Зимует на ямах, образуя скопления.

Нерест весенне-летний (май — июнь), парный, проходит при температуре воды 18...20 °С. Самка строит примитивное гнездо среди растительности на глубине 40...50 см. Откладка икры сопровождается брачными играми, всплесками. Плодовитость — от 11 до 480 тыс. икринок. Икра клейкая, средних размеров, диаметр 2...3 мм. Продолжительность инкубационного периода 2,5...3 сут. Икру охраняет самец. Предличинки после выклева приклеиваются к растительности, образующей валик вокруг гнезда. Рассасывание желточного мешка продолжается 4...5 сут, затем личинки переходят на питание зоопланктоном и довольно быстро начинают хищничать, поедая молодь рыб и насекомых.

Сеголетки в дельте Волги достигают длины 26...28 см. Половая зрелость наступает на 3...4-м году жизни.

Имеет промысловое значение в низовьях Волги и Азовском море. Добывают его закладными неводами в качестве прилова во время нерестовой и зимовальной миграций, а также на крючковую снасть, используя в качестве наживки рыбу и куски белой клеенки. Значительное количество сома вылавливают рыболовы-любители.

Обыкновенного сома разводят в прудовых хозяйствах, выращивая совместно с карпом в качестве добавочной рыбы. В прудах сеголетки достигают массы 25...30 г, двухлетки — 900...1000 г.

Семейство кошачьи сомы — Amiuridae (Ictaluridae)

Близки к косатковым сомам, обитающим в р. Амур. Обитатели Северной Америки, где известно 37 видов.

Иногда их называют «сомы-кошки» за четыре пары длинных тонких усов вокруг рта, напоминающих вибриссы кошек. Тело

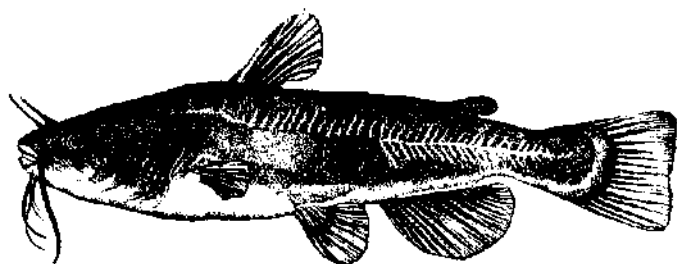


Рис. 98. Карликовый сомик

ладкое, голое, без чешуи. В спинном и грудном плавниках имеется по крепкой острой колючке. Позади *D* есть жировой плавник. Питаются обычно ночью. На усах много вкусовых сочков. Откладывают икру в охраняемые гнезда.

Карликовый сомик — *Amiurus nebulosus* (Le Sueur). Завезен в Европу аквариумистами из Америки в 1885 г. В Америке битает от Великих озер до Флориды. Размножается в водоемах почти всех европейских стран. Завезен в пруды и озера западной Белоруссии, где уничтожил местную ихтиофауну. Дальнейшее расселение крайне нежелательно.

Усы, расположенные в углах рта, достигают задней части основания грудных плавников. На заднем крае колючки грудного плавника хорошо выраженные игловидные зазубрины. В анальном плавнике 21...24 мягких луча. Длина основания анального плавника меньше длины головы. Задний край хвостового плавника имеет небольшую выемку (рис. 98).

Подбородочные усики темные или черные. На теле многочисленные темные пятна (крапчатая окраска). Спина и бока темные, желто-коричневого цвета, живот желтоватый или белый, плавники темные или черные.

На родине достигает длины 45 см и массы 2 кг, в прохладном европейском климате превратился в тугорослую малоценную рыбу длиной 30 см и массой до 300 г, двухлетки весят ...45 г.

В питании неприхотлив, уничтожает икру и мальков рыб, основном питается водными беспозвоночными. Нерестится весной при температуре воды 18...20°C, плодовитость — 1,2...5 тыс. икринок. Диаметр икринок 3...4 мм. Кладку икры в водоемах охраняет самец. В водоемах Белоруссии является объектом промысла.

Канальный сом (сомик) — *Ictalurus punctatus* (Raf.). В США его называют также проточный сом, рыба-кот, скрипун. Широко распространен в Северной Америке, особенно в бассейне Миссури и Миссисипи.

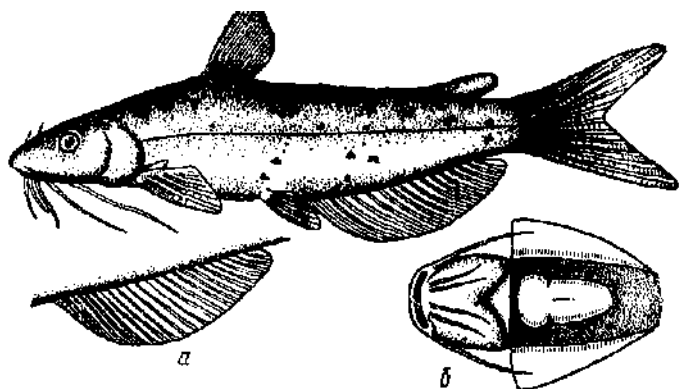


Рис. 99. Канальный сом: строение анального плавника (а) и капсулы плавательного пузыря (б)

Кожа голая, без чешуи. Боковая линия полная. Тело стройное, в хвостовом плавнике глубокая выемка, лопасти его заострены. Жировой плавник имеет свободную лопасть. Хвостовой стебель короткий. Задний край анального плавника закруглен, в нем 24...29 лучей. Длина основания *A* укладывается в зоологической длине 3,4...3,7 раза (рис. 99). *D* 11/7. Первый неветвистый луч в спинном плавнике полностью утоплен в коже. Второй луч в виде сильной колючки, его задний край зазубрен. Колючий луч имеет специальный запирающий механизм, позволяющий удерживать его в вертикальном положении без мышечных усилий. В грудном плавнике (*P* 19) первый луч представляет более мощную колючку, чем в *D*, спереди гладкую или слегка зазубренную, сзади сильно зазубренную. Число зазубрин на *P* является видовым признаком, оно колеблется от 12 до 17, чаще их 14...15. Грудные колючки также имеют запирающий механизм, соединенный плотными связками с костями пояса грудных плавников и костями головы. Три колючих луча, жестко закрепленных на соединенных между собой костях пояса грудных плавников, головы и краниальных частей позвоночника, имеют большое оборонительное значение и делают сомика практически неуязвимым для хищников, а также затрудняют рыболовные работы.

На первой жаберной дуге 15...18 тонких острых тычинок, чаще 16...17. Верхнечелюстные усики доходят до основания грудных плавников. Глаза имеют векообразную складку, щель рта расположена вертикально. Рот большой, полунижний. Верхняя челюсть несколько выдается над нижней. Губы мясис-

гие, довольно тонкие. Жаберные перепонки не приращены к межжаберной перегородке и не соединены между собой.

Зубы мелкие щетинковидные. Над входом в глотку находятся твердые пластинки, а против них два мясистых утолщения, усыпанных мелкими шипиками, предназначенными, очевидно, для раздавливания пищи подобно глоточным зубам карповых. Желудок U-образный. Кишечник короткий, имеет несколько петель. Плавательный пузырь — сложный четырехкамерный, заключен в плотную соединительнотканную капсулу, соединен с кишечником специальным протоком.

Окраска спины и боков оливково-коричневая или сероватобуря. По всему телу разбросаны округлые черные пятнышки, что отражено в его латинском названии (*punctatus*). Живот серебристо-белый. Плавники темные, часто с черной каймой. Встречаются альбиносы розовато-желтого цвета, без пятен. В период нереста самцы темнеют, приобретают интенсивную сине-черную окраску.

В естественных водоемах достигает массы 13 кг. Обычные размеры 25...80 см и масса от 300 г до 4,8 кг. Половой зрелости достигают в 3...5 лет при длине 30...37,5 см. Продолжительность жизни 6...7 лет, иногда до 10. Нерест в мае — июне при температуре воды 22...30°C. Рыба теплолюбивая.

Нерест парный. Пара образуется еще до постройки гнезда. Выбирает место для гнезда и строит его самец. Он расчищает площадку среди гальки или углубление в подмытом берегу, использует также свободные норы водяных крыс. Обычно гнездо расположено в уединенном месте в полутьме. Нерест сопровождается сложными брачными играми. Рыбы находятся в постоянном движении. Периодически они прижимаются друг к другу, и тела их как бы переплетаются. Самец надавливает самку головой на брюшко, а она, поглаживая головой брюшко самца, как бы дрожит. В эти моменты и происходит откладывание порции икры. Это повторяется через короткие интервалы в течение нескольких часов. Одновременно самец усами ощупывает отложенные икринки, анальным плавником стремится как бы сгрести их к центру — формирует кладку. В одной кладке находится от 20 до 40 тыс. икринок (рис. 100).

Икринки у канального сома светло-оранжевые, клейкие, соединяются студенистым веществом в упругую губчатую кладку, насыщенную водой. После нереста самец прогоняет самку и сам охраняет кладку икры. Работая плавниками, он создает близ кладки проточность и хороший кислородный режим. Кроме того, периодически брюшными и анальным плавниками он захватывает и встряхивает кладку, благодаря чему создается доступ свежей воды в глубь массы икры. Мертвые икринки при этом лопаются и удаляются током воды из кладки. Длится эмбрио-

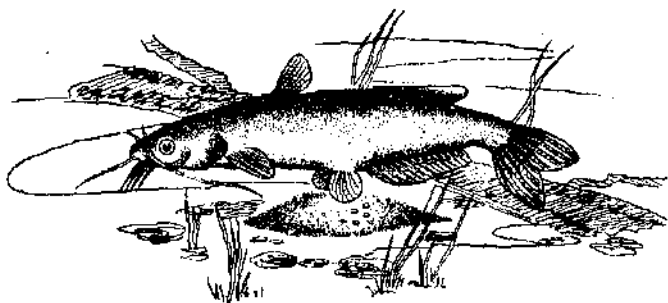


Рис. 100. Самец канального сома, охраняющий кладку икры

нальный период 5...8 сут при 25...30°С. Выклюнувшиеся свободные эмбрионы длиной 9...10 мм находятся в гнезде под неустанным вниманием самца, который удаляет остатки кладки, создавая плавниками токи воды. На 3...5-е сутки после выклева личинки поднимаются в толщу воды и к поверхности и заполняют воздухом плавательный пузырь. На 4...5-е сутки они переходят на активное питание: захватывают циклопов, мoin, дафний и постепенно выходят из-под опеки самца.

Канальный сом завезен в СССР из США (штат Арканзас) в 1972—1973 гг. личинками. На Северном Кавказе сеголетки достигают массы 4...5 г, годовики — 30 г, при выращивании в прудах при разреженной посадке двухлетки достигают массы 135...735 г. Питаются личинками стрекоз, водяными жуками, мелкой рыбой. Половой зрелости достигают на 3...4-м году жизни. На Украине в тепловодных хозяйствах трехлетки достигают массы 200...900 г, четырехлетки — 500...1250, пятилетки — 1300...2500, шестилетки — 1500...2400 г. В прудах Грузии двухлетки весят 300 г, трехлетки — 900 г.

Канального сома можно выращивать в тепловодных хозяйствах, в садках и бассейнах на отработанных теплых водах, а также в прудах субтропической зоны страны. Эти рыбы хорошо едят карповые и форелевые комбикорма, хирономид и детрит.

Мясо сомика плотное, вкусное, не уступает по качеству мясу форели.

ОТРЯД ТРЕСКООБРАЗНЫЕ — Gadiformes

К отряду относятся рыбы с замкнутым плавательным пузырем и несколько необычным расположением брюшных плавников: они находятся впереди грудных. Тазовые кости соединены

с плечевым поясом. У всех трескообразных тело покрыто циклоидной чешуей. В плавниках нет колючих лучей. Плавательный пузырь впереди имеет рожкообразные выросты.

Семейство тресковые — Gadidae

У представителей этого семейства на подбородке имеется один непарный усик. Спинных плавников три, из которых два или один удлинённый. К семейству принадлежат такие распространённые рыбы, как треска, хек, сайка, минтай, пикша, навага, а из пресноводных — налим.

Треска — *Gadus morhua morhua* L. Важная промысловая рыба северной части Атлантического и Тихого океанов. Образует несколько стад и рас в Северной Атлантике и представлена подвидом в Белом, Балтийском и других морях. Основной промысел атлантической трески наши суда ведут в Баренцевом море.

У трески 3 спинных плавника и 2 анальных. $D\ 12 \dots 15, 16 \dots 25, 16 \dots 20$; $A\ 17 \dots 23, 15 \dots 19$. Хвостовой плавник без выемки (рис. 101). Позвонков $51 \dots 55$.

Это морская стайная рыба. Взрослые держатся в придонных слоях, молодь ведёт пелагический образ жизни. Совершают протяжённые миграции.

Размножается у берегов Северной Норвегии, в основном у Лофотенских островов, а также в фиордах Мурманского побережья. Нерест продолжается с февраля по июнь (разгар в апреле) при температуре воды $4 \dots 6^\circ\text{C}$. Плодовитость от 2,5 до 10 млн икринок. Икра пелагическая, шарообразная, прозрачная, диаметром $1,2 \dots 1,5$ мм. Жировой капли нет. Выметанные икринки подхватываются течением и относятся на северо-восток. Икра рассеивается на большом пространстве. Длится эмбриональное развитие $28 \dots 35$ сут в зависимости от температуры воды.

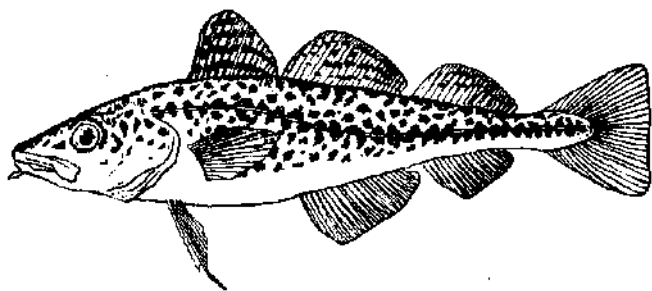


Рис. 101. Атлантическая треска

Предличники выклеваются длиной около 4 мм. Мальки размером 35...70 мм подходят стайками к берегам и ведут придонный образ жизни.

Треска — стайный хищник, поедающий мелких рыб: молодь сельди, песчанку, мойву. Растет быстро. Трехлетки достигают длины 29 см, массы 192...416 г, шестилетки — 50,7...55,2 см, 1312...1532 г; десятилетняя треска достигает длины 103 см. Половозрелой становится на 7-м году жизни, живет 20...25 лет. Зимует в западной части Баренцева моря, распространяясь до о-вов Новая Земля и Колгуев.

Высоко ценится печень трески, содержащая до 50% жира. Она богата витамином D.

Уловы трески подвержены значительным колебаниям в зависимости от урожайности поколений. Запасы ее находятся в напряженном состоянии.

В Норвегии ведутся работы по воспроизводству атлантической трески, личинок выпускают в Осло-Фьорд. В СССР на Белом море проводят работы по получению потомства трески.

Минтай — *Theragra halcogramma* (Pall.). Обитает в северной части Тихого океана, Баренцевом, Охотском и Японском морях. Это морская рыба, держится в толще воды на глубине до 700 м. Имеет 3 спинных и 2 анальных плавника. *D* 12...14, 12...18, 20...21; *A* 19...23, 21...23. Хвостовой плавник со слабой выемкой, полулунный. Нижняя челюсть выдвигается вперед, на подбородке имеется усик (рис. 102). Жаберных тычинок 34...40, позвонков 50. Размеры его в Японском море обычно 50...55 см.

Нерест в северной части ареала проходит с февраля по апрель, в южной (у берегов Кореи) — в ноябре — декабре. Икринки мелкие, пелагические, диаметром 1,19...1,91 мм, без жировых капель, прозрачные. Продолжительность эмбрионального периода при температуре воды 9...11 °C — около 7...9 сут.

Минтай откладывает две порции икры. Личинки держатся в толще воды, питаются зоопланктоном. Взрослая рыба поедает планктонных рачков мизид и энфазиевых, иногда мелких крабов.

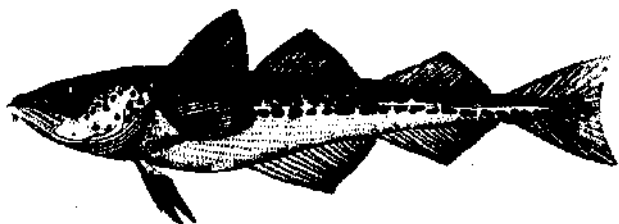


Рис. 102. Минтай



Рис. 103. Налим

Минтай имеет большое промысловое значение. Обычно используют в виде филе. Кости и внутренности идут на изготовление рыбной муки.

Налим — *Lota lota* (L.). Единственный представитель тресковых, обитающий в пресных водах. Распространен в европейской и азиатской частях СССР. Нет в бассейне Аральского моря, Балхаше, на Кавказе.

Тело удлинненное, чешуя мелкая, утопленная в коже, покрытая слизью. На ощупь налим кажется голым и очень скользким. Хвост сжат с боков. Верхняя челюсть выдается вперед. На подбородке имеется усик. Рот большой, на челюстях и сошнике многочисленные щетинковидные зубы. Спинных плавников 2, причем второй очень длинный, анальный плавник один (рис. 103). $D\ 9 \dots 15$, $68 \dots 85$; $A\ 63 \dots 81$. Позвонков $59 \dots 65$. Имеются многочисленные пилорические придатки ($20 \dots 67$). Предпочитает холодные водоемы с чистой водой и каменистым или песчаным грунтом. Держится у дна, забирается под коряги, в норы под обрывистыми берегами. Наиболее активен в холодное время года: нагуливается и размножается в зимний период. Прогрев воды более 15°C оказывает на налима неблагоприятное воздействие: он впадает в оцепенение, забирается под камни и коряги, почти перестает питаться.

Размножается зимой подо льдом с декабря до начала февраля. Икра донная, клейкая, с жировой каплей, диаметром $0,96 \dots 1,14$ мм. Продолжительность инкубационного периода в зависимости от температуры воды составляет $1,5 \dots 2,5$ мес. Половой зрелости достигает в четырехлетнем возрасте. Достигает размера 120 см и массы 24 кг. В уловах попадают рыбы массой не более 2 кг. Растет медленно: в $6 \dots 7$ -летнем возрасте достигает массы $1,6$ кг.

Питается взрослый налим в основном рыбой, иногда личинками насекомых и ракообразными.

В северных районах, особенно в Сибири, развит промысел этих рыб. Их добывают ловушками, вершами, вентерями во время зимнего хода на нерест из основных рек в притоки. Большие уловы бывают в крупных озерах — Онежском, Ладожском, Байкале.

ОТРЯД КЕФАЛЕОБРАЗНЫЕ — Mugiliformes

Представители отряда близки к окунеобразным, но отличаются от них расположением брюшных плавников, которые не входят под грудными, а позади них — на брюхе. Икра мелкая, пелагическая. Морские рыбы.

Семейство кефалевые — Mugilidae

Распространено во всех тропических и субтропических океанах и морях земного шара. В водах нашей страны добывают в Черном, Азовском и Японском морях. В 1930 г. акклиматизированы в Каспийском море.

Тело удлинненное, спереди несколько приплюснутое, покрыто серебристой циклоидной чешуей, которая заходит и на голову. Боковой линии нет. Рот небольшой. Имеется 2 довольно широких разделенных спинных плавника. Грудные плавники расположены очень высоко. В водах СССР имеется шесть видов кефалей, относящихся к одному роду *Mugil*.

Лобан — *Mugil cephalus* (L.). Встречается в Черном и дальневосточных морях. Самая крупная рыба из наших кефалей. На глазах широкие жировые веки, доходящие до зрачков. На основании грудных плавников располагается треугольная выступающая чешуйка. На голове чешуя начинается впереди ноздрей, почти от самого рыла. По бокам тела имеется 12 широких продольных полос, боковая линия отсутствует. Чешуя довольно крупная, плотная, поперечных рядов чешуй 42...44 IV, I 8...9; A III 8...9.

Лобан — эвригалинная рыба, легко переносящая смену salinности, заходит из моря в опресненные лиманы. Нерестится в Черном море вдали от берегов с мая до сентября. Икра пелагическая, диаметр 0,7 мм, развивается у поверхности воды. Здесь же держатся личинки и мальки всех кефалей, питаются планктоном. Молодь растет быстро: сеголетки в сентябре достигают длины 2...6 см, годовики весной следующего года — 4...5,5 см. Молодь держится у берегов, заходит для откорма в бухты, лагуны, лиманы, где интенсивно питается детритом, червями, ракообразными и очень быстро растет.

Взрослый лобан питается в лагунах донными обрастаниями, детритом, заглатывая вместе с ними червей, рачков, мелких моллюсков, личинок насекомых. Питающиеся кефали проплывают над дном, соскабливая с него верхний слой ила плоской лопатовидной нижней челюстью. Детрит отфильтровывается при помощи жаберных тычинок и глоточных зубов. Имеет мускулистый желудок с двумя пилорическими придатками, служащий для перетирания пищи. Кишечник длинный, обычно 2...6,5 раз превышающий длину тела, что позволяет хорошо

усваивать малопитательный детрит — основную пищу этих рыб. Черноморский лобан растет быстро, достигая в шестилетнем возрасте массы 2,6 кг и длины 56 см. Максимальная масса 5...6 кг. В уловах обычно попадаются рыбы массой 0,5...0,8 кг.

Половой зрелости достигает при длине 30...34 см. Нерест стайный.

Молодь кефалей заходит в опресненные лиманы. Эту особенность используют для организации нагульных чуларных хозяйств (чуларой называют модель кефали длиной 10...20 см): в лиманы через специальные гидросооружения весной запускают молодь для нагула и откорма, а осенью с похолоданием, когда выросшая кефаль стремится уйти в море, ее отлавливают ловушками. Чуларные хозяйства строят по берегам Черного и Средиземного морей. Широко развито выращивание кефали по побережьям тропических морей (Индия, Цейлон, Китай, Тайвань и др.).

Лобан очень жирная и вкусная рыба, его мясо высоко ценится.

Ловят лобана ставными неводами во время передвижения стай вдоль побережья.

Эти рыбы являются перспективным объектом лиманного и прудового хозяйства.

Получать потомство от лобана и сингиля можно с помощью гипофизарных инъекций. Инкубационный период длится 24 ч при температуре воды 23...26 °C и солености 17...18‰. Личинок кормят коловратками и науплиями рачка артемия салина. Месячная молодь достигает длины 20 мм и массы 100 мг, затем ее кормят обростаниями и фаршем из мидий и рыбы.

Остронос — *Mugil saliens* Risso. Распространен в Черном, Азовском и Средиземном морях. В 1930—1934 гг. был акклиматизирован в Каспийском море, где хорошо прижился. Питается детритом. Молодь хорошо поедает планктонные водоросли.

Рыло приостренное. Чешуя на голове начинается от передних ноздрей (рис. 104). На спине чешуйки имеют несколько каналов. Жирового века нет. Желудок удлинённый, кишечник в 1,4...2 раза длиннее тела, имеется 7...9 пилорических придатков различной длины. На теле 42...48 поперечных рядов чешуй. D IV, I 8...9; A III 9.

Нерестится в открытой части моря в июне — августе при температуре воды 16...25 °C. Икра мелкая, диаметром 0,7...0,9 мм, пелагическая. Плодовитость — 520...2100 тыс. икринок. Икринки имеют крупную жировую каплю, благодаря чему держатся в поверхностных слоях воды. Личинки также держатся у поверхностной пленки. Для защиты от интенсивной солнечной радиации они сильно пигментированы.

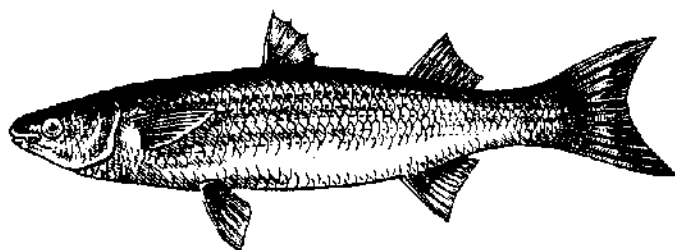


Рис. 104. Кефаль остронос

Половой зрелости достигают в возрасте 5 лет при длине 23...25 см. В уловах встречаются рыбы массой около 400 г.

При выращивании в солоноватоводных прудах эти рыбы быстро растут: двухлетки остроноса достигают массы 60...166 г, лобана — 600...700, трехлетки остроноса — 270, лобана — 1770 г.

ОТРЯД ОКУНЕОБРАЗНЫЕ — Perciformes

Это самый многочисленный по количеству таксономических единиц отряд. Он включает 21 подотряд, более 150 семейств и свыше 6000 видов, обитающих в самых разнообразных водоемах нашей планеты. Общими признаками, характерными для окунеобразных являются: плавательный пузырь не соединен с кишечником; брюшные плавники расположены под грудными или же впереди них на горле; спинных плавников обычно 2 и первый из них несет колючие лучи; чешуя чаще ктеноидная.

Окунеобразные очень многочисленны в морских и пресных тропических водоемах. В средних и северных широтах фауна окунеобразных в пресных водоемах беднее.

Семейство окуневые — Percidae

Включает пресноводных рыб Северного полушария. Представители семейства имеют 2 спинных плавника (у ерша спинные плавники срослены в один), первый из них с колючими лучами. Имеют 2 колючки в анальном плавнике. Края костей жаберной крышки зазубрены или снабжены шипами. Тело сжатое с боков, округлое. Чешуя ктеноидная.

РОД СУДАКИ — *Lucioperca*

Брюшные плавники раздвинуты. Боковая линия заходит на хвостовой плавник. На челюстях есть клыки.

Судак — *Lucioperca lucioperca* (L.). Обитает в пресной и солоноватой воде в бассейнах Балтийского, Черного, Азовского и

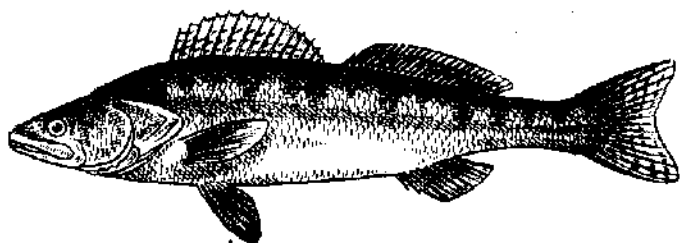


Рис. 105. Судак

Каспийского морей. Самый крупный представитель семейства окуневых: достигает длины 120 см и массы 12 кг, обычные промысловые размеры 60...70 см и 2...4 кг. Во втором спинном плавнике более 18 ветвистых лучей. *DXIII...XIV, I...III 19...24; AII...III 11...13*. Лоб уже поперечного диаметра глаза или равен ему. Щеки частично покрыты чешуей. Рот конечный. На челюстях и небных костях многочисленные зубы, есть сильные клыки. Спинной и хвостовой плавники имеют темные пятнышки, остальные — бледно-желтые. Окраска зеленовато-серая со спины, на боках 8...12 темных вертикальных полос, брюхо светлое (рис. 105).

Акклиматизирован на Урале, в Средней Азии, Сибири и на Дальнем Востоке. Хороший эффект дают пересадки судака в водоемы с богатой кормовой базой.

Судак живет в чистых пресных реках, озерах, водохранилищах и опресненных районах морей, где образует полупроходную форму. В крупных водоемах он держится в пелагической зоне, питаясь мелкой стайной рыбой. Предпочитает водоемы с хорошим кислородным режимом.

Наибольшее промысловое значение (90% уловов) имеет полупроходной судак, нагуливающийся в опресненных районах Каспийского, Азовского и Черного морей. В марте — апреле он идет в низовья Волги, Урала, Дона, Кубани и нерестится в поймах рек, залитых паводком.

В северных районах ареала нерест проходит в мае — июне при температуре 7...20 °C (оптимальная около 15 °C). Иногда нерестится в солоноватой воде с соленостью 2,5...3‰, образуя жилую солоноватоводную форму, например в Пярнуском заливе Балтийского моря.

Икру откладывает на глубине 0,5...1 м на отмытые корни растений, прошлогоднюю траву, каменистый грунт. Устраивает гнезда. Если грунт илистый, самцы движениями плавников размывают ил и освобождают круглую площадку с корневой системой растений диаметром 20...60 см. В Цимлянском водохрани-

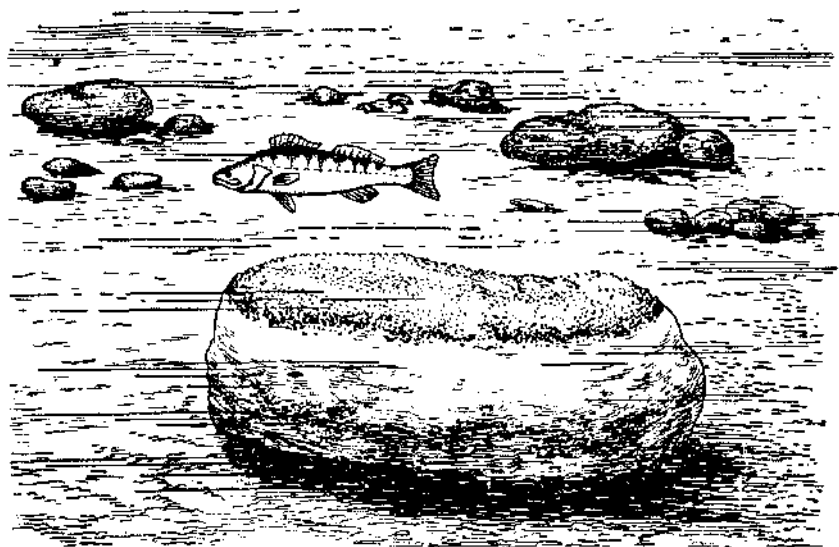


Рис. 106. Самец судака, охраняющий кладку икры на камне

лище судак устраивает гнезда-ямы диаметром до 120 см на песчаных косах и откладывает икру на плотный песок. Откладывает судак икру и на прошлогоднюю залитую растительность, отмерший рдест, отмытые течением корни ивы. Кладка гроздьевидная, рыхлая. В Куршском заливе Балтийского моря судак нерестится на крупных камнях, причем икра покрывает поверхность камня сплошным тонким слоем (рис. 106). Икринки в центре кладки лежат в 3...4 слоя. Они крепко склеены между собой и с поверхностью камня. По периферии кладки икринки лежат в один слой. Такая форма кладки позволяет выживать икре в зоне сильного волнения и прибоя.

Плодовитость судака в зависимости от размеров самки колеблется от 100 тыс. до 1,1 млн икринок. Икра мелкая, клейкая, диаметром 0,9...1,4 мм.

У судака Куршского залива в нерестовый период имеется ярко выраженный брачный наряд: самки светлее самцов, брюшко белое, грудные и анальный плавники имеют розовую или светло-желтую окраску. У самцов брюшко серовато-темное, иногда почти черное. Грудные, брюшные и анальный плавники серо-голубые, а часто интенсивно синие. Тело у самцов более стройное: брюшко отвисает меньше, чем у самки.

У судака из других водоемов наружный половой диморфизм не отмечен.

Половой зрелости достигает в 3...4-летнем возрасте. Самцы

созревают раньше самок, иногда в 2-годовалом возрасте. Продолжительность жизни самцов короче, чем самок: соответственно 6...7 и 8...9 лет. В Ладожском озере встречены судаки в возрасте 16 лет. Нерест парный. Место для откладки икры выбирает самец. Выбрав подходящий участок, он начинает кружить вокруг него, бросаясь с открытой пастью на других самцов и самок. Затем он очищает гнездо от ила и подпускает к нему избранную самку. В выборе партнера значительную роль, видимо, играет зрение. Ночью откладка икры не происходит. Выметывает икру самка за 1...2 ч: она становится над нерестовым субстратом, прикасаясь к нему брюшком. Самец держится несколько выше. Периодически самка делает конвульсивные движения. Нерест проходит скрытно. Самка покидает гнездо сразу после окончания нереста.

Отложенную икру, прежде всего от особей своего вида, охраняет самец. Он постоянно создает плавниками ток воды, омывающий икринки и поддерживающий благоприятный кислородный режим. Самоотвержено бросается на других судаков и кусает их. Своими сильными клыками самец может нанести болезненные укусы. В то же время он не обращает внимания на мелких рыб (плотву, окуня и др.), подплывающих к гнезду.

Самец охраняет гнездо в течение всего периода инкубации и еще некоторое время после выклева предличинки. При ухудшении кислородного режима или обсыхании гнезда вследствие изменения уровня режима он погибает, но не уходит от кладки икры.

Значение охраны гнезда самцов от особей своего рода заключается в предупреждении гибели кладки икры, так как следующий самец при подготовке гнезда к повторному нересту при очистке от ила уничтожил бы ранее отложенную здесь икру.

Охрана гнезда от мелкой рыбы происходит пассивно, судак отпугивает ее своим видом, размерами, поведением. В то же время такие крупные рыбы, как лещ, плотва, красноперка, не испытывают страха перед судаком, свободно подходят к его гнездам и откладывают здесь икру: у рыб, как и у птиц, наблюдается «гнездовый паразитизм», т. е. рыба, откладывающая икру в гнездо судака, обеспечивает ей защиту от врагов, хорошую аэрацию и предохраняет от заиления.

Во время нереста и охраны гнезда самцы не питаются: истощенные после нереста они в массе погибают.

Продолжительность эмбрионального развития в зависимости от температуры воды длится от 3 до 11 сут. Предличинки выклеваются длиной 4,6...5,7 мм и имеют большую жировую каплю. Они обладают положительным фототаксисом, всплывают вверх, вращаясь вокруг своей оси, на высоту 5...10 см, затем опускаются на дно. Периодически поднимаясь в толщу воды,

предличинки течением выносятся из района нерестилищ. Плавательный пузырь у них заполняется воздухом на 5...7-е сутки. Для этого личинки судака поднимаются к поверхности воды и заглатывают воздух. Через несколько дней проток, соединяющий плавательный пузырь с кишечником, зарастает. Те личинки, которым не удалось наполнить плавательный пузырь воздухом, после израсходования запасов желтка и исчезновения жировой капли затрачивают много усилий на поддержание себя в толще воды. Они отстают в росте и гибнут.

На смешанное питание личинки переходят на 3...4-й день после выклева. В это время они держатся в поверхностных слоях воды. При средней длине 3,5 см (от 1 до 5 см) они переходят на хищный образ жизни. В Азовском море переходу на питание рыбой предшествует активное питание крупными ракообразными: мизидами, гаммаридами.

Поскольку глотка у судака узкая, он не может нанести вреда крупным промысловым рыбам, в связи с чем ценится как прекрасный биологический мелиоратор и используется для давления в рыбохозяйственных водоемах малоценных мелких рыб. Судака разводят в низовьях Волги, Дона, Днепра на специальных нерестово-выростных хозяйствах, широко используют для акклиматизационных работ. В бассейне Каспийского моря обитает близкая к судаку рыба — берш *Lucioperca volgensis* (Gmel.).

РОД ОКУНИ — *Perca*

Брюшные плавники сближены. Имеется два спинных плавника: во втором не более 15 ветвистых лучей. Щеки сплошь покрыты чешуей, клыков нет.

Окунь — *Perca fluviatilis* (L.). Широко распространен в водоемах Европы, Азии, Северной Америки. Имеется в бассейне Каспийского и Аральского морей, в водоемах Сибири, встречается до Колымы. К роду кроме обыкновенного относится балхашский окунь, обитающий в озерах Балхаш и Алакуль.

Окунь покрыт мелкой, плотно сидящей ктеноидной чешуей. Имеет 2 спинных плавника (рис. 107). Первый состоит из колючих лучей, на его заднем конце хорошо заметно черное пятно. Брюшные плавники сближены. *D* XIII...XVII, I...III 12...16; *A* II 8...9. В боковой линии 57...77 чешуй. Тело зеленовато-желтое, по бокам 5...9 черных поперечных полос. Первый спинной плавник серый, второй — зеленовато-желтый, грудные плавники желтые, брюшные, хвостовой и анальный — красные.

Обитает в пресноводных водоемах: озерах, водохранилищах, реках, прудах. Особенно распространен в мелких равнинных эвтрофных озерах, так называемых окунево-плотвичных, кото-

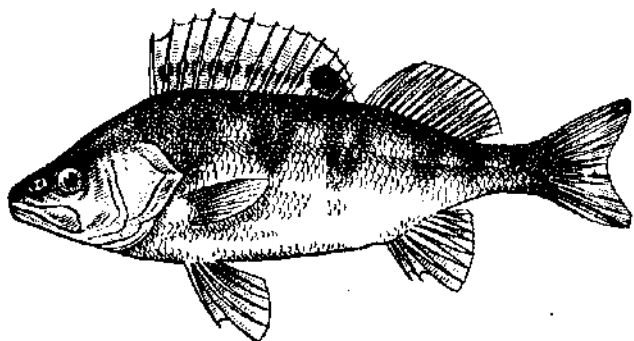


Рис. 107. Окунь

рые составляют значительную часть рыбохозяйственного озерного фонда страны. В крупных озерах представлен двумя формами: прибрежным «травяным» окунем, растущим медленно, питающимся в основном беспозвоночными животными, и крупным «глубинным» окунем, быстрорастущим, населяющим более глубокие участки и питающимся рыбой.

Нерестится в марте — мае при температуре воды $7...8^{\circ}\text{C}$. Половой зрелости достигает на 3...5-м году жизни. Кладка икры представляет собой длинную полую трубку, стенки которой имеют ячеистое строение. Размер ячеек 6 мм, они построены из прочного студенистого вещества, защищающего икринки от болезнетворных грибков (сапролегнии) и хищников. К нерестовому субстрату окунь нетребователен, кладки икры развешивает на прошлогодней растительности, затопленном кустарнике. Продолжительность эмбрионального периода при температуре $16...20^{\circ}\text{C}$ — около 5 сут, при $10...12^{\circ}\text{C}$ — до 18...20 сут. Диаметр икринок 2...2,5 мм. Плодовитость — от 12 до 300 тыс. икринок. Желточный мешок у предличинки рассасывается на 3...4-й день после выклева. Личинки питаются зоопланктоном. В некоторых водоемах молодь окуня уже на первом году жизни начинает хищничать, питаясь молодькой рыб. Мелкий окунь травлирует значительно большее количество личинок других видов рыб, чем поедает. Многих личинок он захватывает, но не глотает, а вылевывает, нанося им серьезные повреждения.

Мелкие взрослые рыбы питаются в некоторых водоемах зоопланктоном, личинками хирономид и другими беспозвоночными животными, а крупные — хищничают. На нерестилищах окунь поедает икру других рыб.

Окунь нетребователен к условиям размножения, питания, гидрохимическому режиму, поэтому он заселяет практически любые водоемы и является одним из наиболее часто встречае-

мых представителей нашей ихтиофауны. Имеет местное промысловое значение: в мелких озерах дает до 50% улова. Много окуня вылавливают рыболовы-любители. В прудах и управляемых озерных хозяйствах является нежелательным (сорная рыба), так как конкурирует с более ценными рыбами в питании и уничтожает их молодь. Мясо вкусное, но костистое.

РОД ЕРШИ — *Gymnocephalus*

Спинные плавники соединены вместе, на боках головы развиты слизоотделительные полости, зубы щетинковидные.

Ерш — *Gymnocephalus cernuus* (L.). Широко распространен в пресных водах Европы и Сибири, кроме Амура. Есть в бассейне Аральского моря (Сырдарья, Амударья).

Спинные плавники соединены вместе, образуя один длинный плавник. *D* XI...XVI 10...15; *A* II 5...6. Рыло короткое тупое. Рот полунижний, выдвижной. На боках головы имеются большие слизоотделительные полости. Голова голая, без чешуи. Крышечная кость заканчивается шипом. Чешуя ктеноидная. В боковой линии 35...40 чешуй, жаберных тычинок 8...13. Окраска серо-зеленая с бурыми пятнышками. На спинном и хвостовом плавниках есть темные пятнышки (рис. 108). Небольшая рыбка длиной 15...20 см и массой до 200 г.

Населяет реки, озера, проточные чистые пруды. Многочислен в волжских водохранилищах. Нерестится в апреле — июне при температуре воды 4,5...18 °C на небольшой глубине на каменисто-песчаных грунтах, иногда на залитых пойменных лугах.

Половая зрелость наступает в двухгодичном возрасте. Нерест порционный. Плодовитость от 4 до 100 тыс. икринок. Икра донная, клейкая, с большой жировой каплей, диаметром около

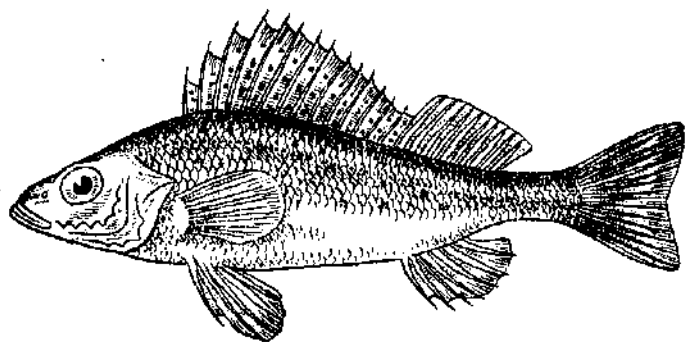


Рис. 108. Ерш

1 мм. Продолжительность развития эмбрионов около 5 сут при температуре 15,7 °С. Личинки питаются зоопланктоном.

Взрослые особи очень прожорливы, питаются бентосом: хирономидами, ракообразными, поедают в массе икру и личинок других рыб, чем наносят ущерб рыбному хозяйству. Для получения одинакового прироста ершу требуется в шесть раз больше пищи, чем лещу. Растет медленно. Продолжительность жизни ерша составляет около 8...20 лет. Для борьбы с ершом в водоемы вселяют судака и других хищников, вылавливают его на перестилищах.

Ерш является объектом местного промысла. В большом количестве его вылавливают рыболовы-любители. В некоторых озерах, например Псковско-Чудском, его ловят специальными неводами — «мутниками». В 1988 г. улов составил 1815 т.

В реках бассейна Черного и Азовского морей обитает ерш-носарь — *Gymnoscephalus ascerina* (Güld.), который отличается от обыкновенного ерша длинным рылом и более мелкой чешуей. Промыслового значения не имеет.

Семейство каменные окуни — Serranidae

Это морские рыбы, обитающие главным образом в субтропических и тропических областях океанов. Существуют и пресноводные виды.

Имеют обычно один спинной плавник с хорошо выраженной колючей передней частью, иногда обособленной в отдельный плавник. В анальном плавнике три колючих луча. Брюшные плавники, расположенные на груди, имеют одну колючку. Зубы острые, щетинковидные, расположены в несколько рядов.

В Средиземном и Черном морях обитает полагический хищник — лаврак *Morone labrax* (L.), достигающий длины 1 м и массы 12 кг.

Полосатый окунь — *Morone (Roccus) saxatilis* (Mitchill). Крупная стайная эвригалинная рыба, обитающая в западной прибрежной части Атлантического океана, в заливах и низовьях рек Северной Америки. Акклиматизирован на тихоокеанском побережье США. Является перспективным объектом акклиматизации в наших южных морях. Тело удлинненное, 2 спинных плавника, передний состоит из колючих лучей. Окраска туловища серебристая, имеется 8 продольных темных полос на боках. На нерест входит в реки, поднимаясь на 100...150 км. Половая зрелость наступает у самцов в двухлетнем, а у самок — в четырехлетнем возрасте. Нерест проходит с апреля по июнь. Одну самку обычно сопровождают несколько самцов, нерест бурный. Плодовитость колеблется в зависимости от размеров самок от 200 тыс. до нескольких миллионов икринок. У самки массой

22 кг было обнаружено 5 млн икринок. При температуре 17... 19°C инкубационный период продолжается 44... 50 ч. Икринки мелкие, диаметром 1,3 мм, имеют жировую каплю. После набухания их диаметр увеличивается до 3,4 мм, икринки плавают в толще воды. Предличинки выклеиваются в низовьях и дельтах рек, держатся у берегов. В заливы и прибрежные участки оксана они мигрируют на второе лето, достигнув длины 15 см. Мальки и молодь хорошо переносят смену солености воды от пресной до 35‰.

Самки крупнее самцов, достигают массы 35...37 кг, самцы — 18 кг. Обычно в уловах попадаются рыбы массой 2... 5 кг.

Взрослый полосатый окунь питается мелкой рыбой (анчоус, атерина, мелкая сельдь и др.) и крабами, молодь — зоопланктоном и бентосом (черви, мизиды, гаммариды, личинки хирономид). В США является объектом промышленного и спортивного рыболовства. Акклиматизирован в ряде пресноводных водохранилищ, является объектом искусственного разведения. В бассейн Черного и Азовского морей выпущено несколько тысяч сеголетков средней массой 35... 65 г, отмечен вылов двухлетков длиной 31... 35 см.

Плодовитость самок, выращенных в пресноводных прудах, имеющих массу 3... 3,5 кг, колеблется от 200 до 600 тыс. икринок.

Китайский окунь — *Siniperca chuatsi* (Basilewsky). Эта хищная очень ценная рыба обитает в бассейнах рек — Амур, Сунгари, Уссури и оз. Ханка. Распространена на юге Китая. Встречается в водоемах Кореи. В некоторых реках ведется промысел этой рыбы. По внешнему виду похож на окуневых. Тело, сжатое с боков. Чешуя заходит на голову, покрывая щеки и крышечную кость. В брюшных плавниках 1 колючий и пять ветвистых лучей (рис. 109), D XI...XII 13...14, A III 9...10.

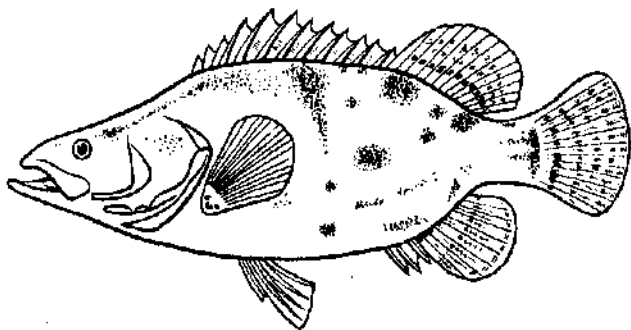


Рис. 109. Китайский окунь, аука

В боковой линии 108...120 чешуй. Пресноводная быстрорастущая рыба. Представляет интерес как объект акклиматизации в наших южных озерах и водохранилищах, где имеется богатая кормовая база. Половой зрелости достигает на 3...4-м году жизни при длине тела 30...35 см. Нерестится в июне—июле при температуре воды 20...24 °C у поверхности воды. Половой диморфизм не выражен. Нерест парный, сопровождается брачными играми. Выметывается 2...3 порции икры по 60...100 тыс. икринок, максимальная плодовитость—до 500 тыс. икринок.

Икра полупелагическая, развивается в толще воды. Диаметр набухших икринок 1,7...2,2 мм, желток содержит 1...2 жировые капли. Икра желтовато-зеленая, сферической формы, упругая. Эмбриональное развитие происходит при температуре 21...22 °C, продолжается 2...3 сут, при 25,8 °C—34...40 ч. Выклюнувшиеся личинки имеют длину 4...4,8 мм и большой желточный мешок. Переход на активное питание происходит очень быстро, уже через 1,5...2 сут после выклева. У 3...4-дневных личинок уже есть зубы размером 0,1...0,15 мм. Личинки почти не питаются зоопланктоном, а сразу начинают охотиться на личинок мелких карповых рыб. Иногда заглатывают добычу размером больше себя, в этом случае хвост жертвы долго торчит из рта хищника. В водоемах ареала мальки достигают в августе длины 50...63 мм, в сентябре—130...160 мм. Китайский окунь достигает массы 4,1 кг, иногда 6 кг, обычно в уловах попадаются рыбы массой 1...2 кг. Разрабатывается биотехника разведения китайского окуня. В условиях Азовского моря сеголетки китайского окуня при кормлении рыбой в середине сентября достигают длины 7,2...8,0 см и массы 10...12 г; трехлетки достигают массы 0,5...0,7 кг, четырехлетки—0,8, пятилетки—1,3, шестилетки—1,7, семилетки—2 кг. Китайский окунь выносит сезонные колебания температуры воды от 1 до 32 °C, снижение содержания кислорода до 0,4 мг/л, а также устойчив к загрязнению среды.

Семейство хромисы (цихловые) — Cichlidae

Распространены в тропических водах Африки, Южной и Центральной Америки, Юго-Западной Азии, Индии, на Цейлоне и Мадагаскаре. В больших Африканских озерах обитает до 200 видов. В озерах Чад, Альберт и других ведут промысел этих рыб. Тело довольно высокое, сжатое с боков. Спинной плавник один, неразделенный, длинный; его передняя часть состоит из колючих плавников, а задняя—из мягких. В брюшном плавнике 1...2 колючих луча, в анальном плавнике несколько

сильных колючек. Жаберные крышки голые, не покрытые чешуей.

Некоторые виды являются объектом промысла и тепловодного рыбоводства. Животноводные и растительноводные рыбы. Вносят соленость до 15‰. Многие из цихлид проявляют заботу о потомстве. Наибольшее хозяйственное значение имеют тилапии

Триба тилапии — *Tilapini*

Эта группа рыб включает роды, различающиеся по биологическому размножению. У представителей рода *Oreochromis* (*O. mossambicus*, *O. niloticus*, *O. aureus*) выметанную икру и эмбрионы вынашивают в ротовой полости самки. Их плодовитость невелика — от 0,5 до 1,2 тыс. икринок. У представителей рода *Crotherodon* (*S. macrocephalus*, *S. galilaeus*) икру и эмбрионы ротовой полости вынашивает не самка, а самец. Плодовитость самок также невелика — 0,3...0,5 тыс. икринок. К роду *Tilapia* относятся виды (*T. zillii*), откладывающие икру в гнезда на сустрате (твердый грунт, плотный песок, отмытые корни растений). Забота о потомстве отсутствует, а плодовитость более высокая — от 5 до 10 тыс. икринок.

Характерным признаком рыб из группы тилапий является то, что боковая линия прервана и находится на двух уровнях.

Тилапия мозамбикская — *Oreochromis mossambicus* (Peters). Широко распространенный объект прудового рыбоводства субтропического и тропического поясов. Из Юго-Восточной Африки перевезена и разводится в Гвиане, Израиле, Корее, Японии, Индокитае, на Филиппинах. В СССР разводят в аквариумных условиях и в бассейнах тепловодных хозяйств на геотермальных источниках. Это всеядная рыба. Она может достигать крупных размеров: в Индонезии — длины 40 см и массы 2,5 кг, на Кубе до 1,5...2 кг. Обычно товарной считается рыба длиной 20 см и массой более 150 г. Обитает в пресных водах. D XVI A III 10...11. В боковой линии 30...32 чешуи (рис. 110).

Половой зрелости достигает на первом году жизни в возрасте 5...6 мес. У половозрелых особей темп роста снижается, так как энергия затрачивается на интенсивное размножение. В тропических водах размножается круглый год, выметывая икру до 16 раз, обычно 4...6 раз в год. Плодовитость невелика — до 1,2 тыс. икринок, обычно 500...600 икринок. Самки крупнее самок и растут быстрее. Заботится о потомстве сама. Икру она откладывает в гнездо-ямку, устроенное на дне среди камней или песка, затем забирает ее в рот, где и происходит инкубация. Икринки желтоватого цвета, неправильной эллипсоидной формы, длиной до 2 мм, один конец утолщенный. Продолжительность инкубационного периода зависит от температу-

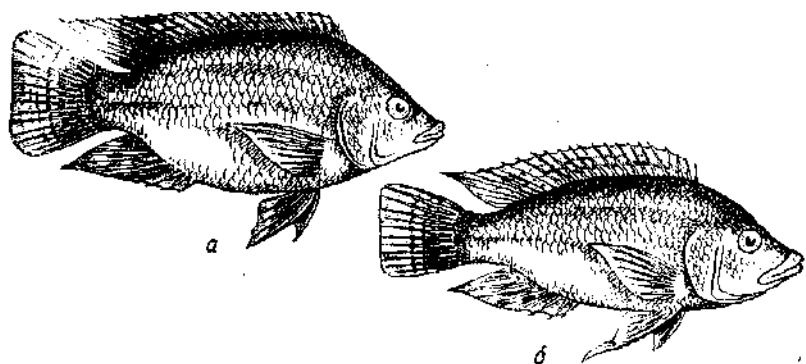


Рис. 110. Мозамбикская тилapia:
а — самка; б — самец

ры воды: при 25...30 °C икра развивается 3...7 сут, при 22...24 °C — 7...10 сут.

Замечательная способность тилapiи — инкубировать икру в ротовой полости, где она хорошо смывается водой благодаря работе жаберного аппарата матери и полностью защищена от врагов, позволяет этой рыбке быстро создавать популяции высокой численности, несмотря на невысокую плодовитость. Свободные эмбрионы имеют большой желточный мешок и первые 3...4 сут не покидают своего надежного убежища — ротовой полости самки. Затем личинки начинают активно плавать, не удаляясь от матери. При малейшей опасности по сигналу самки они моментально прячутся в ее широко раскрытый рот. Когда опасность минует, самка снова выпускает стайку мальков на «прогулку» для поисков пищи. Длится охрана активно плавающей молодежи около 7 сут, затем подросшие мальки покидают самку и начинают вести самостоятельную жизнь.

Молодь питается зоопланктоном и фитопланктоном. Взрослая тилapia — всеядная рыба, питающаяся зарослевой фауной, но главная роль в питании принадлежит подводным обрастаниям и растительности. Тилapia — перспективный объект разведения в тепловодных промышленных хозяйствах, выносит повышение температуры до 38 °C.

Как и у других растительноядных рыб, у тилapiи мозамбикской очень длинный кишечник: он в 8...10 раз превышает длину тела, однако желудок хорошо выражен.

В нашей стране тилapiю разводят в аквариумах и в тепловодных хозяйствах на водоемах-охладителях ГРЭС.

Мясо мозамбикской тилapiи нежное, нежирное, вкусное. Ценится мясо некрупных особей массой 250...300 г.

Тилapia зилли — *Tilapia silli* (Gervais). Распространена в экваториальной Африке, в озерах Виктория, Альберта и других водоемах. Встречается на умеренно освещенных песчаных или илистых отмелях, а также у затененных мелководий и среди зарослей подводной растительности.

Окраска довольно яркая. Тело оливкового цвета с голубоватым переливающимся блеском. Губы ярко-зеленые, грудь розоватая. В период нереста на теле появляется малиновая окраска. На теле 6...7 поперечных темных полос. Спинной и хвостовой плавники оливкового цвета с желтыми пятнами. На спинном плавнике большое черное овальное пятно, окруженное желтым ободком.

В отличие от других тиланий, в питании которых значительную роль играют планктонные водоросли, тилания зилли в основном питаются листьями и побегами высших водных растений обрастаниями на них. Эта особенность делает тиланию зилли ценным объектом разведения в прудах субтропиков и в бассейновых тепловодных хозяйствах с замкнутой системой водоснабжения в качестве биологического мелiorатора для борьбы с высшей водной растительностью и утилизации остатков кормов.

Икру откладывают в гнезда, устроенные в виде ямки, прием кладка икринок находится на уплотненном дне. Заботу об икре и выклюнувшихся личинках берет на себя самец.

Семейство змееголовые — Ophiocephalidae

Обитают в тропических и субтропических водоемах Азии и Африки. В водах СССР живет один род с одним видом в бассейнах рек Амур, Уссури и оз. Ханка.

Змееголов — *Ophiocephalus argus warpachowskii* Berg. окраска зеленовато-желтая. За глазами 2 длинные узкие полосы, продолжающиеся до заднего края жаберной крышки. По телу разбросаны крупные, резко очерченные бурые пятна.

Тело удлиненное, в поперечном сечении округлое, в задней части сжатое с боков (рис. 111). Голова уплощенная, напоминающая змеиную, что и отражено в названии рыбы. Рот боль-

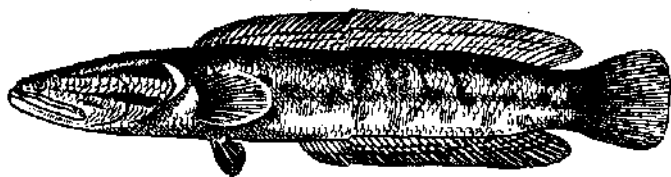


Рис. 111. Змееголов

пой, конечный, верхняя челюсть заходит за глаз. Тело и голова покрыты циклоидной плотно сидящей чешуей. Кожа выделяет много слизи. Спинной и анальный плавники очень длинные, без колючих лучей. $D\ 50 \dots 53$; $A\ 33 \dots 38$. В боковой линии 63...75 чешуй. Над жаберной полостью имеется полость: наджаберный орган, служащий для дыхания атмосферным воздухом. Наджаберный орган образован пластинчатыми отростками первой жаберной дуги, покрытыми слизистой оболочкой, богатой кровеносными сосудами, отходящими от жаберных артерий. Если змееголова лишить доступа к воздушной среде, то он гибнет даже в воде, содержащей значительное количество кислорода, т. е. дыхание атмосферным воздухом для этой рыбы является жизненной необходимостью. Змееголов может несколько дней (при 7°C до недели) прожить без воды, может жить в очень загрязненной воде. Эти необычные для многих рыб особенности делают змееголова перспективным объектом для выращивания в условиях рыбоводных систем с замкнутым водонабжением при дефиците свежей воды. Достигает длины 1 м, массы 8 кг.

Размножается летом в июне — июле, нерест порционный, от одного до пяти раз в течение одного лета. Половой зрелости достигает на третьем году жизни при длине около 30 см. Плодовитость до 50 тыс. икринок, обычно 7 тыс. икринок. Икринки диаметром около 2 мм, желтого цвета, плавающие, имеют большую жировую каплю. Перед нерестом самец и самка расчищают реди зарослей рогоза, камыша, осоки свободный участок в виде правильного круга до 1 м в диаметре. Икринки плавают у поверхности среди листьев растений. Икру и выклюнувшуюся юльду охраняет самец около двух недель до перехода личинок к активному плаванию. Продолжительность инкубационного периода — 2 сут при температуре воды $23 \dots 25^{\circ}\text{C}$. Предличинки первое время остаются в гнезде у поверхности воды, удерживаемые огромной жировой каплей. На желточном мешке у эмбрионов развивается разветвленная сеть кровеносных сосудов, служащих для дыхания в условиях недостатка кислорода в небольших сильно прогреваемых водоемах со стоячей водой, где размножается змееголов. Эти рыбы выдерживают температуру воды до 40°C .

Взрослая рыба — хищник, засадчик. Питается рыбой, лягушками, крупными беспозвоночными. Может по суше перемещаться из одного водоема в другой.

При завозе растительноядных рыб с Дальнего Востока и из Китая в водоемы Узбекистана был случайно завезен и змееголов. Он вышел из рыбхозов в естественные водоемы и стал промысловой рыбой в низовьях Амударьи и Сырдарьи, встречается в среднем течении рек Чирчик, Ахангаран.

Перспективный объект для прудового рыбоводства в южных районах страны, тепловодных хозяйствах, системах с замкнутым водоснабжением. В естественных водоемах может нанести вред местной ихтиофауне.

Семейство головешковые — Eleotridae

Относятся к бычковидным рыбам. Брюшные плавники сближены между собой. Обитают в основном в водоемах тропиков и субтропиков. Известно до 80 родов. Морские и пресноводные рыбы.

Головешка (ротан) — *Percottus glehni* Dybowky. Голова большая, около 30% длины тела, слабо уплощена. Основания брюшных плавников сближены, в отличие от других бычковидных грудные плавники небольшие, неширокие (рис. 112). Окраска различна в зависимости от условий обитания — от светлой до темной. Спина черно-зеленая, бока желтоватые с округлыми темными пятнами. На плавниках многочисленные темные пятна и полосы. В период нереста самец имеет угольно-черный цвет.

Впервые в европейскую часть страны ротан был завезен в 1912 г. Быстро размножившись, эти животноядные рыбы наносят большой ущерб местной ихтиофауне. Попал в водоемы Средней Азии вместе с растительноядными рыбами. В ряде водоемов уничтожил полностью местную ихтиофауну и является единственной рыбой, причем крупные поедают мелких. На примере ротана видно, к каким тяжелым последствиям может привести непродуманная акклиматизация рыб и других водных организмов.

Средние размеры ротана около 14 см, изредка 24 см. Половой зрелости достигает в 2...3 года, имея длину 6 см и массу 1...5 г. Нерестится в июне — июле при температуре воды 15...20 °C. Нерест порционный. Икринки продолговатые, при-

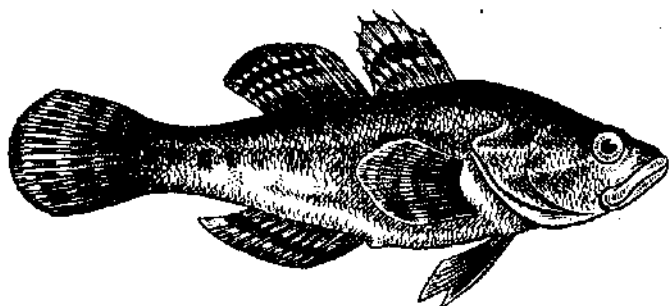


Рис. 112. Головешка (ротан)

клеиваются к твердому субстрату. Единовременно самка откладывает от 100 до 300 икринок, которые охраняет самец.

Продолжительность эмбрионального развития от 10 до 20 сут. Выклюнувшиеся предличинки имеют очень небольшой запас желтка и начинают активно плавать уже через 20...60 мин после выклева. На смешанное питание они способны переходить уже через 1...3 ч после выклева, т. е. значительно раньше других рыб. Молодь питается зоопланктоном, затем бентическими организмами. Взрослые питаются личинками насекомых (хирономид, стрекоз, жуков), а также мальками и мелкими рыбами. Ротан длиной 8 см способен заглатывать 5...6-сантиметровых рыб, при этом добыча переваривается 2...3 сут.

Ротан исключительно выносливая рыба: переносит дефицит кислорода, может зимовать в промерзших до дна водоемах, зарываясь в ил, обитает в болотах с кислой средой. Эта сорная мелкая рыба стала обычной в Подмоскowie. Промыслового значения не имеет. Наносит вред рыбному хозяйству.

ОТРЯД КАМБАЛООБРАЗНЫЕ — Pleuronectiformes

Морские донные рыбы: лишь некоторые представители обитают в пресных водах в период нагула. Большинство видов живут в тропических морях. Особенно богата камбалами ихтиофауна Тихого океана, откуда они, по-видимому, расселились по другим районам земного шара. Близки к окунеобразным, но отличаются от них тем, что во взрослом состоянии их тело приобретает несимметричное строение. Глаза оказываются на одной стороне тела, а вторая сторона, обращенная к грунту, остается «слепой» и непигментированной. У представителей отряда нет плавательного пузыря во взрослом состоянии. Брюшные плавники впереди грудных.

Наибольшее промысловое значение имеют семейства ромбы и камбаловые.

Семейство ромбы [калкановые] — Bothidae

Тело несимметричное, сжатое с боков, овальной или ромбической формы. Оба глаза сдвинуты на одну, обычно левую сторону. Брюшные плавники асимметричные. Икринки пелагические, содержат жировую каплю. Рот большой, конечный, симметричный, нижняя челюсть несколько выдвигается вперед. Край предкрышки свободный. Личинки выклеваются из икры симметричными. Затем они начинают претерпевать серьезные изменения в строении: тело сильно сжимается с боков и правая сторона головы начинает расти в высоту быстрее левой, в связи с чем оба глаза перемещаются на левую сторону. Правая сто-

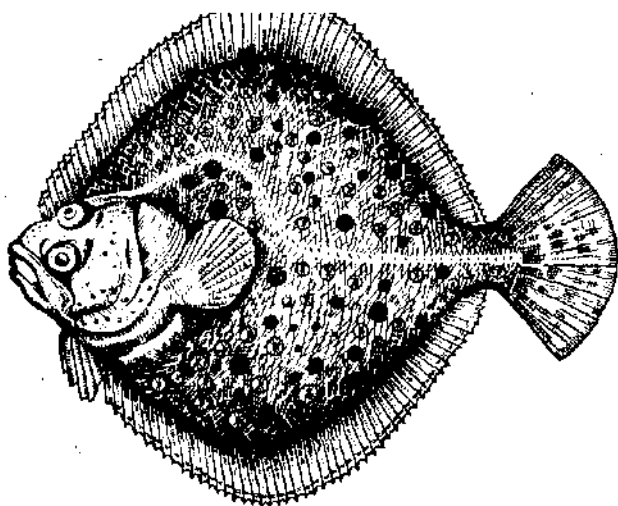


Рис. 113. Черноморский калкан

рона тела становится слепой. Мальки имеют несимметричное строение и опускаются на дно, на правую сторону тела.

В водах СССР обитает четыре рода калканов с семью видами.

Черноморский калкан — *Scophthalmus maeoticus* (Pall.). Ценная промысловая рыба, обитающая в Черном море. Тело высокое, плоское. Чешуи нет. На обеих сторонах тела расположены острые костные шипы со вздутыми основаниями (рис. 113). Глаза находятся на левой стороне. Рот большой, конечный. Боковая линия изогнута, огибает грудной плавник, в ней 85...86 отверстий. Спинной плавник длинный, начинается на голове. Анальный плавник длинный. $D\ 60 \dots 70$, $A\ 44 \dots 52$, P глазной стороны 11...13. Достигает больших размеров — длины 85 см и массы 15 кг.

Молодь нагуливается на песчаных отмелях, взрослые держатся на глубине до 120 м. Обычно лежат на дне, замаскировавшись грунтом, который набрасывают плавниками на поверхность тела. Окраску изменяют, приспособляясь к окружающему фону местности. Половой зрелости самцы достигают в возрасте 7...8 лет, самки — в 8...11 лет. Самцы мельче самок. Плодовитость очень велика — от 3 до 13 млн икринок. Нерест порционный, в марте — июне с пиком в мае, отмечается не каждый год. Вымет икры проходит при температуре воды выше 8°C. Икра пелагическая, диаметром 1,2...1,3 мм, прозрачная. При температуре 16...18°C эмбриональное развитие длится

1 сут. Предличинки прозрачны, плавают в верхних слоях воды. Плавательный пузырь заполняется воздухом на 5...6-е сутки после выклева. При длине 27...30 мм становятся асимметричными и опускаются на дно.

Калкан — хищник. Питается донными и пелагическими рыбами (хамса, атеринка, бычки) и ракообразными.

Мясо белое, очень вкусное. В нашей стране начаты работы по разведению калкана в морских хозяйствах.

Семейство камбаловые — Pleuronectidae

Распространены во всех открытых морях СССР, некоторые входят в реки. В наших водах обитают 17 родов с 36 видами. Тело несимметричное, сильно сжатое с боков. Рот конечный, у некоторых видов нижняя челюсть выдается вперед. Оба глаза находятся на правой стороне. Спинной и анальный плавники очень длинные. Икринки пелагические, жировых капель не содержат. Предличинки симметричные, обитают в пелагиали, после метаморфоза опускаются на дно.

Обыкновенный (белокорый) палтус — *Hippoglossus hippoglossus* (L.). Обитает в Атлантическом и Тихом океанах. В Атлантике обычен от Бискайского залива до Исландии, Шпицбергена, Баренцева моря. Распространен в Охотском и Баренцевом морях. Относится к роду белокорых палтусов (*Hippoglossus*).

Тело плоское, сжатое с боков, заостренно-овальной формы. Боковая линия имеет резкий изгиб над грудными плавниками (рис. 114). Спинной и анальный плавники длинные. $D\ 91 \dots 106$, $168 \dots 75$, $P\ 14 \dots 18$. Чешуя циклоидная, мелкая. Самая крупная из камбаловых рыб: достигает длины 4,7 м и массы 300 кг. В уловах обычно попадаются рыбы длиной до 60 см.

В Баренцевом море держится на глубине до 200 м. Нерест проходит у берегов Норвегии с конца декабря до апреля при температуре воды 6...7°C на глубине 300...700 м, а у Ислан-

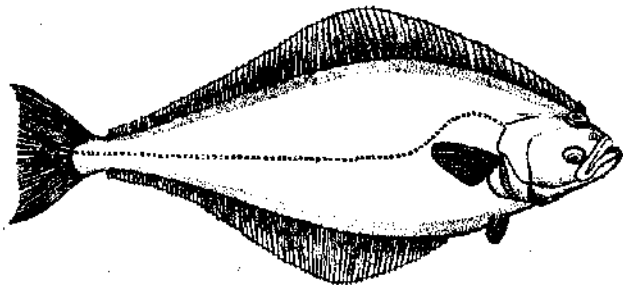


Рис. 114. Обыкновенный (белокорый) палтус

дни — до 1000 м. Плодовитость палтуса очень велика — от 1, до 3,5 млн икринок. Икринки плавают в придонных слоях вод (батипелагические), их диаметр 3,5...4,2 мм. Продолжительность эмбрионального развития при 6°C около 16 сут. Личинки сначала держатся в толще воды. Метаморфоз у них заканчивается при длине 32...40 мм (оба глаза оказываются на правой стороне тела), после чего они переходят на донный образ жизни.

Половая зрелость наступает на 10...14-м году жизни у самцов и на 10...11-м году у самок. Продолжительность жизни 25...30 лет. Молодь питается планктонными беспозвоночными: взрослые особи хищничают, поедают песчанку, треску, камбалу, сельдь и других рыб.

Палтус обладает исключительно вкусным нежным мясом: жирностью более 5%. Реализуют его обычно в копченном виде. В ряде стран палтуса выращивают в морских хозяйствах. Запасы этих рыб находятся в напряженном состоянии.

Контрольные вопросы

1. Чем различаются надклассы бесчелюстных и челюстноротых?
2. Перечислите основных представителей класса хрящевых рыб.
3. Охарактеризуйте рыб отряда осетрообразные.
4. Расскажите о биологии веслоноса и русского осетра.
5. Перечислите морфологические признаки представителей группы костистые рыбы.
6. Расскажите о биологии сельдевых и лососевых (семги, кеты и горбуши) рыб.
7. Охарактеризуйте род белорыбцы.
8. Перечислите основные признаки сиговых (пеляди, муксуна, чира) рыб.
9. Какова биология щуки и речного угря?
10. Расскажите о систематике отряда карпообразных.
11. Какова биология плотвы, воблы, тарани, белого и черного амура?
12. Охарактеризуйте род лещей.
13. Расскажите о размножении, росте и питании сазана.
14. Какова биология белого и пестрого толстолобиков?
15. Охарактеризуйте род карасей.
16. Каковы отличительные особенности рыб из семейств чукучановые, сазановые, кефалевые и камбаловые?

ГЛАВА 4

ЗНАЧЕНИЕ РЫБЫ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И ХАРАКТЕРИСТИКА УЛОВОВ

МИРОВОЙ РЫБНЫЙ ПРОМЫСЕЛ

Добыча рыбы и других водных животных и растений — один из самых древних занятий человека. Уже за 300 тыс. лет до нашей эры человек добывал рыбу копьём или обычными стрелами из лука. Возникновение рыболовства как особой отрасли

4. Уловы рыб и нерыбных объектов, по данным ФАО, тыс. т

Океан	Площадь, млн км ²	1980 г.	1985 г.	1986 г.
Атлантический	93,4	24987,9	24595,3	24346,8
Индийский	74,9	3550,1	4388,3	4464,5
Тихий	178,9	35327,5	45890,2	51030,0
Южный сектор Мирового океана	—	594,1	264,9	503,8

озийственной деятельности произошло в мезолите примерно в 9 тыс. лет до нашей эры. В раскопках этого периода постоянно встречаются рыболовные крючки и гарпуны из кости рис. 115, 116).

Рыба всегда играла большую роль в питании народов, населяющих побережья морей, рек и озер. Некоторые народности Дальнего Востока изготавливали из кожи рыб водонепроницаемую одежду.

В настоящее время вылов рыбы и других водных организмов достиг очень большой величины. На каждого жителя нашей планеты он составляет 17...20 кг/год. По данным ФАО*, в 1987 г. мировой улов составил 95,9 млн т. Пресные воды дают 8,5%, остальное количество рыбы добывают из морей и океанов. Улов рыбы в нашей стране составляет 12...13% мирового улова, однако рыба составляет небольшую долю в рационе белкового питания — около 22%. В других странах эта доля колеблется в значительных пределах — от нескольких до 3%. Во многих странах Азии, Африки и Латинской Америки рыба часто обеспечивает основную часть скудного белкового рациона.

Без прогнозирования уловов уже невозможно дальнейшее развитие рыбного хозяйства, так как запасы многих видов рыб находятся в напряженном состоянии. Так, по рекомендациям ученых, уловы в Атлантическом океане находятся на одном уровне (табл. 14).

Допустимый вылов из океанов определяется научными организациями в 120 млн т, поэтому ожидать большого прироста улова традиционных морепродуктов не приходится. Отмечается резкое снижение запасов многих ценных рыб и беспозвоночных: сельдей, тресковых и камбаловых в Северной Атлантике, кефалей в Черном море, крабов, креветок и ценных моллюсков в дальневосточных морях. В то же время выявлены новые потенциальные объекты океанического промысла — мезопелагические

* Орган Организации Объединенных Наций по вопросам питания и сельского хозяйства.

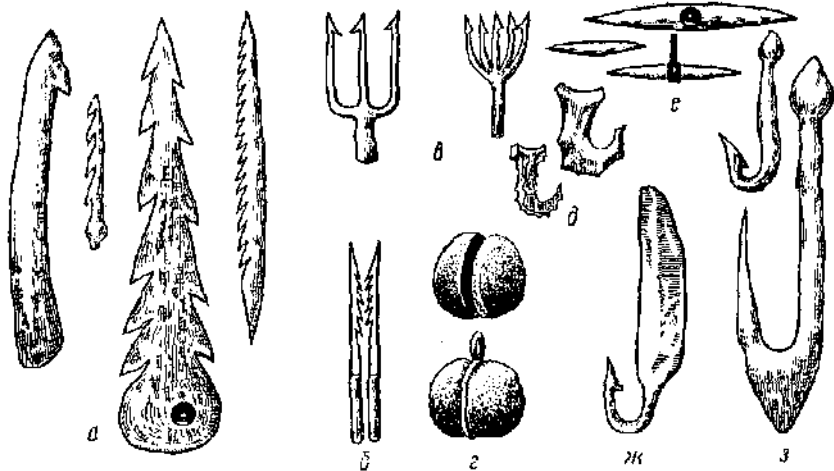


Рис. 115. Древние орудия лова рыбы:

а — гарпуны; б — наконечники стрел для стрельбы из лука; в — остроги; г — каменные грузила; д — кремневые крючки; е — древние формы крючков; ж — бронзовая блесна; з — костяные крючки

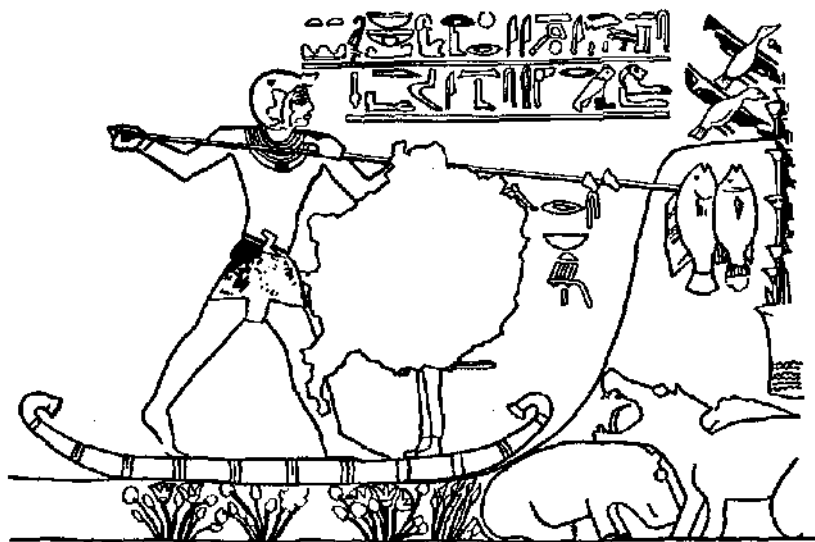


Рис. 116. Бой рыбы острогой в Древнем Египте

рыбы, обитающие почти повсеместно на глубине 100...500 м. Они мелкие (от 2,5 до 30 см), с коротким жизненным циклом, относятся к нескольким семействам (светящиеся анчоусы, мавроликусы), могут образовывать значительные промысловые скопления. Их продукция в Мировом океане оценивается в 1,2 млрд т, а возможный вылов — до 100 млн т. Значительно может быть увеличен промысел таких обитателей пелагиали, как моллюски, кальмары.

Сырьевые ресурсы Мирового океана находятся под сильным воздействием человека, поэтому необходимо постепенно переходить от регулируемого промысла к рациональному ведению хозяйства в водной среде — аквакультуре, т. е. к искусственному разведению рыб и водных животных, в том числе беспозвоночных, а также водорослей. Годовая продукция таких подводных ферм в мире составляет около 12 млн т, 30% ее приходится на долю пресноводных хозяйств.

Продукция морской аквакультуры (марикультуры) в 1987 г. составила в мире 7,0 млн т, в том числе 3,7 млн т — водоросли, 3,2 млн т — моллюски и 900 тыс. т — рыбы.

Одним из перспективных объектов промысла является небольшой эвфаузиевый рачок — криль, обитающий в Южном секторе Мирового океана у берегов Антарктиды. Величина допустимого промыслового изъятия этого планктонного рачка, питающегося водорослями, по мнению большинства ученых, составляет от 25 до 60 млн т, т. е. более половины возможных океанических уловов всех традиционных объектов промысла.

Ихтиофауна нашей планеты насчитывает около 22 тыс. видов рыб, однако массовыми промысловыми рыбами являются всего несколько сотен видов. Основу морского промысла составляют представители семейств сельдевых, тресковых, анчоусовых, ставридовых, скумбриевых, тунцовых, камбаловых и лососевых, которые обеспечивают около 60% вылова (табл. 15).

Состав мирового улова, по данным ФАО

Семейство	1970 г.		1980 г.		1986 г.	
	млн т	%	млн т	%	млн т	%
сельдевые, анчоусовые	21,15	40	15,50	21	23,94	26
тресковые	10,32	19	10,75	15	13,49	15
ставридовые	2,59	3	7,32	10	7,18	8
тунцовые	1,35	3	2,63	4	3,41	4
камбаловые	1,24	2	1,08	1	1,30	1
скумбриевые	2,89	5	4,63	1	4,03	4
лососевые	0,52	1	0,82	1	1,01	1
прочие	14,52	27	29,39	47	37,09	41

Наиболее продуктивные районы Мирового океана — шельфы, т. е. прибрежные районы с глубинами до 600 м и прилегающие к ним участки материкового склона. Здесь сосредоточено около 90% промысловых запасов рыб.

Открытые океанические воды бедны биогенными элементами, кормовыми ресурсами и рыбой. Средняя рыбопродуктивность Мирового океана 2,2 кг/га, средняя глубина 3760 м, наибольшая глубина находится в Марианской впадине и составляет 11024 м. Шельф составляет 7,6% дна океана, далее следует континентальный склон (до глубины 3000 м), составляющий 15,3% площади. Следовательно, более 80% дна океана лежит за пределами досягаемости современных орудий рыболовства, которыми ловят обычно до глубин 400 м, а со специально оборудованных судов — до 800 м. На районы континентального шельфа приходится около 7,4% акватории Мирового океана и около 80% мирового улова.

Большинство стран, имеющих выход к морю, ввели 200-мильные экономические зоны, призванные регламентировать использование биологических и минеральных ресурсов в шельфовой прибрежной зоне. Ранее свободная добыча рыбы и нерыбных объектов осуществлялась на всем пространстве шельфа добывающими судами всех государств. В настоящее время получили распространение международные программы изучения рыбных и других биологических ресурсов шельфов, а их эксплуатация иностранными государствами проводится на основе лицензионных соглашений.

Все большую роль в производстве рыбы, съедобных беспозвоночных (моллюсков, креветок) и водорослей играют управляемые морские и пресноводные хозяйства — аквакультура. По данным ФАО, мировая продукция аквакультуры с 1966 по 1986 г. возросла с 2 млн до 12 млн т и в перспективе должна занять одно из ведущих мест в поставке рыбной продукции населению.

Площадь учтенных внутренних водоемов мира, по данным ФАО, составляет около 500 млн га, они дают более 10% мирового улова рыбы (в 1986 г. — 9,2 млн т, не считая вылова рыболовами-спортсменами и рыбы, используемой рыбаками для собственных нужд). В некоторых странах Азии внутренние водоемы дают 40...70% общего улова рыбы, причем качество пресноводных рыб обычно выше, чем морских.

Человек оказывает на ихтиофауну морских и внутренних водоемов огромное влияние, выражающееся не только в вылове определенной части стад рыб, но и в загрязнении, а также изменении гидрологии водоемов вследствие забора воды на нужды промышленности, водного транспорта, сельского, коммунального хозяйства и др. Поэтому изучение условий среды, особен-

ностей биологии рыб и состояния сырьевой базы промысла является обязательной составной частью научно обоснованного рыбного хозяйства.

Перелов трески, пикши, сельди, морского окуня у северо-западных берегов Европы привел к сокращению промысла этих и многих других ценных промысловых рыб. В СССР зарегулирование стока рек Дона и Кубани вызвало осолонение Азовского моря, уменьшение его рыбопродуктивности и сокращение добычи ценных проходных и полупроходных рыб (осетровых, судака и карповых). Изменился состав уловов, в которых стали преобладать малочисленные мелкие виды рыб — хамса и тюлька. Загрязнение р. Рейн (Европа) промышленными стоками привело к почти полной гибели рыбы в этом некогда богатом ее водоеме и прекращению промысла. Из-за загрязнения нефтью, пестицидами и промышленными отходами снижается биопродуктивность Мирового океана и морей. В океан ежегодно сбрасывается до 7 млн т нефти, много тяжелых металлов (свинец, ртуть, кадмий и др.) и соединений серы в виде «кислотных дождей». Если темпы загрязнения океана сохранятся, то к 2000 году первичная продукция может снизиться на 25—30%.

РЫБНЫЙ ПРОМЫСЕЛ В СССР

В царской России добыча рыбы находилась в руках частных предпринимателей: преобладали мелкие кустарные промыслы. В 1913 г. было добыто всего 1051 тыс. т рыбы, причем во внутренних морских и озерно-речных водоемах — 87,7%, в открытых морях и океанах — всего 17,3%.

За годы Советской власти, особенно в послевоенное время, произошло перевооружение промыслового флота и перерабатывающей базы. Был взят курс на освоение богатств Мирового океана и открытых морей, что позволило увеличить уловы в 7 раз. В 1989 г. уловы СССР составили 11 млн. т.

В структуре улова СССР преобладают рыбы. Нерыбные объекты промысла (некоторые млекопитающие, водные беспозвоночные, водоросли) составляли в 1986 г. всего 7,6% общей добычи. На первом месте по объему вылова стоят океанические рыбы — тресковые, сельдевые и анчоусовые. Наша страна стоит на первом месте в мире по добыче ценных осетровых рыб (85...93% мирового улова) и на одном из первых мест по уловам лососей, сигов. Увеличилась добыча минтая (тресковые), а также ставриды и скумбрии (табл. 16).

С истощением ресурсов океана и введением экономических зон роль внутренних пресных водоемов будет постоянно возрастать.

Видовой состав объектов промысла	1940 г.		1950 г.		1960 г.		1970 г.		1980 г.	
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
Пресноводные	424,4	32,4	439,1	26,5	369,7	10,6	407,8	5,2	364,0	3,9
Осетровые	14,1	1,1	16,9	1,0	12,3	0,4	17,2	0,2	26,7	0,3
Лососевые, сиговые, корюшковые, в том числе мойва	145,3	10,1	140,0	8,5	119,7	3,4	97,9	1,3	803,6	8,5
Тресковые	197,0	16,1	277,8	16,8	662,6	18,9	2764,9	35,5	3426,2	36,1
Сельдевые и анчоусовые	411,2	31,4	455,8	28,2	1083,5	30,9	1684,8	21,7	1752,3	18,5
Морские окунь, карась, зубатка	8,5	0,7	21,9	1,3	183,9	5,2	864,6	11,5	447,1	4,7
Камбаловые	7,1	0,5	39,8	2,4	241,8	6,9	271,1	3,5	81,1	0,9
Ставридовые и кефалевые	3,9	0,3	6,6	0,4	25,1	0,7	419,7	5,4	1358,4	14,3
Тунцы, пеламиды и скумбриявые	—	—	12,2	0,7	6,0	0,2	7,7	0,1	297,7	3,1
Прочие объекты промысла	97,2	7,4	234,3	14,2	799,7	22,8	1216,9	15,6	928,0	9,7
Итого	1308,8	100	1654,5	100	3504,4	100	7782,7	100	9486,0	100

В Северо-Западной Атлантике добывают треску, пикшу, мерлузу, хека, морского окуня, мойву, палтуса и других рыб, имеющих важное пищевое значение. В Южной Атлантике, у берегов Африки советские рыбаки ловят ставриду, сардин, мерлузу, анчоуса. Ведется добыча морских планктонных ракообразных — криля.

В Балтийском море добывают планктофагов — салаку, балтийскую кильку, более известную под названием шпрот, а также треску, камбалу. Кроме того, в небольших количествах вылавливают балтийского лосося и угря — ценных деликатесных рыб.

Бареншево море, согреваемое теплым течением Гольфстрим, хотя и является частью холодного Северного Ледовитого океана, большей частью не замерзает даже в период длинной полярной ночи. Здесь развит промысел трески, пикши, морского окуня, сельди, а в последние годы — полярной тресочки — сайки и мойвы.

Запасы рыб в этих районах из-за перелова находятся в глубокой депрессии. Так, например, в 1970 г. вылов трески составлял 270,2 тыс. т, а в 1985 г. только 62,5 тыс. т.

Глубоко в сушу врзается Белое море — один из самых старых рыболовецких районов. Около 6 мес Белое море покрыто льдом, в его глубинах круглый год температура соленых вод ниже 0°C (от -1,1 до -1,4°C). Поверхностные воды летом прогреваются до 20°C. Продуктивность моря невелика. Здесь добывают сельдей, навагу, корюшку, треску, а из проходных рыб — семгу и горбушу. На мелководьях юго-западной и западной частей моря добывают морскую траву — зостеру и водоросли: анфельцию, фукусы, а в северных частях — бурую водоросль ламинарию.

Зостеру используют как изоляционный материал, из анфельции получают агар для пищевой промышленности и медицины, из ламинарий — альгиновую кислоту, соли кальция и магния. Альгиновая кислота используется в пищевой, а также в текстильной и бумажной промышленности для придания блеска тканям и бумаге и повышения ее прочности.

Южные моря СССР — Черное, Азовское, Каспийское и Аральское имеют общее геологическое прошлое. Они были частями древних опресненных водосмов — Сарматского и Понтийского. В конце неогена в результате тектонических процессов Каспийское и Аральское моря-озера отделились от Черного моря. Около 5000 лет назад опресненное Черное море соединилось со Средиземным, его населили средиземноморские виды. В Каспийском море вследствие изоляции сохранилась древняя реликтовая фауна. В ледниковый период в него проникли из Северного Ледовитого океана такие северные виды животных,

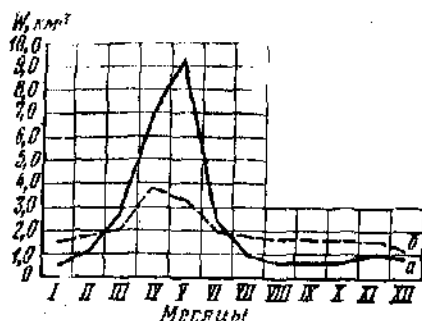


Рис. 117. Среднемесячный сток реки Дон в естественных (а) и зарегулированных (б) условиях

как тюлени и белорыбца. В настоящее время наблюдается проникновение средиземноморских видов не только в Черное и Азовское моря, но и в Каспийское море через Волго-Донской канал.

Чтобы сохранить рыбные запасы в наших южных морях, нужно прекратить сброс неочищенных сточных вод в реки и прибрежные части морей, оборудовать суда системами и устройствами, предотвращающими сброс в воду нефтепродуктов и сточных вод, строить

водоочистные сооружения, внедрять на предприятиях оборотное водоснабжение и безотходные технологии.

Азовское море — самое мелководное (средняя глубина 7,2 м) и раньше было самым продуктивным из морей мира. Оно опресняется водами Дона и Кубани и имеет сток в Черное море через узкий Керченский пролив. До зарегулирования стока Дона в море поступало большое количество биогенов, обеспечивающих обильное развитие фитопланктона, планктонных и бентических кормовых беспозвоночных, а также рыб. С 1 га моря добывали до 82 кг рыбы. Зарегулирование речного стока и изъятие части пресной воды для нужд промышленности и сельского хозяйства (в том числе для рисоводства в бассейне Кубани) привели к осолонению значительной части акватории моря, уменьшению количества кормовых организмов и изменению состава ихтиофауны (рис. 117). Уменьшились уловы ценных промысловых рыб — судака, сазана, леща и осетровых. В то же время уловы малоценных рыб — тюльки, хамсы оставались на прежнем уровне или возрастали. Поскольку соленость увеличилась с 10,5 до 12,5...13‰, усилилось проникновение черноморской ихтиофауны (камбалы, саргана, зеленушки и др.) и промысловых беспозвоночных (крабов, баланусов и медуз), наблюдается резкое увеличение численности медуз, которые, забывая ставные неводы, мешают промыслу. В 1988 г. их биомасса достигала 7 млн т.

В последние годы над рыбными запасами Азовского и Черного морей нависла угроза из-за вселения и массовой вспышки гребневиков (близких по строению к медузам), которые уничтожают не только зоопланктон, но и икру и личинок рыб. Уловы тюльки и хамсы в море снизились в несколько раз. Если раньше тюлька достигала длины 6...7 см, массы 2...3 г, а ее

жирность была 23%, то весной 1990 г. длина рыб составляла 1,5...1,8 см, масса 1,3 г, а жирность всего 8%. В результате возникла угроза подрыва запасов хищных рыб (судак, белуга и др.), питающихся тюлькой, хамсой и атериной. Методы борьбы с гребневиком пока не разработаны. Высказывается предположение, что этот моллюск завезен судами вместе с балластной водой от побережья Флориды.

Каспийское море-озеро — важнейший внутренний рыбопромысловый бассейн страны. Высокая рыбопродуктивность водоема определяется большим речным и биогенным стоком Волги, Урала, Терека, Куры, составляющим 355 км³ в год. Северный Каспий — мелководный опресненный водоем с соленостью 6...10‰; средняя и южная части моря глубокие, соленость здесь достигает 12,6‰.

Раньше промысел на Каспийском море основывался на ценных проходных и полупроходных видах. В тридцатых годах вылавливали более 400 тыс. т рыбы в год, в том числе полупроходных (вобла, лещ, судак, сазан) 79%, проходных (осетр, белуга, севрюга, волжская сельдь) 16%, в небольшом количестве ловили лосося и белорыбцу. Улов морских рыб составлял всего 5%. Ловили рыбу в основном в период нерестовых миграций в низовьях рек.

Зарегулирование стока Волги, строительство на ней каскада электростанций и огромных водохранилищ, изъятие части речного стока привело к уменьшению поступления в Каспий биогенных элементов, перераспределению стока во времени, изменению температурного режима (рис. 118). В результате существенно изменился гидрологический режим и прежде всего в дельте Волги, которая ранее заливалась высоким паводком и служила огромным естественным нерестилищем и местом нагула молодежи многочисленных полупроходных рыб. Поскольку в настоящее время паводковые воды задерживаются водохранилищами, а высота паводка в низовьях Волги резко снизилась, продолжительность залития нерестилищ тоже уменьшилась.

Ухудшение условий размножения и нагула привело к снижению уловов ценных проходных и полупроходных рыб и увеличению уловов морских рыб: они составили 80% общего вылова и более.

Уловы осетровых в Каспийском море продолжают оставаться высокими и составили в 1987 г. 21 тыс. т благодаря расширению воспроизводства стада осетровых рыб искусственным путем на 11 рыбоводных заводах, расположенных в дельте Волги. Для регулирования высоты паводка и обеспечения благоприятных условий для размножения полупроходных рыб в дельте Волги построен специальный вододелитель, позволяющий обводнить 215 тыс. га нерестилищ воблы, сазана, судака и других

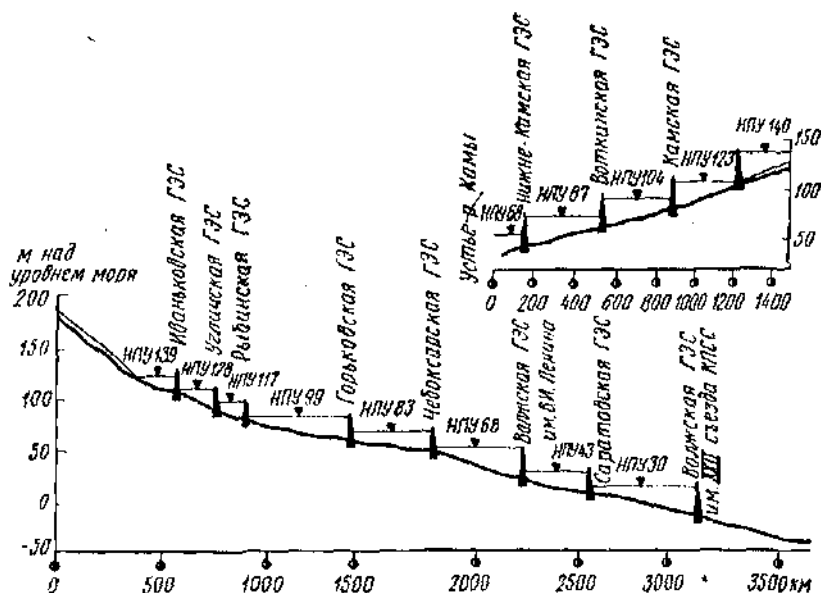


Рис. 118. Продольный профиль каскада ГЭС и водохранилищ на реках Волге и Каме

ценных рыб. Кормовая база для рыб в Каспийском море поддерживается на высоком уровне благодаря акклиматизации донных беспозвоночных животных — червей nereid и моллюска синдесмии. В перспективе намечается превратить Каспийское море в «осетровое море» и увеличить воспроизводство и уловы ценных осетровых рыб в 2...3 раза. Однако для этого нужно прекратить загрязнять бассейн пестицидами, отходами промышленных предприятий, в частности нефте- и газоперерабатывающих комплексов.

Аральское море-озеро раньше давало более 40 тыс. т рыбы, причем до 80% улова составляли такие ценные рыбы, как лещ, сазан, вобла и шемай. Добывали усача, чехонь, карася, красноперку, жереха, шипа и щуку. В результате зарегулирования водного стока рек Сырдарьи и Амударьи и использования пресных вод для развития поливного земледелия соленость моря, составлявшая до 1960 г. 10...11,3‰, стала резко повышаться и сегодня превышает уже 23‰. Уровень воды понизился на 13 м, а площадь сократилась более чем на треть, море потеряло рыбохозяйственное значение. Зона Арала является районом экологической катастрофы.

Для улучшения экологической обстановки в районе Аральского моря предусмотрено проведение в 1988—2000 годах ши-

рокомасштабных работ по реконструкции оросительных и коллекторно-дренажных систем. Для обеспечения гарантированно-го притока речных вод в дельты Амударьи, Сырдарьи и в Аральское море нужно установить лимиты использования воды на цели орошения и хозяйственные нужды.

Вдоль восточного побережья нашей страны, на 5000 км с севера на юг протянулись окраинные моря Тихого океана: Берингово, Охотское и Японское.

Берингово и Охотское моря с их суровыми климатическими условиями можно отнести к арктическим морям, а южную часть Японского — к субтропическим. Определяющую роль в формировании климата в этой части океана играют теплое течение Куроисио (температура 15...20 °C), образующееся у Филиппинских островов, и холодное течение Ойясио (температура 3...6 °C), идущее из Берингова и Охотского морей. В районах столкновения вод этих течений образуются зоны вертикального перемешивания слоев воды, сопровождающиеся выносом большого количества биогенных элементов из глубин морей в поверхностные слои и бурным развитием фитопланктона. Фитопланктоном питаются зоопланктонные организмы, которые, в свою очередь, поедаются рыбами, крупными беспозвоночными, китами. Таким образом, в районах гидрологических фронтов возникают зоны высокой продуктивности и крупные рыбопромысловые районы.

Кроме обширной высокопродуктивной зоны в районе Курильских и Японских островов в Тихом океане известна зона интенсивного рыболовства вдоль берегов Южной Америки в районе подъема к поверхности богатых биогенами глубинных вод.

В Японском море развит промысел наваги, минтая, трески, сельди, камбалы, терпуга, скумбрии, ставриды, сайры, киваса — дальневосточной сардины. Запасы сельдей сахалино-хоккайдского стада находятся в состоянии депрессии. Из промысловых беспозвоночных добывают камчатского краба, моллюсков, трепангов, а также водоросли — ламинарию и анфельцию. Созданы первые «подводные фермы» по разведению устриц, гребешков, мидий, водорослей ламинарий.

Охотское море отделено от Тихого океана островами и п-овом Камчатка. Теплое течение Куроисио проникает в самую южную его часть, основная часть водной массы формируется под воздействием холодного Камчатского течения. Охотское море холодноводное, зимой замерзает, но обладает высокой рыбопродуктивностью. Основными объектами промысла являются минтай, сельдь, треска, навага, камбала, морские окуни, тихоокеанские лососи (кета, горбуша, нерха, кижуч, чавыча). Особенно быстрыми темпами развивается промысел минтая.

Если общий промысел его в дальневосточных морях в 1960 г. составлял всего 100 тыс. т, то в 1986 г. он достиг 3 млн т. Большие промысловые скопления образует сельдь. Добывают здесь камчатского краба, а из водорослей — морскую капусту (ламинарию и анфельцию).

Берингово море соединяется с Тихим океаном через проливы Командорско-Алеутской гряды и через мелководный Берингов пролив с Северным Ледовитым океаном. Северная часть моря находится под влиянием холодных арктических вод, южная — под воздействием более теплых южных течений. Северо-западная часть моря зимой покрывается льдом. Рыбопродуктивность высокая, основными объектами промысла являются минтай, дальневосточные лососи (кета, горбуша, нерка, кижуч, чавыча), сельдь, морские окуни, терпуг, треска, палтус, из беспозвоночных животных добывают крабов.

Рыбохозяйственный фонд внутренних пресных водоемов СССР включает 24,4 млн га озер, более 6 млн га водохранилищ. Протяженность рек, имеющих рыбохозяйственное значение, около 0,35 млн км. Площадь прудов, используемых для рыбоводства, составляет около 320 тыс. га, в том числе на землях колхозов и совхозов — 100 тыс. га.

Внутренние водоемы страны дают населению наиболее ценную живую и охлажденную рыбу. Часто они расположены в непосредственной близости от места потребления продукции. В то же время внутренние водоемы находятся под сильным антропогенным воздействием. Их гидрологический режим изменяется под влиянием гидростроительства и безвозвратного изъятия воды, воды загрязняются отходами промышленных предприятий, пестицидами, нефтепродуктами.

Расширенное воспроизводство и охрана рыбных запасов во внутренних водоемах в условиях загрязнения и комплексного использования воды различными отраслями народного хозяйства — весьма срочная задача, требующая глубокого знания биологических особенностей рыб и условий их обитания.

В этих условиях добыча рыбы во внутренних пресных водоемах растет довольно медленно и составляет около 284,6 тыс. т, из них 47,4% добывают в реках. Площадь и количество водохранилищ, имеющих рыбохозяйственное значение, постоянно растут. Быстрыми темпами развивается и прудовое рыбоводство. Так, производство рыбы в государственных прудовых хозяйствах в 1986 г. составило 251 тыс. т. В прудах колхозов и совхозов выращено в этом же году 40 тыс. т рыбы.

Потенциальные возможности внутренних водоемов страны огромны, но необходимо озера, водохранилища, реки и водоемы комплексного использования защищать от загрязнения, уменьшить расход воды на сельскохозяйственные и промышлен-

ные цели, прекратить сброс неочищенных сточных вод в водные бассейны. Осуществление этих мер, безусловно, поможет сохранению и увеличению наших уникальных рыбных запасов. Намечается организация эффективного использования природных ресурсов континентального шельфа и экономической 200-мильной зоны СССР, а также Мирового океана при строгом соблюдении международных соглашений и экологических требований.

Госкомприрода СССР наряду с местными советскими органами несет всю полноту ответственности за охрану природы, организацию рационального использования и воспроизводства природных ресурсов в стране, в том числе рыбных, и в соответствии с этими полномочиями. Большое внимание уделяется научным исследованиям в области заповедного дела, совершенствования технологий воспроизводства рыбных запасов, защите растений и животных от вредителей.

Проведение в жизнь намеченных мероприятий, безусловно, позволит увеличить производство и добычу рыбы из внутренних пресных водоемов нашей страны.

Внутренние водоемы (без прудов) поставляют такую ценную рыбу, как сазан, судак, лещ, щука, сом (объединяются под названием крупный частик, 26,6%), плотва, окунь, ерш, язь и другие (мелкий частик, 45,6%), сиговые (18,9%) и другие виды.

В густо населенных районах страны любители-рыболовы вылавливают рыбы значительно больше, чем специализированные добывающие организации. По водохранилищам средней Волги любительские уловы в 3 раза превышают промышленные. В водоемах Белоруссии рыболовы-любители вылавливают в год около 9 тыс. т рыбы, или в 4 раза больше, чем промышленные организации республики (2,1...2,5 тыс. т).

Озерный фонд СССР насчитывает 2,85 млн различных озер общей площадью 50 млн га, из них только 24,4 млн га, или 48%, используются в рыбохозяйственных целях. По размерам озера делятся на большие (более 10 тыс. га) и малые. Рыбопродуктивность больших озер — в среднем 5 кг/га, а некоторых (Псковско-Чудские, Ильмень, Сартлан) — 30...40 кг/га. Повысить рыбопродуктивность больших озер возможно при условии регулирования промысла, акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных, технической мелнорации и искусственного разведения ценных промысловых рыб. Наибольшие уловы ценных рыб (до 23 тыс. т) получают в крупных глубоких олиготрофных озерах (Ладожском, Онежском, Байкале, Иссык-Куле, Севане), где добывают сига, в том числе знаменитого байкальского омуля, лосося, форель, снетка и др.

17. Состав уловов в некоторых озерах в 1986 г. (по данным ЦНИИТЭИРХ, 1987)

Алакульская система озер (Казахская ССР)			Оз. Байкал (РСФСР)		
Вид рыбы	Улов, т	%	Вид рыбы	Улов, т	%
Судак	494,0	32,0	Омуль	2374,6	48,8
Сазан	15,0	1,0	Плотва	1400,7	28,8
Окунь	1006,0	65,2	Щука	137,7	2,8
Карась	28,0	1,8	Окунь	255,4	5,3
			Налим	59,9	1,2
Всего	1543,0	100	Елец	285,8	5,8
			Прочие	345,5	7,3
			Всего	4858,9	100

Продолжение

Оз. Онежское (РСФСР)			Оз. Севан (Армянская ССР)		
Вид рыбы	Улов, т	%	Вид рыбы	Улов, т	%
Корюшка	1287,0	42,6	Сиг	1403,4	85,1
Ряпушка	942,6	31,2	Храмуля	244,7	14,8
Налим	210,5	6,9	Карась	1,4	0,1
Сиг	125,9	4,1			
Корюшка	115,0	3,8	Всего	1649,5	100
Окунь	83,5	2,7			
Лещ	73,2	2,4			
Ерш	64,8	2,1			
Прочие		4,2			
Всего	3029,7	100			

В равнинных неглубоких, хорошо прогреваемых эвтрофных озерах (Псковско-Чудские, Ильмень, Чаны, Балхаш, Алакуль) основу уловов составляют лещ, плотва, сазан, окунь, судак, снеток (табл. 17).

Благодаря акклиматизационным мероприятиям уловы в оз. Балхаш увеличились с 8,33 тыс. т в 1950 г. до 10,6 тыс. т в год в настоящее время, при этом акклиматизированные сазан, судак, лещ, сом, берш, карась и жерех составляют 98% годового улова и полностью вытеснили местных рыб — маринку и окуня.

Алакульская система озер — одна из крупнейших в Казахстане. Основу промысла там составляют сазан, окунь, судак и

маринка. До начала акклиматизационных работ (1932—1933) их рыбопродуктивность была низкой — 3,2...3,3 кг/га. В 1932 г. в эти озера был вселен сазан, и начиная с 1964 г. рыбопродуктивность увеличилась до 9...10 кг/га. В заболоченные участки озерной системы вселен серебряный карась.

Общая площадь малых озер составляет 12,3 млн га, т. е. равна общей площади больших озер. В них обычно вылавливают 25...35,5 тыс. т рыбы в год, что почти в 2 раза меньше, чем в крупных озерах, да и стоимость улова низка, так как он в основном состоит из мелкого частика — плотвы, окуня, ерша, уклей и др.

Малые и средние озера в основном находятся в северных районах европейской части СССР, в Сибири и на Дальнем Востоке. С 1 га малых озер вылавливают в среднем 7...8 кг рыбы в год, а в северных районах — 1...3 кг.

Низкая рыбопродуктивность, низкое качество уловов, разбросанность озер на больших расстояниях, низкие приемные цены обуславливают убыточность обычного промысла на малых озерах. Поэтому промыслом освоено не более 10% площади малых озер, т. е. около 1,2 млн га. В то же время малые озера являются большим резервом для товарного выращивания рыбы на базе полной реконструкции их ихтиофауны.

По рекомендациям научно-исследовательских институтов после комплексного обследования малые озера приспособливают для товарного рыбоводства. Малоценные виды рыб в них подавляют различными способами (тотальный облов неводами, применение ихтиоцидов, откачка воды из самых мелких озер), затем озера заселяют ценными быстрорастущими видами: карпом, пелядью, муксуном, чиром, радужной форелью и др. После проведения этих работ рыбопродуктивность озер при выращивании в них поликультуры рыб повышается до 80...100 кг/га.

На базе групп озер различной величины устраивают специализированные управляемые озерные хозяйства, в которых искусственно получают потомство ценных рыб, подращивают молодь до жизнестойких стадий, а затем выпускают ее на нагул в озера большой площади.

В СССР организовано 60 управляемых озерных хозяйств общей площадью около 600 тыс. га. В 1986 г. в озерных хозяйствах страны выращено 19 тыс. т ценной рыбы, рыбопродуктивность малых озер достигла 37 кг/га. Большого успеха добился коллектив Казанского опытно-показательного озерного хозяйства Тюменской области, базирующийся на 24 озерах общей площадью 6172 га. До перехода на интенсивное рыбоводство озера давали по 10 кг/га в основном карася. Выпуск в озера подращенной молоди сиговых рыб — пеляди, чира, муксуна и др. по-

зводил увеличить рыбопродуктивность нагульных озер в среднем до 110 кг/га, а некоторых — до 200 кг/га.

Ведутся работы и по зарыблению малых озер, не входящих в состав управляемых озерных хозяйств, ценными быстрорастущими рыбами, крупным посадочным материалом. При этом продуктивность озер повышается с 5 до 15...40 кг/га. По расчетам ГосНИИОРХ, общий улов в товарных озерных хозяйствах нашей страны может достичь 300 тыс. т при условии создания 130...140 рыбхозов на площади 1,9 млн га.

Добыча рыбы в реках составила в 1986 г. 47,4% общего улова во внутренних пресных водоемах страны — 134,5 тыс. т. Наибольшее промысловое значение имеют Енисей, Лена, Обь, Волга, Хатанга, Днепр, Дон.

В сибирских реках добывают осетра, стерлядь, нельму, различных сигов, в реках Северо-Запада европейской части СССР — семгу, форель, сигов, миногу и др. В связи с неблагоприятным гидрологическим режимом в последние годы и загрязнением рек уловы лососевых и осетровых рыб в них снизились. Наибольший урон нанесен стадам семги, осетра и нельмы, проходных сигов в бассейнах Баренцева, Белого и Балтийского морей. Чтобы сохранить ценные виды рыб, необходимо наладить их искусственное воспроизводство и усилить борьбу с загрязнением рек.

Многие реки, впадающие в дальневосточные моря, не имеют промыслового значения, но в них заходят на нерест проходные тихоокеанские лососи.

В нашей стране получило широкое развитие гидростроительство на реках. Образующиеся при этом водохранилища имеют различное назначение: крупные используют для энергетических целей, обводнения и орошения крупных массивов засушливых земель, для улучшения условий судоходства, для рыбохозяйственных целей; небольшие на малых реках предназначены для питьевого и технического водоснабжения и поливного земледелия.

В водохранилищах, используемых в энергетических целях, в весенний период происходит накопление паводковых вод, летом колебания уровня незначительны, зимой уровень воды значительно снижается. Часто понижение уровня совпадает с нерестом основных промысловых рыб, что приводит к гибели отложенной на мелководьях икры и личинок. Зимняя сработка уровня приводит к заморам рыб в отшнуровавшихся водоемах и мелководьях, уничтожению льдом нерестилищ и кормовых для рыб организмов. В связи с этим рыбопродуктивность водохранилищ в ряде случаев меньше, чем ожидалась. Например, по каскаду волжских водохранилищ ежегодно из-за неблагоприятного гидрологического режима недополучают около

20 тыс. т рыбы, и рыбопродуктивность составляет без учета любительского лова 5...70 кг вместо ожидавшихся 15...180 кг. В то же время в Куйбышевском, Саратовском, Волгоградском и Цимлянском водохранилищах в 1986 г. получен максимальный за последние годы суммарный улов — 25,3 тыс. т.

Многоцелевое использование водных ресурсов водохранилищ затрудняет развитие на них высокопродуктивного рыбного хозяйства. Тем не менее возможности рыбохозяйственного использования водохранилищ очень велики, их количество и площадь непрерывно растут. В стране насчитывается 220 водохранилищ общей площадью 6,7 млн га (без ирригационных водоемов местного значения), из этого количества более 5 млн га используется в интересах рыбного хозяйства.

Наибольшие уловы дают водохранилища Волжско-Камского каскада — Рыбинское, Горьковское, Куйбышевское, Саратовское, Волгоградское и др., общая площадь которых составляет 2,6 млн га; Днепровского каскада — Киевское, Каневское, Кременчугское, Днепродзержинское и Каховское, общая площадь — 0,7 млн га; Донские, общая площадь — 0,4 млн га. Велики потенциальные возможности сибирских водохранилищ, площадь которых 1,4 млн га.

Рыбопродуктивность водохранилищ и состав их ихтиофауны зависят от многих причин. Главные из них — географическое положение и климатические условия, особенности площади водосбора, площадь и уровень водообмена (сменяемость водной массы за год), колебания уровня воды, глубина, исходный состав ихтиофауны зарегулированной реки (табл. 18). Так, рыбопродуктивность южных мелководных водохранилищ Цимлянско-го и Каховского достигает 40...50 кг/га. Основные промысло-

18. Гидрологическая характеристика и рыбопродуктивность крупнейших водохранилищ СССР

Водохранилище	Площадь, км ²	Объем, км ³	Сток, км ³	Показатель водообмена	Средняя глубина, м	Глубина среднего борта, м	Рыбопродуктивность, кг/га	Улов рыбы (без любительского) 1987 г., т
Цимлянское	2702	23,8	22,9	0,9	8,8	5,0	50,0	15149,1
Каховское	2155	18,2	54,6	3,0	8,4	3,3	45	8534,6
Кременчугское	2252	13,5	47,3	3,5	6,0	5,25	43,0	9279,7
Рыбинское	4550	25,4	30,5	1,2	5,6	4,0	7,0	3343,2
Куйбышевское	6448	58,0	255,2	4,4	9,4	7,0	8,3	5322,0
Волгоградское	3470	33,5	244,6	7,3	9,7	3,0	12,9	4184,6
Бухарминское	5490	53,0	148,0	2,8	9,6	7,0	11,3	6041,9
Братское	5500	179,1	89,5	0,5	32,6	10,0	2,5	1030,3

вые рыбы здесь — лещ, судак, тарань, щука, сом, тюлька. Братское водохранилище, находящееся в суровых климатических условиях, глубокое, со значительным уровнем прочности имеет низкую рыбопродуктивность — 2,0 кг/га, населено малоценными рыбами — окунем, плотвой, ельцом, налимом.

На уловы рыб в водохранилищах в значительной степени влияют непостоянство уровня режима и неравномерное использование производителями нерестовых площадей, что приводит в комплексе с многими другими факторами к образованию «урожайных» и «неурожайных» поколений в стадах рыб.

Для увеличения рыбопродуктивности водохранилищ на них строят рыбопитомники, из которых выпускают на нагул подрощенную молодь ценных промысловых рыб. Всего на водохранилищах действует 23 рыбопитомника, где выращивают молодь осетровых и сиговых рыб, сазана, леща, судака, белого и пестрого толстолобиков, создают маточные стада буффало.

Для улучшения гидрологического режима (обводнения) существующих нерестилищ и создания новых проводят значительные мелноративные работы. Так, в 1986 г. на водохранилищах было установлено более 2 млн искусственных нерестилищ и нерестовых гнезд, на которых успешно размножались судак, лещ, тарань и другие рыбы.

В новых водоемах, какими являются водохранилища, в первые годы их существования создают условия и возможности для направленного формирования кормовой базы и ихтиофауны. Так, получены положительные результаты от вселения в Цимлянское водохранилище из низовьев Дона кормовых организмов — мизид и полихет, за счет которых здесь ежегодно добывают дополнительно 2 тыс. т ценных видов рыб на сумму 1,5 млн руб. В начальный этап формирования ихтиофауны Цимлянского водохранилища (5 лет) в него было завезено 136 тыс. производителей леща, 44,5 тыс. производителей сазана, 7 тыс. особей судака, что позволило быстро сформировать промысловые стада этих рыб. В этот же период проводился специализированный отлов малоценных рыб — густеры, плотвы, белоглазки, окуня, ерша.

В процессе формирования ихтиофауны водохранилищ происходит смена речного реофильного комплекса рыб на комплекс озерно-речной. Наибольшее развитие получают рыбы зоопланктофаги, не требовательные к нерестовому субстрату.

Рыбное хозяйство на водохранилищах — молодая, динамично развивающаяся отрасль пресноводного рыбного хозяйства, находящаяся под наибольшим воздействием других отраслей народного хозяйства. Несмотря на значительные трудности, оно имеет большие перспективы. По данным ГосНИОРХ, в течение

ближайших 20 лет уловы на водохранилищах должны возрасти в 3...5 раз и достичь 200 тыс. т в год.

Влияние акклиматизационных работ на ихтиофауну внутренних водоемов. Видовой состав ихтиофауны наших водоемов очень богат: во внутренних водоемах СССР насчитывается около 400 видов рыб, однако не все они имеют промысловое значение. Некоторые рыбы (лещ, плотва, окунь) широко распространены, другие ценные рыбы, такие, как дальневосточные растительноядные, обитают на территории нашей страны только в бассейне Амура, откуда в результате многолетних акклиматизационных работ они были расселены по южным районам страны.

К акклиматизации рыб в новых для них водоемах прибегают в том случае, если в этих водоемах имеются неиспользованные кормовые ресурсы в виде фито- и зоопланктона, бентосных организмов или малоценных рыб. Широко акклиматизируют, также кормовые организмы, чаще всего детритофагов, для повышения кормности промысловых водоемов.

Объемы акклиматизации работ в нашей стране очень велики. Только с 1964 по 1967 гг., по данным Центрального производственно-акклиматизационного управления (ЦПАУ) и Ихтиологической комиссии Министерства рыбного хозяйства СССР, произведена пересадка (интродукция) 40 видов рыб девяти семейств в 863 водоема, в том числе: в 750 озер, 56 водохранилищ, 51 реку и 6 морей. За эти четыре года произведено 1683 пересадки 25 видов и форм лососевых рыб, 22 вида карповых рыб, 7 видов и форм осетровых. С 1968 по 1972 г. произведено 1572 пересадки 49 видов рыб в 976 водоемов, в том числе лососевых 20 видов, карповых 17 видов, а также судака, щуки, угря. Всего за 30 лет со дня организации первой специализированной акклиматизационной станции произведено около 6 тыс. пересадок 80 видов ценных промысловых рыб и кормовых организмов. Новыми видами заселено около 500 водоемов.

Примерами удачно выполненной акклиматизации можно считать расселение судака, леща и сазана в водоемах Прибалтики, Урала, Сибири, Казахстана и Средней Азии. Ценная сиговая рыба — пелядь вселена из бассейна Оби в водоемы Карелии, Прибалтики, Средней Азии и Казахстана. Кроме того, расселяли байкальского омуля, ряпушку, рипуса, чира. Уловы акклиматизированной пеляди достигли 3 тыс. т в год (рис. 119). Сиг-лудого в оз. Севан натурализовался, начал созревать быстрее, чем в маточном водоеме — Ладожском озере, и стал основной промысловой рыбой Севана. Его уловы достигают 14 тыс. ц (см. табл. 17).

Растительноядных дальневосточных рыб — белого и пестрого толстолобика, белого амура разводят в прудовых хозяйствах

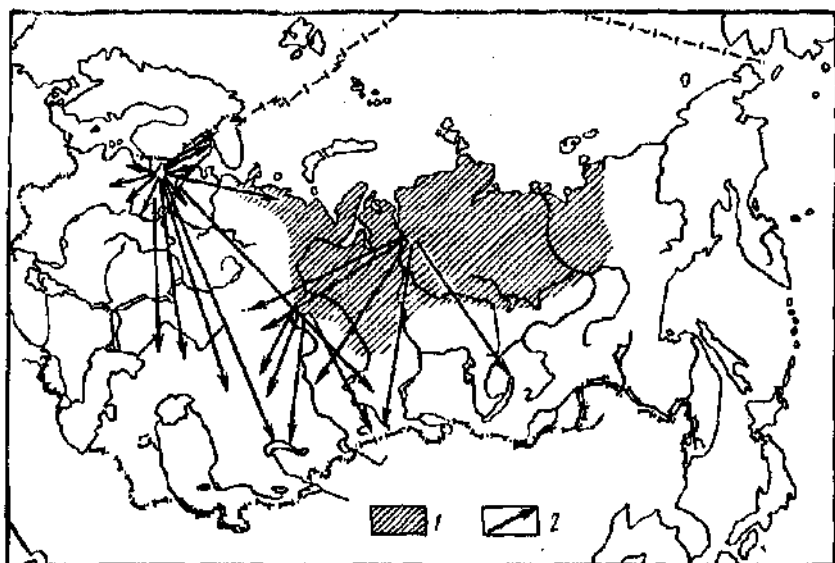


Рис. 119. Расширение ареала пеляди путем акклиматизации:
1 — ареал; 2 — основные направления пересадок

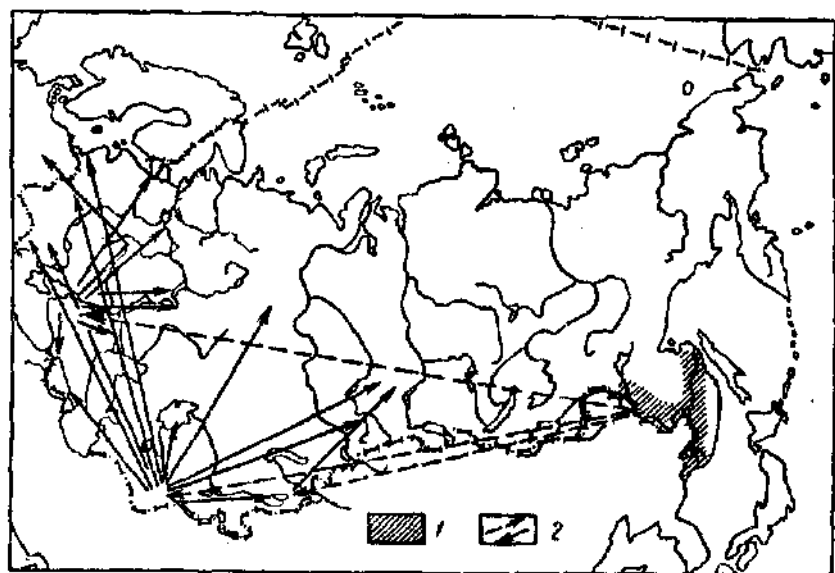


Рис. 120. Расширение ареала белого амура и толстолобиков путем вселения
в прудовые и естественные водоемы:
1 — ареал; 2 — основные направления акклиматизации (пунктир) и расселение из водое-
мов, где сформированы маточные стада

южных районов страны, их естественный нерест отмечен в Амударье, Кубани, низовьях Волги (рис. 120). Растительноядные рыбы дают в настоящее время до четверти продукции прудовых хозяйств — около 70 тыс. т. В днепровских водохранилищах вылавливают около 2,5 тыс. т белых толстолобиков и амуров средней массой 3...5 кг.

В 1982 г. в водоемах нашей страны было выловлено около 39 тыс. т акклиматизированных ценных рыб (20% общего улова). Наибольший промысловый возврат дают лещ (54,5%), судак (11,2%), белый толстолобик (7,4%) и сазан (6,7%).

Успешно проходит акклиматизация дальневосточной горбуши в бассейнах Баренцева и Белого морей. Выпускаемая с наших рыбоводных заводов горбуша распространилась на запад до Северного и на восток до Карского морей. Отмечен ее заход не только в северные реки СССР, но и в реки Норвегии, Шотландии и Исландии.

В 1971 г. в СССР начата акклиматизация трех видов американских чукучановых рыб — большеротого, малоротого и черного буффало — крупных стайных рыб, выпускаемых в наши южные водохранилища и озера, а также в водоемы-охладители тепловых и атомных электростанций. Отмечены случаи поимки буффало в Днепровских водохранилищах.

Перспективным для тепловодного индустриального рыбоводства является еще один представитель американской ихтиофауны — канальный сом. В тепловодных рыбхозах при ГРЭС создают маточные стада этой ценной быстрорастущей рыбы. С 1974 г. проводят выращивание американского полиодона-веслоноса — рыбы, близкой по происхождению к осетровым, но питающейся исключительно зоопланктоном. Получено жизнестойкое плодовитое потомство.

Кроме направленных процессов акклиматизации, которые проходят в большей или меньшей степени под контролем человека, в водоемах постоянно протекают процессы саморасселения рыб, освоения ими акваторий за пределами обычных арсалов. Саморасселению рыб способствует случайный занос их человеком во время акклиматизации других видов рыб или установление новых связей (каналов, новых водохранилищ) между водоемами. Так, в водохранилищах бассейнов Волги, Дона, Днепра расселилась корюшка, ряпушка, тюлька, рыба-игла, атерина и др. Каспийская тюлька проникла в Куйбышевское, Цимлянское водохранилища, водохранилища Волго-Донского канала.

В Карелии судак, акклиматизированный в Выгозерском водохранилище, распространился по р. Выг до Белого моря. Из Новосибирского водохранилища судак и лещ распространились до низовьев Оби.

Приведенные примеры свидетельствуют о том, что ихтио-фауна наших водоемов претерпевает постоянные изменения, протекающие иногда за короткий срок, что обязывает специалистов постоянно изучать состояние рыбных запасов, вмешиваться в их формирование, направляя ход биологических процессов таким образом, чтобы получать из водоемов наибольшее количество рыбной продукции высокого качества.

Контрольные вопросы

1. Какова величина мирового улова рыб?
2. Перечислите страны с развитым рыбным промыслом.
3. Назовите основные объекты мирового промысла рыб.
4. Каков видовой состав уловов в СССР?
5. Что вы знаете об акклиматизационных работах в водоемах СССР?
6. Каково значение рыбного хозяйства в народном хозяйстве страны?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Бакланова Т. А. Ихтиология. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1980. — 320 с.
- Борисов П. Г., Овсянников Н. С. Определитель промысловых рыб СССР. — М.: Пищевая промышленность, 1954. — 260 с.
- Веселов Е. А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР. — М.: 1977. — 238 с.
- Генетика селекции и гибридизация рыб./Отв. ред. Б. И. Черкас. — М.: Пищевая промышленность, 1969. — 309 с.
- Гинсбург А. С. Оплодотворение у рыб и проблема полиспермии. — М.: 1968. — 358 с.
- Гусаков Б. Л., Петрова Н. А. Перед лицом Великих озер. — Л.: Гидрометеоиздат, 1987. — 123.
- Жизнь животных/Под ред. Т. С. Расса. — М.: 1971. — Т. 4. — 655 с.
- Исаев А. И., Карпова Е. М. Рыбное хозяйство водохранилищ. — М.: ВО «Агропромиздат», 1989. — 255 с.
- Каменцев В. М. Рыбоохрана. — М.: Юридическая литература, 1988. — 616 с.
- Карпевич А. Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 432 с.
- Кирпичников В. С. Генетика и селекция рыб. — Л.: Наука, 1987. — 520 с.
- Козлов В. И., Абрамович Л. С. Справочник рыбоведа. — М.: Россельхозиздат, 1980. — 220 с.
- Константинов А. С. Общая гидробиология. — М.: Высшая школа, 1986. — 472 с.
- Лукьяненко В. И. Токсикология рыб. — М.: Пищевая промышленность, 1967. — 216 с.
- Мартышев Ф. Г. Прудовое рыбоводство. — М.: 1973. — 428 с.
- Миноранский В. В. Ирригация и животные. — Человек и природа. — 1988. — № 5. — С. 25—72.
- Моисеев П. А., Бавилкин А. С., Куранова И. И. Ихтиология и рыбоводство. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 280 с.
- Моисеев П. А. Биологические ресурсы Мирового океана. — М.: Агропромиздат, 1989. — 368 с.
- Наумов Н. П., Карташев Н. Н. Зоология позвоночных. — М.: Высшая школа, 1979. — 272 с.
- Никольский Г. В. Частная ихтиология. — М.: Наука, 1971. — 471 с.
- Никольский Г. В. Экология рыб. — М.: Наука, 1974. — 367 с.
- Новиков Ю. В., Сайрутдинов М. М. Вода и жизнь на Земле. — М.: Наука, 1981. — 182 с.
- Поляков Г. Д. Экологические закономерности популяционной изменчивости рыб. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 157 с.
- Прадин И. Ф. Рыбоводство по изучению рыб. — М.: Наука, 1966. — 376 с.
- Промысловые рыбы СССР/Под ред. Л. С. Берга, А. С. Богданова, Н. И. Кожина, Т. С. Расса. — М.: Наука, 1949. — 487 с.
- Протасов В. Р. Зрение и ближняя ориентация рыб. — М.: 1968. — 203 с.
- Протасов В. Р., Никольский И. Д. Голоса в мире безмолвия. — М.: 1969. — 144 с.
- Протасов В. Р. Биоакустика рыб. — М.: Наука, 1965. — 207 с.
- Лучков Н. В. Физиология рыб. — М.: Наука, 1954. — 287 с.
- Рыбы СССР/Лебедев В. Д., Спановская В. Д., Саввантова К. А. и др. — М.: Мысль, 1969. — 447 с.
- Рыжов Л. П. Озерное товарное рыбоводство. — М.: Агропромиздат, 1987. — 336 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
--------------------	---

ЧАСТЬ I. ОБЩАЯ ИХТИОЛОГИЯ

Место рыб в системе животных	6
Абиотические факторы и их влияние на рыб	8
Контрольные вопросы	28
Глава 1. Строение и физиологические особенности рыб	28
Форма тела и способы движения	28
Кожа, чешуя и органы свечения	35
Скелет	39
Мышечная система и электрические органы	44
Пищеварительная система	48
Дыхательная система и газообмен	53
Кровеносная система	61
Выделительная система и осморегуляция	66
Половая система	72
Нервная система и органы чувств	81
Железы внутренней секреции	96
Ядовитость и ядовитость рыб	100
Контрольные вопросы	101
Глава 2. Жизненный цикл рыб	101
Размножение и развитие	101
Питание и улитанность	125
Рост и возрастная изменчивость	138
Миграции	147
Место рыб в водных биоценозах	150
Контрольные вопросы	156

ЧАСТЬ II. ЧАСТНАЯ ИХТИОЛОГИЯ

Глава 3. Систематика и биология рыб	156
Надкласс бесчелюстные — Agnatha	157
Класс круглоротые — Cyclostomata	157
Подкласс миноги — Petromyzones	157
Семейство миноговые — Petromyzonidae	157
Надкласс челюстноротые — Gnathostomata	158
Класс хрящевые рыбы — Chondrichthyes	158
Подкласс пластинжаберные — Elasmobranchii	159

Надотряд акулы — Selachomorpha	159
Отряд ламнообразные — Lamniformes	160
Семейство сельдевые акулы — Lamnidae	160
Семейство колючие акулы — Squalidae	161
Надотряд скаты — Batomorphia	161
Семейство ромбовые скаты — Rajidae	161
Класс костные рыбы — Osteichthyes	162
Подкласс лопастекрылые рыбы — Sarcopterygii	162
Надотряд кистекрылые рыбы — Crossopterygii	163
Отряд целакантообразные — Coelacanthiformes	163
Надотряд двоякодышащие — Dipnoi	164
Подкласс лучеперые рыбы — Actinopterygii	165
Надотряд ганойдные — Ganoidomorpha	165
Отряд осетрообразные — Acipenseriformes	166
Семейство осетровые — Acipenseridae	166
Род белуги — Huso	166
Род осетры — Acipenser	168
Семейство веслоносые — Polyodontidae	172
Группа костистые рыбы — Teleostei	174
Отряд сельдеобразные — Clupeiformes	174
Семейство сельдевые — Clupeidae	174
Род океаническая сельдь — Clupea	174
Род шпроты, или кильки — Sprattus	175
Род тюльки, или каспийские кильки — Clupeonella	176
Род каспийско-черноморские сельди — Alosa	177
Семейство анчоусовые — Engraulidae	178
Отряд лососеобразные — Salmoniformes	179
Семейство лососевые — Salmonidae	179
Род тихоокеанские лососи — Oncorhynchus	180
Род благородные лососи — Salmo	184
Род белорыбцы — Stenodus	190
Род сига — Coregonus	192
Семейство хариусовые — Thymallidae	200
Семейство корюшковые — Osmeridae	201
Род корюшки — Osmerus	201
Род мойвы — Mallotus	203
Отряд шукообразные — Esociformes	204
Семейство шуковые — Esocidae	204
Отряд угреобразные — Anguilliformes	205
Семейство речные угри — Anguillidae	205
Отряд карпообразные — Cypriniformes	208
Семейство карповые — Cyprinidae	208
Род плотва — Rutilus	208
Род черный амур — Mylopharyngodon	211
Род белый амур — Ctenopharyngodon	212
Род верховка — Leucaspis	214
Род шемая — Chalcalburnus	214
Род лещи — Abramis	215
Род рыбки — Vimba	217
Род лини — Tinca	218
Род пескари — Gobio	219
Род караси — Carassius	220
Род сазаны — Cyprinus	222
Род толстолоб — Hypophthalmichthys	224
Род пестрый толстолоб — Aristichthys	227
Семейство чукучановые — Catostomidae	228
Род буффало (рыбы-буйволы) — Ictiobus	229