

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный аграрный университет»**

**Е.А. Зыкина**

**РЫБОВОДСТВО**

**Пенза 2023**

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ\**

**ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ**

**Кафедра производства продукции животноводства**

**Е.А. Зыкина**

**РЫБОВОДСТВО**

**Учебное пособие для студентов,  
обучающихся по направлению подготовки  
36.03.02 Зоотехния  
(квалификация – бакалавр)**

**Пенза 2023**

УДК 639.3 (075)

ББК 47.2 (Я75)

3–6

Рецензент: кандидат биологических наук, руководитель Приволжского научного центра аквакультуры и водных биоресурсов, старший научный сотрудник А.Ю. Асанов

Издается по решению методической комиссии технологического факультета от 16 января 2023 года, протокол № 6.

**Зыкина Е.А.**

3-96 **Рыбоводство:** учебное пособие / Е.А. Зыкина; Пензенский государственный аграрный университет – Пенза: ПГАУ, 2023. – Текст электронный.  
ICD (205)

Учебное пособие представляет собой курс «Рыбоводство», построенный в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности «Зоотехния». Пособие содержит в своей структуре материал, который включает сведения о биологии рыб, племенной работе, производственных процессах прудового рыбоводства и методах его интенсификации. Это позволит студентам выполнять практические работы с параллельным изучением основных теоретических положений курса.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 36.03.02 Зоотехния.

УДК 639.3 (075)

ББК 47.2 (Я75)

© Е.А. Зыкина, 2023

© Оформление. ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Биологические особенности рыб.....	7
Занятие 1. Строение тела и органов рыб.....	7
Занятие 2. Рост и развитие рыб.....	22
Занятие 3. Биологические и хозяйственные особенности основных объектов рыбоводства.....	28
Занятие 4. Изучение естественной кормовой базы прудов.....	59
Занятие 5. Физические и химические свойства воды. Гидро- химический анализ воды.....	74
2 Устройство прудового рыбоводного хозяйства.....	91
Занятие 6. Типы прудовых хозяйств, их характеристика, ка- тегории прудов. Расчет площади прудов различных категорий.....	91
3 Технология разведения и выращивания рыб.....	100
Занятие 7. Расчет необходимого количества ремонта и произ- водителей в рыбоводном хозяйстве.....	100
Занятие 8. Заводской способ получения половых продуктов, осеменение и инкубация икры.....	105
Занятие 9. Подращивание молоди, выращивание сеголеток в выростных прудах. Расчеты посадки рыб в пруды, контроль за их выращиванием.....	126
Занятие 10. Расчеты по проведению зимовки рыбы в прудах и комплексах.....	133
Занятие 11. Расчет посадки рыб в нагульные пруды. Расчет рыб при выращивании в поликультуре.....	141
4 Интенсификация прудового рыбоводства. Кормление рыбы.....	147
Занятие 12. Технология кормления рыб, рецептура комбикор- мов. Расчет рецептов комбикормов.....	147
Занятие 13. Нормированное кормление рыбы. Расчеты нормы кормления рыб в нагульных прудах.....	155
5 Интенсификация прудового рыбоводства. Удобрение прудов.....	162

Занятие 14. Расчёт необходимого количества и нормы внесения минеральных и органических удобрений в пруды рыбхоза на летний период.....	160
6 Интегрированные технологии в рыбоводстве.....	169
Занятие 15. Определение необходимого количества утят и гусят для посадки в нагульные пруд.....	169
7 Племенная работа в рыбоводстве.....	178
Занятие 16. Составление бонитировочной карточки производителей и ремонта карпа в период инвентаризации. Мечение рыб...	178
8 Перевозка живой рыбы.....	192
Занятие 17. Расчеты перевозки молоди и товарной рыбы в различных емкостях.....	192
Литература.....	203

## ВВЕДЕНИЕ

Рыба для человека – ценное пищевое сырье. По питательности мясо рыбы не уступает мясу животных. Мясо рыбы содержит полноценные белки и хорошо усвояемые жиры.

Химический состав рыбы меняется в зависимости от ее возраста и пола, места и времени лова, кормовой базы водоема, в котором она обитает, с возрастом отличается нарастанием количества жира и уменьшением содержания воды в рыбе.

Из рыбы вырабатывают большой ассортимент блюд, используя её в сыром, варёном, запечённом, жареном виде; рыбу фаршируют, варят рыбные супы; жарят на решетке, делают заливное.

Отходы переработки рыбы – чешуя, остовы после снятия филе, кожа, головы, внутренности и плавники после переработки используют в качестве кормовых продуктов для свиней и птицы. Из печени трески вытапливают рыбий жир.

Добыча рыбы проводится из природных водоемов: рек, озер, морей, океанов, а также рыбу искусственно выращивают в прудах, бассейнах, садках, ирригационных системах, промышленных аквариумах.

Разведением рыбы, улучшением и увеличением рыбных запасов в водоёмах занимается отрасль сельского хозяйства – рыбоводство.

Рыбоводство является высокопродуктивной, доходной и перспективной сельскохозяйственной отраслью. В последнее время в связи с сокращением ресурсов Мирового океана и внутренних водоемов рыбоводство приобретает все большее значение.

Дальнейшее его развитие будет происходить на основе повышения уровня интенсификации, внедрения новых индустриальных методов производства, механизации и автоматизации производственных процессов. Все это требует совершенствования подготовки соответствующих специалистов, ознакомления их с современной технологией ведения рыбоводства.

Целью изучения дисциплины «Рыбоводство» является знакомство студентов с основами биологических особенностей рыб и водных экосистем, которые используются рыбоводами в производственной деятельности.

Выполнение практических занятий по курсу «Рыбоводство» позво-

лит студентам глубже изучить устройство рыбоводного хозяйства, основные направления технологии разведения и выращивания рыбы, а также интегрированные технологии в рыбоводстве.

Настоящее учебно-методическое пособие составлено в соответствии с утвержденной рабочей программой по дисциплине «Рыбоводство» для сельскохозяйственных вузов.

# 1 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ

## Занятие 1. Строение тела и органов рыб

**Цель занятия:** изучить форму, внешнее и внутреннее строение тела рыб и их основные биологические особенности.

### Общие положения

Жизнь в воде определяет ряд специфических черт для водных животных. Общими наиболее характерными признаками рыб являются жабры, служащие для дыхания растворенным в воде кислородом, плавники – органы движения рыб и кожа с многочисленными железами, которые выделяют слизь, снижающую трение при движении рыбы в воде. Приспособленность рыб к разнообразию мест обитания и образа жизни проявляется как в строении тела, так и в функциях отдельных систем и органов.

### Строение тела и органов рыб

#### *Внешнее строение рыб*

**Тело рыбы.** Тело рыбы состоит из головы, туловища, хвоста и плавников (рис. 1).

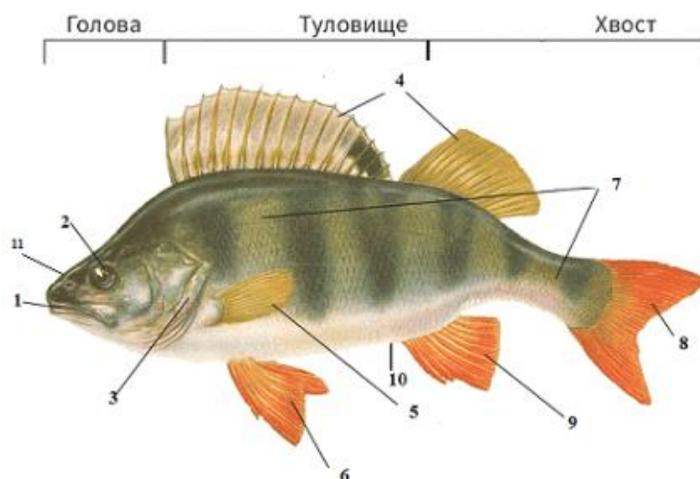


Рисунок 1 – Схема внешнего строения рыбы

- 1 – рот, 2 – глаз, 3 – жаберная крышка, 4 – спинной плавник, 5 – грудной плавник, 6 – брюшной плавник, 7 – боковая линия, 8 – хвостовой плавник, 9 – анальный плавник, 10 – анальное отверстие, 11 – ноздри

Границей между головой и туловищем считают жаберную щель, между туловищем и хвостом – местоположение анального отверстия.

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

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

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

Основные части тела – голова, туловище, хвост, плавники сильно варьируют у разных видов по форме и размеру.

По форме тела рыб можно разделить на несколько типов (рис. 2, 3):

– стреловидная (хищники: щука, таймень, сарган и др.). 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;

– торпедообразная, или веретенообразная (тунец, селедка, треска, лосось, осетр, голубая акула). Тело рыб похоже на торпеду или веретено, оно хорошо обтекаемо, немного 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;

– лентообразная (сельдевый король, рыба-сабля). Тело сжато по бокам, подобное ленте, живут на больших глубинах, пловцы плохие, плавают медленно, свивая тело, живут в спокойных водах больших глубин;

– змеевидная (угри, миноги, миксины). Тело вытянутое, змеевидное, округлое, на поперечном разрезе образует овал. Плавают, змеевидно изгибаясь всем телом, ведут донный образ жизни;

– шаровидная (еж-рыба, пуля-рыба). В момент опасности поднимаются к поверхности воды, заглатывают воздух и раздуваются, превращаясь в колючую пулю, в этом положении они не могут плавать;

– сплюснутая, 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 (камбалы);

– плоская (скаты). Тело сплющено в дорсовентральном направлении (сверху вниз). Обычно двигаются мало, живут у дна.

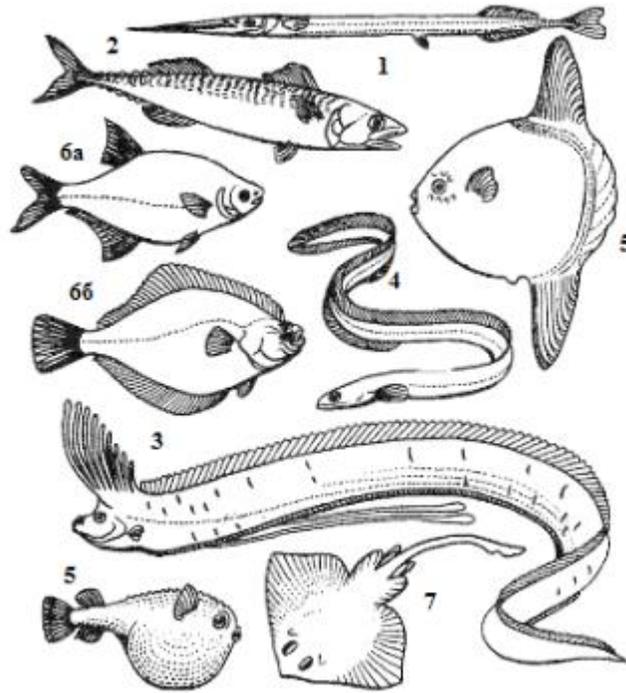


Рисунок 2 – Форма тела рыб

1 – стреловидная, 2 – торпедообразная, или веретенообразная,  
3 – лентообразная, 4 – змеевидная, 5 – шаровидная, 6 – сплюснутая,  
7 – плоская

В головной части расположены рот, носовые отверстия, глаза, жаберные отверстия, у некоторых рыб брызгальца.

Голова рыб подразделяется на рыло (от кончика носа до переднего края глаз), лоб (между глазами), щеки (от глаза до задней части жаберной крышки), горло (между жаберными перепонками и основанием грудных плавников), подбородок (от нижних челюстей до места прикрепления жаберных перепонки), межжаберный промежуток (расстояние, разделяющее жаберные полости).

Рот у рыб устроен очень различно (рис. 4). Величина и форма, по большей части, связана со способом добывания пищи.

Различают верхний рот, находящийся выше оси тела (планктоноядные рыбы), конечный, расположенный на оси тела (хищники), нижний, расположенный с нижней стороны тела (бентосоядные). Существуют и

переходные формы – рот полуверхний, полунижний.

Расположение рта также может дать представление о пищевых привычках. Рыба, имеющая «Верхний рот», отыскивает свою добычу преимущественно у поверхности воды, рыба, имеющая «Конечный рот» ищет свою добычу не только у поверхности воды, но и в ее толще. «Нижний рот» бывает у тех рыб, которые в поисках пищи собираются в придонных слоях воды, у круглоротых рот превращен в присоску.

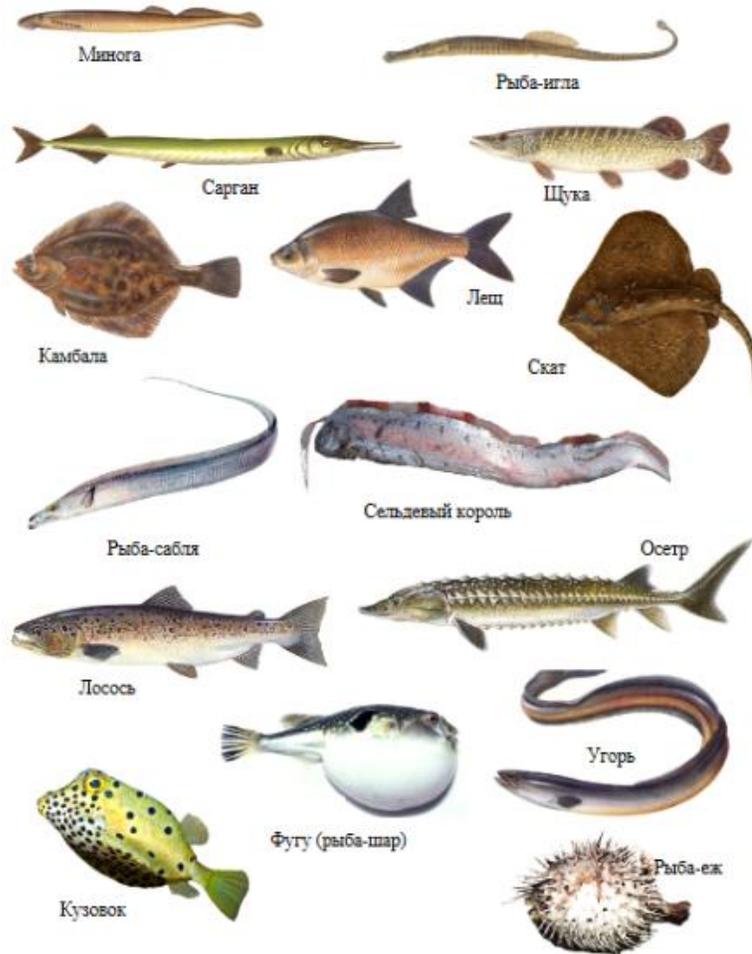


Рисунок 3 – Рыбы с разной формой тела

Величина рта также бывает различна. Так, у хищных рыб чаще всего большой рот, который может широко раскрываться. У них множество острых зубов, иногда наклоненных внутрь, чтобы лучше удерживать добычу. У всеядных и травоядных рыб рот поменьше, с уплощенными зубами для размалывания пищи.

По своему характеру рот бывает выдвижной и не выдвижной.

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

Не выдвижной рот характеризуется неподвижным или почти неподвижным соединением верхней челюсти с черепом. Он свойствен большинству рыб, питающихся сравнительно крупными объектами. Рыбы с таким типом рта в процессе захватывания пищи вынуждены затрачивать усилие на его закрытие – это хищники, а также бентофаги, разгрызающие раковины моллюсков, твердые панцири ракообразных и иглокожих.

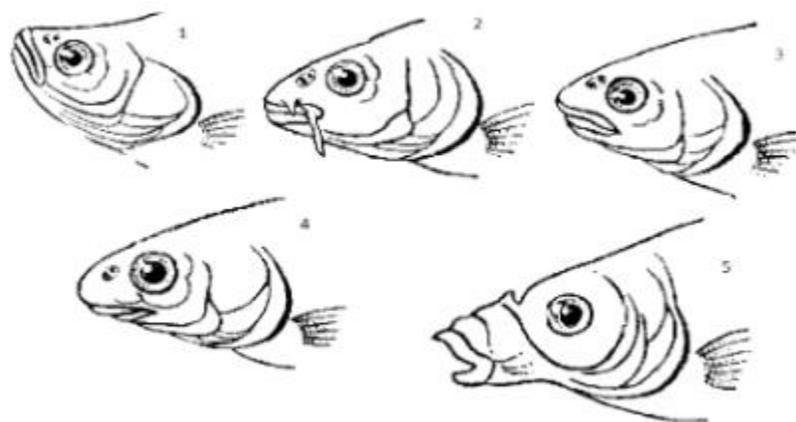


Рисунок 4 – Формы рта:

1 – верхний; 2 – конечный 3 – полунижний; 4 – нижний;  
5 – выдвижной

Вокруг рта у многих видов рыб есть усики различной длины (от одного-двух до нескольких десятков), в большинстве своем они играют роль органа осязания.

На голове по бокам расположены глаза. У взрослых камбал оба глаза на одной стороне. У некоторых пещерных и глубоководных рыб глаза могут быть частично или полностью редуцированы.

Позади глаз у акул, осетровых имеется по одному отверстию с каж-

дой стороны. Это брызгальца – остаток нефункционирующей жаберной щели.

Впереди глаз у рыб имеется по два небольших отверстия. Это ноздри рыбы – орган обоняния. Носовые отверстия акул и скатов расположены на брюшной стороне тела. Размер ноздрей может быть различным. Обоняние у рыб зависит от объема воды, проходящего через носовую капсулу в единицу времени, поэтому размер ноздрей связан со скоростью движения рыб. У рыб, плавающих медленно, ноздри большие, а у быстрых – маленькие, так как при больших скоростях вода в носовой капсуле сменяется быстро. В жизни быстрых рыб обоняние, как правило, играет меньшую роль, чем в жизни медленно движущихся придонных видов.

Позади головы находятся жаберные щели или отверстия. Жаберные отверстия бывают в виде одной пары или нескольких. У обыкновенных костистых рыб одна пара наружных жаберных отверстий, имеются жаберные крышки.

**Органы движения.** Органами движения рыб служат плавники и хвостовой стебель. Плавники делятся на: парные и непарные.

Парные – грудные и брюшные, они способствуют выравниванию положения тела рыбы в воде и принимают непосредственное участие в поворотах.

К непарным относятся – спинной, анальный, выполняющие роль кля и хвостовой, который вместе с хвостовым стеблем служит основным органом передвижения, толкая рыбу вперед, направляя ее вправо или влево. Лососевые рыбы между спинным и хвостовым плавниками имеют жировой плавник. В движении данный плавник не участвует.

Все плавники состоят из лучей, скрепленных кожистой перепонкой, кроме жирового плавника.

Очень многие рыбы имеют по два спинных плавника, а у большинства тресковых рыб – вообще три спинных плавника.

**Кожа и чешуя.** Тело всех рыб покрыто кожей. Кожа рыб состоит из двух слоев: наружного – эпидермиса и внутреннего – собственно кожи, или дермы. Через кожу происходит частичное выделение конечных продуктов обмена веществ и поглощение некоторых компонентов из внешней среды (кислорода, солей и т.д.). Выделяемая кожей слизь не только уменьшает трение тела о воду, но и предотвращает попадание в орга-

низм паразитов и бактерий, так как обладает бактерицидными свойствами, ускоряет свертывание крови в случаях ранений, способствует выведению веществ из организма, регулирует проникновение воды и солей (осмотическая регуляция), осаждает муть и выделяет специфический видовой запах.

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.

В коже возникают костные образования – чешуи. Основное назначение чешуи – механическая защита тела.

У костистых рыб различают две формы чешуи: циклоидная – округлая с гладкими краями (карповые) и ктеноидными – с зазубренным задним краем (окуневые) (рис. 5).



**А**

**Б**

Рисунок 5 – Форма чешуи костистых рыб:

А – циклоидная, Б – ктеноидная

Костистые рыбы – наиболее многочисленный надотряд костных рыб. К нему принадлежит около 90 % всех современных рыб. Они встречаются во всех океанах и морях и в пресных водоемах всех материков.

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.

Чешуя располагается рядами. Число рядов и количество чешуи в продольном ряду не изменяются с возрастом рыбы и являются систематическими признаками. Костная чешуя не сменяется и растет, как рыба, в течение ее жизни. По годовым кольцам на чешуе можно определить возраст и темп роста рыбы.

**Боковая линия.** Весьма уникальным органом, который можно отнести к внешнему строению рыб, является боковая линия, проходящая практически прямой линией по боку тела от головы до хвостового плавника. Это своеобразный орган чувств рыб, воспринимающий низкочастотные колебания воды, представляет собой подкожный канал, выстланный клетками чувствительного эпителия с подходящими к нему нервными окончаниями. Боковая линия помогает рыбам распознавать силу и направление течения, хорошо и быстро ориентироваться в водной среде, чувствовать близость подводных предметов и движущихся тел.

**Окраска тела.** Окраска рыб зависит от условий обитания. Пелагическим рыбам (обитающим в толще воды, начиная от ее поверхности и до глубины в несколько сот метров) свойственна синеватая или зеленоватая спинка (делает рыбу менее заметной сверху) и серебристые бока (делает менее заметной снизу). Такая окраска тела характерна для большинства рыб, живущих в водной толще (сельди, анчоусы, уклейка и др.). У рыб, обитающих в зарослях и коралловых рифах, тело коричневатое, спинка зеленоватая или желтоватая с поперечными полосами или разводами на боках (окунь, щука, морской ерш, губаны и др.). Эта окраска носит приспособительный характер и во многом обеспечивает защиту рыб. Донные рыбы имеют темную спинку и бока туловища. Брюшко светлое, серебристое (налим, камбала).

На окраску тела рыб оказывают влияние грунты местообитания, глубина водоема и другие условия окружающей среды. У рыб, обитающих в водоемах с галечным грунтом, на боках появляются черные пятнышки, что делает их малозаметными в прозрачной воде (молодь лосося, гольян). Для обитателей больших глубин характерны черная или красная окраска, делающая их незаметными для хищников.

Часто окраска рыб изменяется в зависимости от физиологического состояния. В период размножения большинство рыб приобретают брачную окраску, которая также имеет приспособительное значение.

### ***Внутреннее строение рыб***

Внутреннее строение рыбы приведено на рисунке 6.

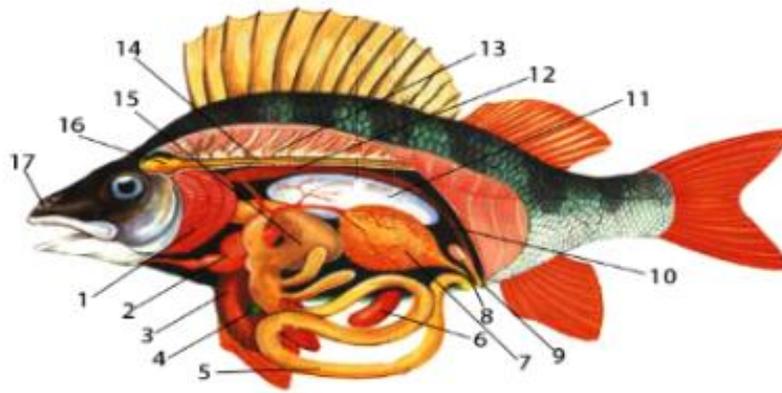


Рисунок 6 – Внутреннее строение рыбы:

1 – жабры; 2 – сердце; 3 – печень; 4 – желчный пузырь; 5 – кишечник; 6 – селезенка; 7 – яичник; 8 – мочевой пузырь; 9 – анальное отверстие; 10 – мочеточник; 11 – плавательный пузырь; 12 – почки; 13 – позвоночник; 14 – спинной мозг; 15 – желудок; 16 – головной мозг; 17 – орган обоняния.

**Скелет рыб и мышечная система.** Все рыбы имеют внутренний скелет, служащий для прикрепления мышц.

Скелет рыб выполняет опорную и защитную функции. Он определяет форму тела и защищает внутренние органы от повреждений. В структурном отношении скелет рыб подразделяется на скелет черепа, осевой скелет, скелет парных и непарных плавников и их поясов.

Скелет рыб поддерживают мышцы. Различают соматическую (поперечно-полосатую) мускулатуру головы, туловища, плавников и висцеральную (гладкую) мускулатуру внутренних органов и стенок кровеносных сосудов.

Поперечно-полосатые мышцы делят на красные и белые, которые различны по целому ряду морфофизиологических характеристик: цвету, форме, механическим и биохимическим свойствам. Красная мускулатура – это медлительные, или тонические, мышцы, способные выполнять длительную утомительную работу. Хорошо развиты у постоянно плавающих пелагических рыб – ставрид, тунцов, сельдей и т.д. Белая мускулатура – это физические, или быстрые, мышцы. Их мощность и скорость сокращения вдвое больше, чем у красных мышц. Основное их назначение – это поддержание постоянной ритмичной работы красных мышц.

Для каждого вида рыб характерен определенный цвет мышечной ткани, который зависит от пигмента. Цвет мышц зависит от физиологии-

ческого состояния рыбы, а также от состава пищи и других факторов внешней среды. Так, у щуки мышцы серые, у судака – белые, у форели – розовые. Белые мышцы по сравнению с красными содержат меньше железа и больше фосфора и серы.

**Органы пищеварения.** Структура пищеварительной системы рыб представлена ротовой полостью, глоткой, пищеводом, желудком (у части рыб) и кишечником.

У большинства видов рыб ротовая полость вооружена многочисленными коническими зубами, которые расположены не только на челюстных, но и на небных, крыловидных костях, а также на сошнике и парасфеноиде. У этих рыб в ротовой полости происходит измельчение (перетираание) пищевого комка.

Железы слизистой оболочки ротовой и глоточной полостей выделяют слизь, не содержащую пищеварительных ферментов, но облегчающую заглатывание пищи. За глоткой располагается мускулистый пищевод, по которому пища поступает в желудок. Желудок у рыб разнообразной формы и размеров. Железами слизистой желудка при поступлении пищи вырабатывается соляная кислота, которая активизирует протеолитические ферменты (пепсин), в результате чего начинается переваривание белков. У некоторых рыб (карповые, многие бычки и др.) желудок отсутствует и за коротким пищеводом начинается кишечник.

В переднем отделе кишечника у многих видов костных рыб имеются слепые выросты – пилорические придатки (от 3 до 400), которые увеличивают пищеварительную поверхность кишечника.

В кишечник открываются протоки желчного пузыря и поджелудочной железы, выделяющих комплекс ферментов (трипсин, эрепсин, энтерокиназа, липаза, амилаза и мальтаза), переваривающих белки, жиры и углеводы в щелочной среде. Железами слизистой оболочки кишечника также выделяются пищеварительные ферменты. Переваривание пищи усиливается благодаря перистальтике кишечника. У растительноядных рыб большое значение для переваривания пищи имеют постоянно живущие в кишечнике простейшие, бактерии и грибы. Относительная длина кишечника у хищных рыб намного меньше, чем у видов, питающихся растительной пищей. Так, у окуня и судака длина кишечника равняется 0,7 длины тела. У лосося и щуки – около 1,2, а у питающихся водной растительностью белого амура и толстолобиков длина кишечника в 10 –

15 раз превышает длину тела рыб. Кишечник открывается наружу анальным отверстием.

Печень состоит из нескольких лопастей, к ней присоединяется желчный пузырь, в который собирается желчь, синтезируемая клетками печени. Поджелудочная железа выражена слабо и в виде мелких долек разбросана по брюшке в петлях кишечника.

**Органы дыхания.** Органы дыхания – жабры, которые расположены по бокам головы, открываются наружу жаберными отверстиями и прикрыты жаберными крышками. Жабры располагаются на жаберных дугах и состоят из парных пластинчатых выростов (лепестки), с многочисленными складками эпителия (лепесточки), которые пронизаны сетью капилляров (рис. 7, 8). Жаберный аппарат представлен четырьмя полными жабрами и одной полужаброй (ряд зачаточных лепестков на внутренней стороне жаберной крышки). Газообмен между жидкими средами (водой и кровью) осуществляется в жаберных лепестках с многочисленными капиллярами. Механизм газообмена осуществляется путем ритмических движений жаберных крышек и жаберных дуг. При вдохе вода всасывается через рот, омывает жабры (при этом отдается в кровь кислород и из нее поступает углекислый газ), проходит в жаберную полость и при выдохе выталкивается через жаберные щели наружу.



Рисунок 7 – Органы дыхания рыбы

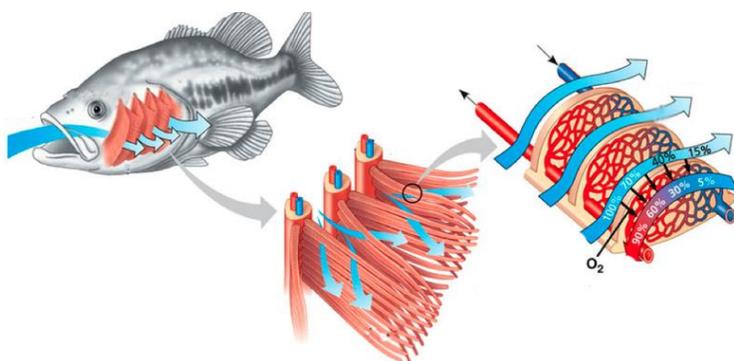


Рисунок 8 – Строение жабры

В газообмене в большей или меньшей степени участвует и плавательный пузырь.

Плавательный пузырь – орган, свойственный только рыбам. Является гидростатическим органом. Он выполняющий много функций, основная – гидростатическая, барорецептора и акустического резонатора.

Плавательный пузырь помогает стабилизировать положение рыб в воде, уменьшающий массу их тела. Он почти газонепроницаем, хорошо растяжим и является характерным признаком внутреннего строения рыб. Пузырь наполнен смесью газов: азотом, кислородом и углекислым газом. Поскольку рыбы имеют более высокую плотность, чем вода, важная функция плавательного пузыря состоит в том, чтобы обеспечивать их плавучесть. То есть они могут парить в воде и без затраты энергии, не работая плавниками, оставаться на одной и той же глубине.

**Органы кровообращения.** Кровеносная система рыб замкнутая и представлена одним кругом кровообращения. Сердце состоит из двух камер – предсердия и желудочка и находится в околосердечной сумке. Имеются и придаточные отделы: венозный синус (венозная пазуха) и артериальный конус (луковица аорты у костных рыб).

Схема кровообращения: венозная кровь, наполняющая сердце, при сокращении желудочка выбрасывается вперед, по брюшной аорте доходит до приносящих жаберных артерий и поднимается в жабры. В жаберных лепестках кровь проходит через капилляры и, обогащаясь кислородом, поднимается по уносящим сосудам в корни аорты. От спинной аорты идут ветви к органам. Во всех органах и тканях артерии распадаются на капилляры, образующие, например, воротные системы печени и почек. Затем капилляры собираются в вены, которые сливаясь во все бо-

лее крупные, проводят кровь к венозному синусу, из которого она поступает в сердце.

Движение крови по кровеносной системе осуществляется за счет работы сердца и пульсации стенок кровеносных сосудов. Функцию кроветворения у рыб выполняет селезенка. В ней образуются клетки крови – эритроциты, лейкоциты, тромбоциты. Она располагается позади желудка в петлях кишечника.

**Нервная система.** Нервную систему делят на центральную (головной и спинной мозг) и периферическую (нервы, отходящие от головного и спинного мозга). Головной мозг костных рыб состоит из пяти отделов: переднего, промежуточного, среднего, продолговатого мозга и мозжечка.

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

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

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

Глаза имеют эллипсоидную форму и снабжены плоской роговицей. Расположены на разных сторонах головы в глазных орбитах. Рыбы обладают монокулярным зрением (зрение, при котором оба глаза используются отдельно) и нормально видят на расстоянии не более 1 м. Предел дальности зрения 10 – 12 м. Поле зрения очень обширно: по горизонтали 166 – 170 (вставить градус), по вертикали около 150. Для обитателей больших глубин (морской окунь) характерны крупные глаза, способные улавливать очень слабый свет.

Роль зрения для большинства рыб очень велика: оно помогает ориентироваться во время миграций, встречи с опасностью, брачных игр,

при поиски пищи. Способность рыб воспринимать свет издавна использовалась в рыболовстве (лов рыбы на свет факела, костра).

Орган слуха и равновесия расположен в полостях ушных или слуховых косточек. Представляет собой кожистый орган, верхняя часть которого называется «ушком», а нижняя – «мешочком».

Рыбы способны издавать и воспринимать разнообразные звуки, которые возникают при трении зубов, сочленений между костями и при изменении объема плавательного пузыря. Звуковая сигнализация обеспечивает связь рыб при отыскании корма, особей противоположного пола, в случае опасности и др.

Органы осязания представлены в виде чувствительных почек, состоящих из чувствительных клеток, расположенных в коже рыб.

По всей поверхности тела рыб рассеяны свободные нервные окончания – терморцепторы.

Температурные чувства рыб связаны с рецепторами, находящимися в коже. Рыбы не имеют механизмов терморегуляции, температура их тел не постоянна и соответствует температуре воды или немного отличается от нее (при движении, заболевании температура тела превышает окружающую температуру на 0,2 – 0,7 °С).

Рыбы способны улавливать изменения магнитного и электрического полей.

Важное значение в поиске и распознавании пищи имеет вкус. Органы вкуса представлены вкусовыми почками, расположенными в ротовой полости, глотке, на жаберных дугах, а также на поверхности тела, плавниковых лучах и усиках. Рыбы различают сладкое, соленое, кислое, горькое.

Органы обоняния находятся в передней части головы, в носовой полости. Состоят из капсулы, выстланной внутри складками слизистой оболочки, богатой чувствительным обонятельным эпителием. Рыбы хорошо распознают запахи не только других видов, но и особей своего вида. Это позволяет избежать нападения хищника или почувствовать приближение добычи, стайным рыбам – не терять свою стаю, одиночным – находить партнера и т.д. Способность рыб обнаруживать пищу по запаху используется в любительском рыболовстве.

**Органы выделения.** Органы выделения представлены почками. Почки имеют вид темно-красных лент и расположены по бокам позво-

ночника.

По внутренним краям почек тянутся мочеточники, которые объединяются в непарный мочевыводящий канал и образуют мочевой пузырь, открывающийся наружу мочевым отверстием. Почки отфильтровывают из крови мочевины и мочевую кислоту.

Система органов выделения не только выводит продукты распада азотистых веществ, но и обеспечивает физико-химическую устойчивость внутренней среды организма – осмотического давления, кислотно-щелочного ионного равновесия. Наряду с этим важны и другие пути выделения у рыб продуктов обмена – через жабры и кожу.

**Половая система.** Рыбы, как правило, раздельнополы. Однако некоторые рыбы двуполы. Среди каменных окуней и морских карасей известен гермафродитизм, каждая особь имеет и мужскую и женскую половые железы, обычно созревающие поочередно, что предотвращает самооплодотворение.

Бывают случаи реверсии пола (превращения одного пола в другой), когда созревшие особи первую половину жизни функционируют как самцы, а вторую – как самки, или наоборот.

Половые железы самца представлены парными семенниками (молоками), содержащими в период размножения огромное количество сперматозоидов. От семенников идут протоки, которые открываются в половое отверстие.

Половые железы самки состоят из парных яичников, переходящих в короткие выносящие протоки, открывающиеся в половое отверстие. В яичниках находятся икринки (яйца). Количество икринок зависит как от возраста и размеров рыб (чем старше и крупнее рыба, тем больше икры), так и от их биологических особенностей (как правило, чем меньше данный вид рыбы проявляет заботы о потомстве, тем больше икры мечут самки).

У большей части костистых рыб осеменение наружное. Самка выметывает икринки. Самец, плавая рядом, выделяет сперму. В воде сперматозоиды активизируются, начинают двигаться и, встретив икринку, проникают в нее через отверстие в оболочке. Таким образом, развитие эмбриона проходит вне тела матери.

### **Задание:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать крат-

кий конспект.

2. Изучить внешнее и внутреннее строение тела рыбы. Зарисовать контур рыбы и обозначить на нем все участки тела.

3. Зарисовать разновидности формы тела рыб, рта и чешуйчатого покрова.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислить формы тела рыб.
2. Укажите границы отделов тела рыб.
3. Какие типы положения рта выделяют у рыб?
4. Охарактеризуйте плавники рыб.
5. Что такое боковая линия?
6. Охарактеризуйте окраску рыб.
7. Охарактеризуйте органы дыхания рыб.
8. Назовите органы пищеварения рыб.
9. Охарактеризуйте нервную систему и назовите органы чувств рыб.
10. Назовите половые органы рыб и охарактеризуйте особенности размножения.

### **Занятие 2. Рост и развитие рыб**

**Цель занятия:** ознакомиться с основными этапами онтогенеза рыб, а также методами оценки роста и развития рыб.

#### **Общие положения**

Рост и развитие – это две стороны единого сложного процесса – онтогенеза (развития особи).

Рост сопровождается увеличением размеров и накоплением массы тела организма. Это результат потребления пищи, ее усвоения и построения из нее тела организма.

Под развитием понимается процесс качественных и количественных изменений, усложнение структуры организма, дифференцировку органов.

Изучение особенностей роста в течение жизни рыбы невозможно без учета закономерностей их индивидуального развития.

В жизненный цикл рыб входят следующие периоды (рис. 9):

- эмбриональный – от момента оплодотворения до перехода на внешнее питание. Эмбрион живет за счет запаса желтка в икринке;
- личиночный – с момента перехода на смешанное питание (не только желтком, но и за счет внешнего корма);
- неполовозрелого организма – внешний облик близок ко взрослому организму, но половые органы недоразвиты;
- взрослого организма – рыба достигла половой зрелости и способна воспроизводить себе подобных;
- старости – половая функция затухает, рост в длину практически прекращается.

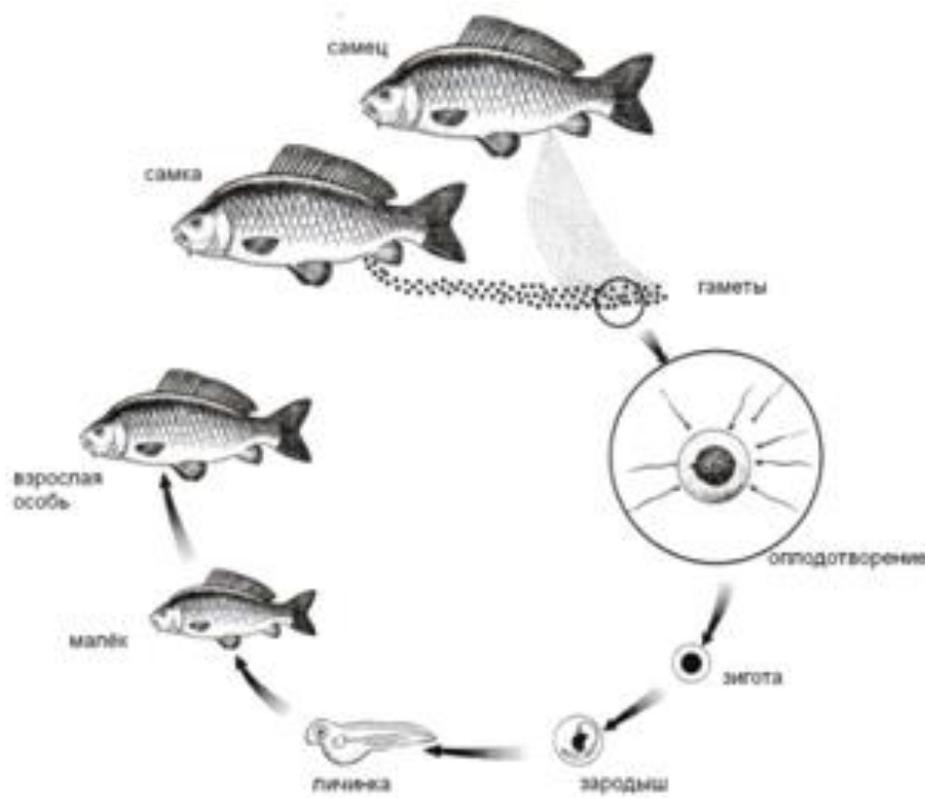


Рисунок 9 – Жизненный цикл рыб

Совокупность рыб одного возраста образуют возрастную группу, которая обозначается соответствующим образом. Принято выделять следующие возрастные группы:

- предличинка – с момента выклева эмбриона из оболочки и до почти

полного рассасывания желточного мешка;

- личинка – с момента перехода на смешанное питание и до начала закладки чешуи;

- малек – рыба первого года жизни, тело утратило личиночные признаки и уже покрыто чешуей, по внешнему виду начинает напоминать взрослую особь;

- сеголеток – рыба данного года рождения, обозначается знаком 0+, в первой половине года называется мальком. Знаком плюс обозначают начало прироста следующего года;

- годовик – перезимовавший сеголеток, в первой половине года обозначается 1;

- двухлеток – рыба, прожившая два вегетационных сезона, т.е. годовик, доживший до второй половины лета, обозначается 1+ и т.д.

- двухгодовик – перезимовавший двухлеток, и т.д.

Рыбы растут всю жизнь. Это отличает их от теплокровных животных, рост которых прекращается вскоре после наступления половой зрелости. Рост в различные периоды жизни рыбы происходит неодинаково. В молодом возрасте рыба растет быстрее. С возрастом (особенно при наступлении половой зрелости) рост замедляется и постепенно снижается к старости.

На рост рыб влияет множество факторов. Рыба растет наиболее интенсивно в благоприятные для нее сезоны года. Например, карповые в условиях умеренного климата интенсивно растут летом, а зимой впадают в спячку и не растут совсем. Некоторые из тресковых (налим, сайка) быстрее растут зимой.

Главными факторами внешней среды, влияющими на рост рыб, являются: температура, химические свойства воды, плотность размещения и наличие корма. Наиболее интенсивный обмен веществ и, соответственно, наивысшая скорость роста возможна лишь при оптимальной температуре. Для каждого вида рыбы существует свой температурный оптимум. Как чрезмерное снижение, так и чрезмерное повышение температуры ведет к нарушению обмена веществ и снижению скорости роста. Наличие пищи в водоеме также является очень важным фактором, обуславливающим скорость роста. Ведь быстрый рост возможен лишь при поступлении достаточного количества питательных веществ. Чем больше в водоеме пищи, тем быстрее растет рыба. В перенаселенном

водоеме, где рыбам не хватает пищи, они хуже растут и мельчают.

Рыбы одного и того же вида и возраста, выращенные при обильном или при скудном кормлении, могут различаться между собой по массе в десятки раз. Поэтому одни и те же рыбы в разных водоемах растут неодинаково. Это обусловлено различной продолжительностью вегетационного периода, количеством и качеством пищи. Например, азовская севрюга растет быстрее каспийской, так как кормовые ресурсы Азовского моря богаче.

Созревание половых продуктов также оказывает влияние на рост рыб. В это время рост у них замедляется.

Современная организация рыбного хозяйства немислима без знания основных закономерностей роста рыб и динамики накопления общей биомассы популяции. По величине годового прироста можно судить о характере условий среды.

### **Методы изучения роста рыб**

Закономерности роста рыб имеют важное теоретическое значение для повышения рыбопродуктивности водоемов, поскольку позволяют планировать ведение рыбоводства, основываясь на эксплуатации тех возрастных групп, которые дают наибольшую биомассу.

Характер роста рыбы изучают при проведении систематических взвешиваний и измерений. Измерение личинок и мальков на ранних стадиях развития проводят под микроскопом с помощью окуляра-микрометра. Более крупную молодь измеряют штангенциркулем. Для измерения крупной рыбы пользуются линейкой, мерной лентой или измерительной доской (рис. 10).



Рисунок 10 – Измерительный прибор для рыбы

Основные промеры, употребляющиеся для установления характера роста и оценки экстерьера (рис. 11):

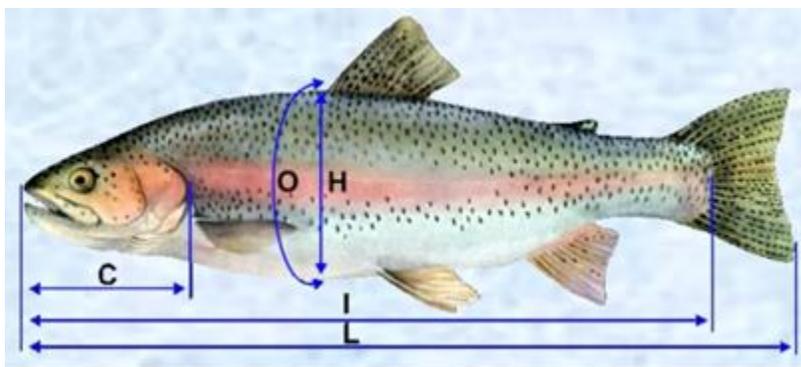


Рисунок 11 – Схема измерения рыбы.

L – общая длина; I – длина или длина тела без C; C – длина головы;  
H – высота тела; O – обхват тела

1) общая длина (L) – расстояние от вершины рыла до вертикали конца более длинной части хвостового плавника;

2) длина тела без хвостового плавника (I) – расстояние от вершины рыла до конца чешуйчатого покрова;

3) длина головы (C) – расстояние от вершины рыла до заднего края жаберной крышки;

4) наибольшая высота тела (H) – расстояние от самой высокой точки спины (перед спинным плавником) до самой нижней точки брюха;

5) обхват тела (O) – расстояние вокруг тела около первого луча спинного плавника;

6) наибольшая толщина тела (т).

Указанные измерения позволяют судить о величине рыбы, ее линейных размерах.

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

К таким индексам относятся:

индекс высоты тела – отношение длины тела к высоте ( $I/H$ );

индекс относительной толщины тела – отношение наибольшей толщины к длине ( $t/I \times 100\%$ );

индекс большеголовости – отношение длины головы к длине рыбы ( $C/I \times 100\%$ );

индекс компактности – отношение обхвата тела к длине рыбы ( $O/I \times 100\%$ ).

Взвешивание рыбы ведут на торсионных, технических и других весах.

При взвешивании рыбу предварительно обсушивают фильтровальной бумагой или марлей.

По данным систематических измерений можно найти скорость роста. Её выражают в абсолютных и относительных величинах.

Абсолютный прирост выражается формулой:

$$A = V_1 - V,$$

где  $A$  – абсолютный прирост рыбы, кг;

$V_1$  – размер или масса рыбы в конце периода, кг;

$V$  – размер или масса рыбы в начале периода, кг.

Для суждения о сравнительной скорости роста вычисляют относительный прирост, или относительную скорость роста, что позволяет судить об интенсивности процесса роста:

Относительную скорость роста определяют по формуле:

$$R = \frac{(V_1 - V)}{\frac{1}{2}(V_1 + V)} 100,$$

С увеличением возраста рыбы (до определенного возраста) относительная скорость роста (массы) постепенно снижается, а абсолютного прироста – возрастает.

Например, максимальный среднесуточный прирост массы карпа отмечен в возрасте 3 – 5 лет, а относительная скорость – в личиночной стадии.

### **Задание:**

1. Определить абсолютную и относительную скорость роста сеголетков карпа, если их масса (в г.) по результатам контрольных уловов была следующая:

11.07 – 2,32	9.08 – 14,01	12.09 – 25,20
20.07 – 5,37	16.08 – 19,99	18.09 – 28,25
30.07 – 10,76	31.08 – 24,36	29.09 – 30,15

2. Определить индексы высоты тела, большеголовости и компактности самок и самцов радужной форели и белого амура по следующим параметрам (табл. 1).

Таблица 1 – Экстерьерные показатели радужной форели и белого амура

Показатели	Радужная форель		Белый амур	
	самка	самец	самка	самец
Масса тела, г	1100	750	4900	4100
Длина тела, см	44	38	72	65
Длина головы, см	11	8	16	13
Высота тела, см	14	10	20	14
Обхват тела, см	27	21	46	38

### Контрольные вопросы

1. Дайте понятия роста и развития рыбы.
2. Охарактеризуйте жизненный цикл рыб.
3. Какие существуют возрастные группы рыб?
4. Назовите особенности роста рыб.
5. Какие факторы влияют на рост и развитие рыбы?
6. Перечислите основные промеры рыб и укажите точки взятия каждого из них.
7. Что такое абсолютный прирост, как он вычисляется?
8. Что такое относительный прирост, как он вычисляется?
9. Назовите индексы, характеризующие экстерьер рыбы.
10. Какие приборы используются для измерения рыбы?

### Занятие 3. Биологические и хозяйственные особенности основных объектов рыбоводства

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

#### Общие положения

Эффективность рыбоводства определяется многими факторами, в том числе биологическими особенностями и хозяйственно полезными свойствами выбранных для разведения видов. Выбор тех или иных видов и пород рыб для выращивания зависит от климатических особенностей региона, направления рыбоводства. Немалую роль играют и сло-

жившиеся традиции по отношению к тем или иным видам рыб.

Чтобы обеспечить рост и интенсификацию рыбоводства необходимо знать биологию и хозяйственно-полезные признаки рыб.

**Семейство осетровые.** Среди множества видов рыб, обитающих в различных водоемах, осетровые испокон веков привлекали к себе особое внимание.

Хозяйственная ценность осетровых рыб определяется их уникальными товарными качествами. Икра осетровых отличается особенно высокими вкусовыми и пищевыми достоинствами. Высоко ценится и мясо осетровых.

Осетровые – одни из древнейших рыб планеты – характеризуются экологическим разнообразием групп рыб, включающих в себя проходных, полупроходных и пресноводных рыб, населяющих воды северного полушария планеты (Европу, северную часть Азии, Северную Америку). В основном это долгоживущие и поздносозревающие рыбы. Нерест не ежегодный. По темпу накопления массы тела осетровые относятся к числу наиболее быстрорастущих рыб.

Осетровые характеризуются удлинённым веретенообразным телом, на котором располагается пять рядов костных жучек: один спинной, два боковых и два брюшных. Жучки (головные, брюшные, спинные) – это ряды костяных щитков, характерные для рыб осетровых пород.

Между рядами жучек рассеяны мелкие костные зернышки и пластинки.

Представители вида семейства осетровые представлены на рисунке 12.

**Русский осетр (*Acipenser gueldenstaedtii* Br.)** – крупная проходная рыба с обширным ареалом. Обитает в бассейнах Каспийского, Черного и Азовского морей. Основные нерестовые реки – Волга, Урал, Днепр и Дон с притоками.

Для русского осетра характерна сложная внутривидовая структура. Он имеет яровую и озимую формы, а внутри каждой из них более мелкие группировки, различающиеся сроками миграции в реки, размерами рыб, продолжительностью пребывания в пресной воде и т.д. Яровые формы заходят в реки ранней весной и нерестятся в тот же год летом. Озимые особи заходят в реки позже яровых, мигрируют вверх по реке до самой осени, нерестятся весной следующего года. Наряду с этим

русский осетр способен образовывать жилые формы, которые всю жизнь проводят в пресной воде.

Тело русского осетра удлиненное, веретеновидной формы. Спина серовато-черная, бока серовато-коричневые, брюхо белое. Рыло с усиками короткое и тупое, рот широкий с зачаточной нижней губой. Спинных жучек 8 – 18, боковых 24 – 50, брюшных 6 – 13.

Половозрелыми большинство самцов русского осетра становятся в возрасте 11 – 13 лет, самок в 12 – 16 лет. В бассейне Азовского моря осетры обычно созревают на 2 года раньше, чем другие популяции. Плодовитость русского осетра колеблется в очень широких пределах – от 50 тыс. до 1165 тыс. икринок. Нерестовая миграция русского осетра растянута с конца марта – начала апреля до конца ноября с максимумом в июле. Рыбы, мигрирующие в реку позднее, остаются в ней на зимовку. Нерест ярового осетра происходит в середине мая – начале июня при температуре воды от 8 до 15 °С на участках рек с гравийными или каменистыми грунтами на глубине от 4 до 25 м. Озимый осетр заходит в реки с незрелыми половыми продуктами и нерестится только на следующий год. Средний размер нерестовых самцов – 132 см и самок – 150 см, средняя масса особей 15 – 20 кг. Предельные размеры русского осетра – 236 см и масса тела 115 кг.

Эмбриональный период при температуре воды 16 – 18 °С длится от 8 до 10 суток. Выклюнувшиеся личинки имеют длину 10 – 12 мм, массу тела 6 – 9 мг и в короткие сроки сносятся течением с нерестилищ в море. Взрослые рыбы после размножения также быстро скатываются на морские пастбища. Достигнув длины чуть более 20 мм, мальки русского осетра переходят на активное питание: вначале их пища в основном состоит из мелкого планктона, позднее из мелких представителей донной фауны (гаммарид, мизид, бокоплавов, нереис и др.). Взрослые рыбы переходят на питание моллюсками и рыбой. При разведении русского осетра в искусственных условиях используют его одомашненную форму или отлавливают производителей во время нерестовой миграции. Молодь очень быстро привыкает к искусственным кормам и хорошо чувствует себя в замкнутом пространстве.

**Сибирский осетр (*Acipenser baerii* Br.)** распространен на огромной территории от Оби на западе до Колымы на востоке, а также в бассейне озера Байкал. В бассейнах Оби и Енисея он образует полупроходную

форму, в Лене, Яне, Индигирке и Колыме обитают местные жилые формы, а в Байкале и Зайсане – озерно-речные. Самая крупная популяция сибирского осетра прежде обитала в Обь-Иртышском бассейне. Однако в результате интенсивного хозяйственного освоения этого бассейна произошло сокращение его численности, что привело к катастрофическому состоянию популяции. В настоящее время обская популяция сибирского осетра внесена в **Красную книгу РФ**. Сибирский осетр близок к русскому осетру, от которого отличается веерообразными жаберными тычинками. Спинных жучек 10 – 19, боковых 32 – 59 (обычно 42 – 47), брюшных 7 – 16. Окраска спины изменчива – от светло-серой до темно-коричневой, брюхо светлое или светло-желтое. Форма и длина рыла сильно варьируют. По сведениям Г. В. Никольского, сибирский осетр достигает максимального размера 2 м при массе тела около 200 кг. Растет медленно, половозрелым становится в возрасте: самцы 17 – 18 лет, самки 19 – 20 лет. У ленского осетра половозрелость наступает в возрасте 11 – 12 лет. Обычно самцы созревают на 1 – 2 года раньше самок. В зависимости от мест обитания плодовитость сибирского осетра колеблется от 50 тыс. до 1400 тыс. икринок. Нерестятся рыбы один раз в несколько лет. Условия и протяженность рек, в которых обитает сибирский осетр, определяют время его нереста. Размножается осетр в период с конца мая до конца июля при температуре воды от 9 до 21 °С. Например, нерест осетра в Оби происходит в конце мая – июне при температуре воды 12 – 18 °С. В Енисее он нерестится в июне – июле при температуре воды от 16 до 21 °С. Нерестилища сибирского осетра располагаются на участках каменисто-гравийного или гравийно-песчаного дна при скорости течения около 1,4 м/с. Продолжительность эмбрионального периода при температуре воды 13 – 14,5 °С продолжается 10 – 17 суток. Выклюнувшиеся личинки имеют длину 10 – 13 мм и массу тела 8 – 11 мг. На 5 – 7 сутки после выклева из икры молодь переходит на смешанное, а через 15 суток – на чисто внешнее питание. Мальки после перехода на активное питание долгое время держатся в пресной воде. Пищу составляют личинки ручейников, поденок, мошек. Сибирский осетр, являясь в основном бентофагом, часто не обнаруживает избирательности в питании, и при недостатке пищи может переходить на хищное питание. У крупных особей в пищеварительном тракте нередко встречаются рыбы (чебак, налим, ерш).

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

Тело у белуги массивное, толстое (*huso* в переводе с латинского означает «свинья»), торпедообразное, сужающееся к хвосту и покрыто пятью рядами костных пластин, которые надежно защищают рыбу от любых внешних воздействий. Рот полулунной формы, большой. Спина и бока серовато-темные, брюхо белое. Спинных жучек 9 – 17, боковых 37 – 53, брюшных 7 – 14.

Половая зрелость у самок наступает в возрасте от 16 до 30 лет. Самцы созревают на 3 – 5 лет раньше. Нерест не ежегодный. Плодовитость колеблется в пределах от 500 тыс. до 5,0 млн. икринок, в зависимости от размеров рыбы. Средняя плодовитость ходовых самок – 715 тыс. икринок. Нерестовая миграция в реки обычно начинается в марте (еще в подледный период). Первый пик продолжается до середины мая, второй пик отмечен в конце лета – начале осени. Производители, мигрирующие весной, нерестятся в тот же год (яровая форма), а зашедшие летом и осенью нерестятся только на следующий год (озимая форма). Нерестится белуга в апреле – мае при температуре воды 6 – 7 °С на глубине от 4 до 15 м при наличии быстрого течения. Грунты нерестилищ представлены каменистыми грядами и галечными россыпями. Продолжительность эмбрионального периода при температуре воды 11 – 12 °С составляет в среднем около 8 дней. Выклюнувшаяся из икры молодь и взрослые рыбы после нереста в реке не задерживаются и скатываются в море. Молодь белуги в природных условиях питается беспозвоночными – мизидами, гаммаридами, олигохетами. Взрослые рыбы становятся хищниками и питаются в основном судаком, сазаном, лещом, килькой, а также молодь – своей и других представителей осетровых. Производителей белуги используют на осетровых рыбо-водных заводах для искусственного воспроизводства. Отработана технология получения половых продуктов, осеменения и инкубации икры, подращивания молоди.

**Севрюга (*Acipenser stellatus* Pall.)** распространена в бассейнах Каспийского, Азовского, Черного и реже Адриатического морей. От

других видов рода осетровых отличается удлинённым (до 60 % длины головы) и уплощённым рылом. Это типичная проходная рыба с ярко выраженным разделением на яровую и озимую формы. По численности яровая форма значительно превышает озимую. Характерным видовым признаком севрюги является её удлинённое и уплощённое рыло, которое составляет более 60 % длины головы, и короткие усики без бахромы. Спина обычно черновато-коричневого цвета, бока светлые, брюхо белое. Спинных жучек 9 – 16, боковых 26 – 43, брюшных 9 – 14. Размеры самок севрюги колеблются в пределах от 130 до 150 см и самцов от 120 до 150 см. Масса тела самок 11 – 13 кг, самцов 6 – 8 кг. В зависимости от мест обитания севрюга достигает половозрелости в различном возрасте. Обычно самцы севрюги становятся половозрелыми в возрасте 7 – 12 лет, а самки 9 – 17 лет. Плодовитость также различается весьма существенно. Обычно в разных популяциях она колеблется от 48 тыс. до 950 тыс., в среднем около 200 тыс. икринок. Наиболее плодовита уральская популяция севрюги. Нерестовая миграция в реки начинается позже, чем у других осетровых. В реках Каспийского бассейна первые особи обычно появляются в апреле, затем нерестовая миграция продолжается до декабря. Нерест начинается в мае и продолжается по август, при температуре воды 12 – 26 °С. Нерестилища севрюги в реках размещаются несколько ниже нерестилищ белуги и русского осетра на галечно-песчаных грунтах. Эмбриогенез у севрюги продолжается при температуре 16 °С около 130 часов, а при температуре 23 °С – 67 часов. Выклюнувшиеся личинки имеют массу тела 20 – 25 мг, при длине 9 – 11 мм. Эндогенное питание продолжается 6 – 8 суток (в зависимости от температуры воды). После нереста производители севрюги и развивающаяся молодь не задерживаются в районе нерестилищ, а скатываются в прибрежные участки моря. Основной пищей севрюги являются бокоплавцы, олигохеты, мизиды и мелкая рыба. В Каспии основу пищи севрюги составляют многощетинковые черви нереис. По скорости роста и пищевым качествам севрюга близка к русскому осетру и может быть прекрасным объектом товарного рыбоводства.

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

Ладожском озерах. Восточная граница ареала стерляди – река Енисей. Это обычная донная рыба, обитающая в глубоких участках рек. Зимой залегает на ямы. Известны две географические расы стерляди – европейская и сибирская. Они различаются между собой рядом биологических показателей. От других осетровых рыб стерлядь отличается удлиненным узким рылом, на котором расположены длинные бахромчатые усики. Рот небольшой, нижняя губа прерванная. Окраска ее спины варьирует от темно-серой до серовато-коричневой, брюхо белое. Спальных жучек 11 – 18, брюшных 10 – 20.

Половозрелой стерлядь становится в возрасте 4 – 7 лет. Причем сибирская стерлядь созревает на 1 – 2 года позднее. Как и у других осетровых, самцы становятся половозрелыми на 1 – 2 года раньше самок. Плодовитость стерляди колеблется около 100 тыс. икринок. Икра мелкая, диаметром 2 – 3 мм. В зависимости от протяженности реки и мест расположения нерестилищ размножается стерлядь с апреля по июнь при температуре воды 7 – 15 °С. Нерестилища располагаются на глубине от 7 до 15 м на галечно-песчаных грунтах. Каждая особь нерестится через 2 – 3 года. Продолжительность эмбриогенеза, как и у других видов рыб, зависит от температуры воды и при благоприятных условиях колеблется в пределах 4 – 9 дней. Выклюнувшиеся личинки небольших размеров (4 – 6 мм) и с очень малыми запасами питательных веществ (общая масса личинки в искусственных условиях 5 – 7 мг). Личинки обычно держатся в районе нерестилищ, а на мальковом этапе уходят в русла рек. Пища их в это время состоит из мелких личинок насекомых. После ската в реки молодь стерляди, а затем и взрослые рыбы питаются водными личинками насекомых, мелкими моллюсками и икрой других рыб. Являясь самым мелким представителем осетровых, стерлядь не отличается высокой скоростью роста. Максимальные ее размеры 125 см, масса тела до 16 кг. В промысловых уловах размеры стерляди не превышают 100 см, а масса тела колеблется в пределах 6,0 – 6,5 кг. В рыбоводстве чаще всего используются одомашненные формы стерляди и ее промышленные гибриды с белугой и осетром. Особенно перспективны для рыбоводных целей гибриды, которые характеризуются достаточно интенсивным ростом по сравнению с исходными формами. Известны гибридные породы стерляди с белугой (бестер) и осетром (остер).

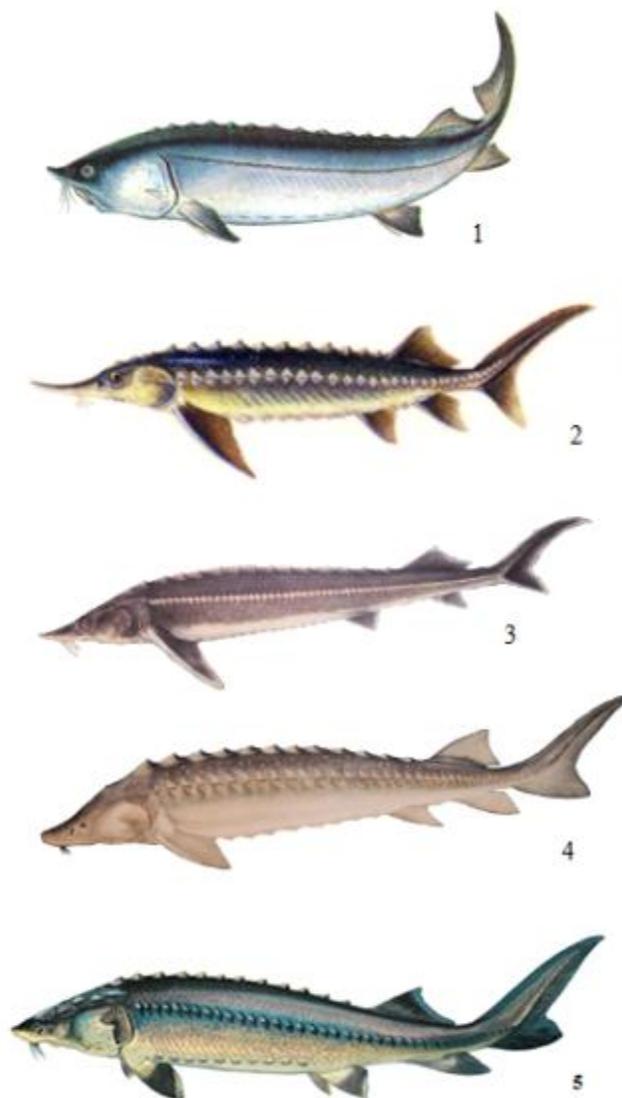


Рисунок 12 – Семейство осетровые:  
1 – белуга, 2 – севрюга, 3 – стерлядь, 4 – русский осетр,  
5 – сибирский осетр

**Семейство лососевые.** Большая часть территории нашей страны, находится в зоне с умеренным климатом. В водоемах этой зоны преобладают холодолюбивые рыбы, среди которых наибольший интерес представляют лососевые и сиговые. Благодаря своим высоким пищевым качествам они являются ценными диетическим и деликатесным продуктом. Мясо всех лососевых, а у некоторых и красная икра превосходны на вкус и пользуются широким и постоянным спросом на мировом рынке. Большинство из них стали объектами промысла и рыборазведения.

Лососевые – проходные и пресноводные рыбы Северного полушария; они обитают в Европе, Северной Азии, в горных ручьях Северной Африки и в Северной Америке. В южном полушарии лососевых, кроме акклиматизированных человеком, нет.

К семейству лососевых относятся рыбы, имеющие один настоящий спинной плавник и один жировой. В спинном плавнике бывает от 10 до 16 лучей. Второй, жировой плавник не имеет лучей. У самок яйцеводы зачаточные или вообще отсутствуют, так что созревающая икра выпадает из яичника в полость тела. Кишечник имеет многочисленные пилорические придатки.

Лососевые – рыбы, легко изменяющие образ жизни, внешний вид, окраску в зависимости от внешних условий.

Различают два подсемейства – собственно лососевых (*Salmoninae*) и сиговых (*Coregoninae*). От собственно лососевых сиги отличаются деталями строения черепа, у большинства из них относительно маленький рот и более крупная чешуя, чем у лососей.

**Тихоокеанские лососи** обитают в бассейне Тихого океана. Это проходные рыбы, нерестующие в пресных водах Азии и Северной Америки и нагуливающиеся в море. Известно 6 хорошо различающихся видов (кета, горбуша, чавыча, нерка, кижуч и сима. Все тихоокеанские лососи мечут икру лишь раз в жизни, погибая после первого нереста. В морской период жизни тихоокеанские лососи нагуливаются во всей северной части Тихого океана вплоть до фронта теплого течения Куросиво, включая Японское, Охотское и Берингово моря. Половозрелые особи начинают нерестовую миграцию – путешествие без возврата, устремляясь в реки, где они родились и где им суждено, отложив икру, погибнуть. Внешний вид лососей, входящих в реки, меняется. У них появляется «брачный наряд»: тело, бывшее в море вальковатым, уплощается, на челюстях, сошнике, небе и языке появляются сильные крючковатые зубы. Сами челюсти, особенно у самцов, искривляются, на спине вырастает горб, кожа становится толстой и грубой, в нее врастает чешуя. Серебристая окраска исчезает, и в коже появляется пигмент, окрашивающий ее в черный, малиновый или лилово-красный цвет. У самок признаки брачного наряда выражены слабее, чем у самцов. Все тихоокеанские лососи «закапывают» оплодотворенную икру в грунт, поэтому нерестятся они в местах, где дно не заилено, покрыто галькой или гравием, нередко там,

где бьют подводные ключи. После нереста начинается массовая гибель производителей. Наиболее истощенные погибают уже на нерестилище, другие относятся течением и гибнут по дороге к устью. Мальки, как только рассосется желточный пузырь, выходят из бугра и сплывают вниз по течению, питаясь мелкими водными беспозвоночными и упавшими в воду насекомыми. У одних видов они незадерживаются долго в реке, у других речной период растягивается до одного-двух лет.

Представители тихоокеанских лососей представлены на рисунке 13.

**Кета (*Oncorhynchus keta*).** Проходная рыба рода тихоокеанских лососей. Распространена в северной части Тихого океана: у азиатских берегов и американских – до залива Монтерей. Длина тела до 1 м, вес до 14 кг.

С весны, нагуливаясь, мигрирует к северу. В небольшом количестве достигает рек бассейна Ледовитого океана – от Маккензи до Лены. Питается ракообразными, крылоногими моллюсками, молодью рыб (песчанки, корюшки, сельди и др.). Созревает на 4 – 5 году жизни. Для размножения заходит в реки. В море кета-серебрянка имеет серебристую окраску, даже основания лучей хвостового плавника, без полос и пятен. В реке окраска меняется на буроватожелтую, с темно-лиловыми или темно-малиновыми полосами. Различают две формы кеты: летняя (до 80 см длины), входящая в реки с первых чисел июля до середины и конца августа; она преобладает в северных частях Тихого океана. Осенняя кета (до 1 м длины, более крупная и ценная) преобладает в южных частях ареала. В Амур, реки Сахалина идут обе формы. Средняя длина ходовой кеты на Сахалине 61 – 65 см, вес 2,7 – 3,3 кг; севернее кета крупнее. Осенняя кета входит в Амур, начиная с конца августа и начала сентября и поднимается по рекам гораздо выше, чем летняя. Нередко она нерестится уже подо льдом. Для нерестилищ кета выбирает затишные участки небольших рек, дно которых покрыто мелкой галькой и гравием.

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

ретаёт брачный наряд: тело уплощается и приобретает коричневую окраску, голова и плавники чернеют, челюсти изгибаются, на них вырастают большие зубы. На спине у самцов образуется горб.

Горбуша – это мелкий быстрорастущий лосось. Обычные размеры 32 – 64 см (до 68 см), масса 1,4 – 2,3 кг (до 3 кг). Созревает в 2 года, размножается с конца июня до конца сентября на перекатах с галечно-песчаными грунтами и быстрым течением. Нерест порционный, проходит при температуре воды 10 – 12 °С, после нереста рыба погибает. Плодовитость 800 – 2400 икринок с диаметром 6 мм и более. Личинки выклеваются весной и в мае – июне на этапе малька скатываются в море. Первое время они держатся в предустьевых акваториях, питаются личинками насекомых и ракообразными. В море взрослые особи питаются **ракообразными** и рыбой.

У горбуши есть одна удивительная биологическая особенность: все ее личинки сначала являются самками. Только перед их выходом из грунта примерно у половины особей происходит изменение пола, и они становятся самцами.

В северных районах России горбуша является объектом пастбищного рыбоводства, где ежегодно на рыбоводных заводах подращивается и выпускается в водоемы 800 млн. мальков.

**Чавыча (*Oncorhynchus tshawytscha* Walb.)** – самая крупная и самая ценная рыба среди тихоокеанских лососей. Средний размер ходовой чавычи 90 см, но попадаются и значительно более крупные экземпляры, достигающие более 50 кг веса. Американцы называют чавычу «король-лосось», а японцы присвоили ей титул «князя лососей».

Обитает чавыча в северной части Тихого океана: у берегов Северной Америки – от Аляски до Калифорнии; у берегов Азии – от р. Анадырь до Амурского лимана. В России чавыча чаще всего входит в реки Камчатки, причем она идет на нерест раньше прочих лососей, с середины мая.

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

Чавыча – проходной вид с быстрым темпом роста. В море живет 4 – 7 лет, является довольно холодолюбивой рыбой. Нерестится в мае –

июне при температуре воды 10 – 16 °С в возрасте 4 – 7 лет и старше. Есть карликовые самцы, созревающие в возрасте 2 лет. Сильная рыба не боится быстрого течения (1 – 1,5 м/с) и выбивает хвостом нерестовые ямы в крупной гальке и булыжниках. Самка откладывает до 14 тыс. и более крупных икринок. Икринки до 10 мм в диаметре закапываются рыбами в крупные гнезда.

После нереста рыбы погибают. Молодь остается в пресной воде 1 или 2 года, но часть рыб, может скатываться в море сразу после выхода из гнезд.

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

**Нерка красная (*Oncorhynchus nerka*)** также называемая красным лососем. Этот вид широко распространен по американскому берегу, очень много нерки на Аляске. В Азии встречается на о. Хоккайдо – на юге и на р. Анадырь – на севере. Но наиболее многочисленна она у берегов Камчатки и Сахалина.

Вес взрослой особи нерки достигает 3 кг, при длине тела 80 см. Половозрелым этот вид становится довольно поздно, на 5 – 6 году жизни. Отличием нерки от других лососей является то, что она предпочитает нереститься в озерах, где бьют ключи. Интересно, что большинство рыб возвращается не только в то же озеро, где родились, но и на то же самое нерестилище, т.е. хоминг (возвращение домой). У нерки хоминг развит очень хорошо. Заходить в реки эта рыба начинает в конце весны и продолжает это делать до конца июля – начала августа. Так называемый брачный наряд нерки – это ярко-красный цвет тела и зеленая голова (поэтому второе название нерки – красная). После вылупливания из икры молодь нерки долгое время живет в пресной воде (2 – 3 года), и лишь немногие уходят в море. Еще одно кардинальное отличие нерки от других лососевых – это то, что мясо у нее насыщенного красного цвета, в то время как у остальных видов – бледно-розовое. Существует также самовоспроизводящаяся озерная жилая форма нерки. В некоторых реках кроме проходной имеется карликовая жилая форма нерки. Карликовые рыбы встречаются в озерах Японии, Северной Америки, Камчатки. Они не скатываются в море, достигают половой зрелости в пресной воде и участвуют в нересте вместе с проходной красной. Эта форма образуется

из части потомства проходных рыб при благоприятных условиях питания в озерах.

**Кижуч (*Oncorhynchus kisutch* Walb.)** относится к роду тихоокеанских лососей. Это проходная хищная рыба, обитающая в водах Тихого океана. Входит в реки по азиатскому побережью, встречается на Камчатке и реках Охотского побережья. Образует озерные жилые формы. От других лососей кижуч отличается ярко-серебристым цветом чешуи (отсюда японское и американское название – «серебряный лосось» и наше старое – «белая рыба»).

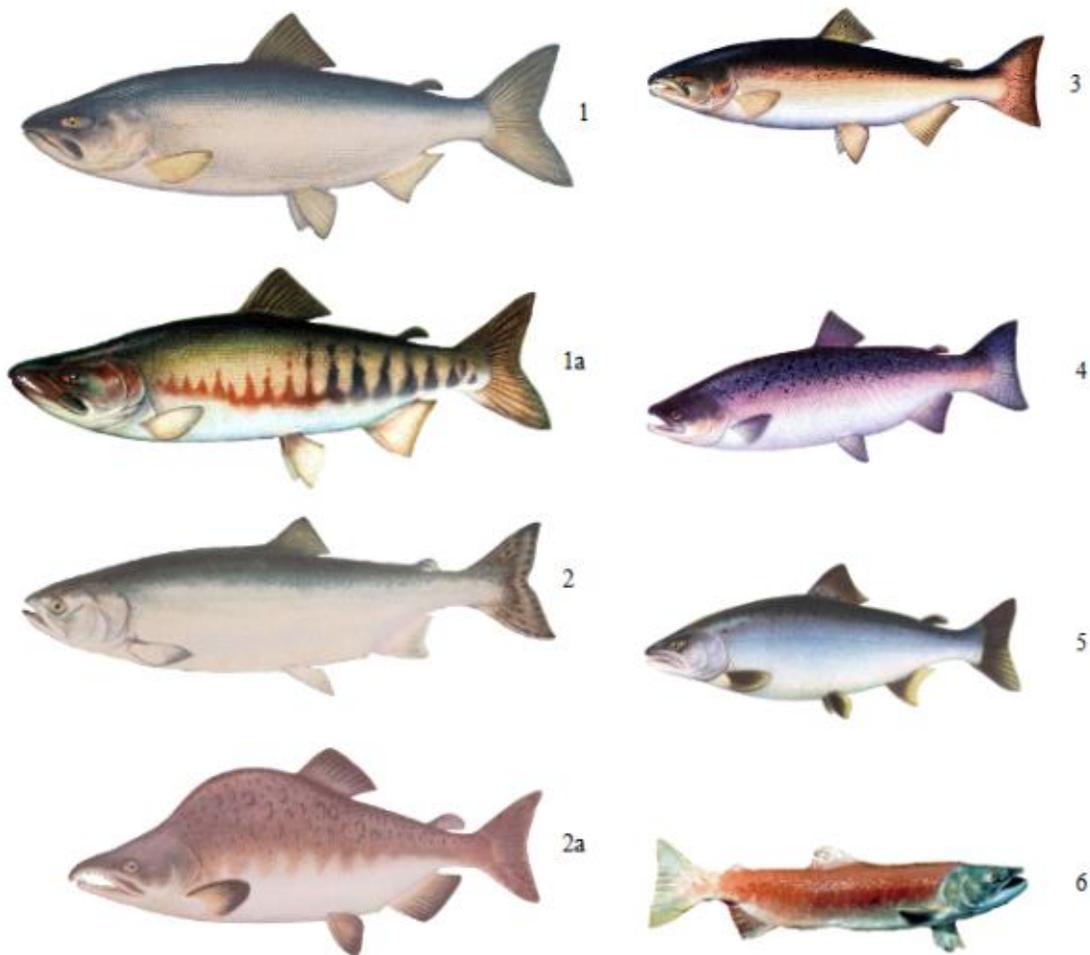


Рисунок 13 – Тихоокеанские лососи:

1 – кета, 1а – кета нерестовая (брачный наряд), 2 – горбуша, 2а – горбуша нерестовая, 3 – чавыча, 4 – кижуч, 5 – сима, 6 – нерка красная.

В длину достигает 84 см, средний размер особей – 60 см. Его масса колеблется от 4 до 6 кг. В реки кижуч входит позднее других тихоокеан-

ских лососей и нерестится с начала сентября до середины марта при температуре воды 1 – 8 °С, часто подо льдом. Половозрелым становится в возрасте 3 – 4 лет, озерные формы в 4 года. Некоторые самцы даже в возрасте 2 лет (те, что живут в реке). Они образуют карликовые формы кижуча, которые имеют важное значение во время нереста. Нерестилища располагаются от устьев рек до верховьев. В озерах кижуч не нерестится. Одна самка откладывает икру в 3 – 4 гнезда. Средняя плодовитость кижуча 2,5 – 4,5 тыс. икринок. Икра сравнительно некрупная, ее диаметр 4,5 мм. Во время нереста и самцы и самки становятся темно-малиновыми. После нереста рыбы погибают. Выклев личинок происходит через 86 – 100 дней в зависимости от температуры воды. Молодь живет в притоках, озерах и реках от 1 до 3 лет. В это время она питается насекомыми и их личинками, иногда икрой других рыб. Основная ее масса скатывается в море для нагула в июне – августе на 2 году жизни (реже на 3 или 4). В море кижуч проводит более 1 года. Зимует при температуре воды от 5 до 10 °С. Это самый теплолюбивый вид среди тихоокеанских лососей. Кижуч является объектом пастбищного и товарного рыбоводства.

**Сима (*Oncorhynchus masou*).** В переводе с английского и японского сима означает «вишневый лосось». Единственный из тихоокеанских лососей, встречающийся только по азиатскому берегу. Сима входит в реки Камчатки, Сахалина, Хоккайдо и Хондо, на юг по материковому берегу идет до Фузана ир. Тумень-Ула.

Сима достигает 63 см в длину и 6 кг веса, имеет черные пятна на теле. Они покрывают спину и бока рыбы, а также спинной и хвостовой плавники. Сима, в брачном наряде, окрашена очень ярко, ее оливковое тело покрыто поперечными красными и малиновыми полосами, у входящей в реку симы они светло-малинового цвета, у нерестующей темнеют. В переводе с английского и японского сима означает «вишневый лосось».

Молодь симы живет в пресной воде до года и более; половозрелой сима становится на 3 – 4 году жизни. Замечательна способность симы легко образовывать жилые пресноводные формы. Морской период жизни, в зависимости от возраста скатившейся молодежи, продолжается 2 – 3,5 года. Молодь, живущая в реках, известна под названием «пеструшка», «каменка», «подкаменка». В море интенсивно питается ракообраз-

ными, реже молодью рыб. Нерестовый ход симы происходит в июне и июле. Проходная сима после нереста погибает, а жилая форма (преимущественно карликовые самцы) участвуют в нересте и на следующий год.

**Настоящие лососи** отличаются от тихоокеанских лососей. Настоящие лососи во время нереста приобретают брачный наряд, как и тихоокеанские лососи, но не погибают после первого нереста. Это проходные и жилые рыбы северных частей Атлантического и Тихого океанов, есть они в Балтийском, Черном, Каспийском морях. Жилые формы в Америке и Евразии распространены очень широко, доходя на юге до Средиземноморья и верховье в Евфрата, нет их только на всем протяжении Сибири.

Представители настоящих лососей представлены на рисунке 14.

**Атлантический лосось – семга (*Salmo salar* L.)** – благородный лосось, проходная, холодноводная рыба с высоким темпом роста, обитающая в северной части Атлантического океана и юго-западной части Северного Ледовитого океанов (рис. 15). В России она распространена в реках бассейнов Балтийского, Баренцева и Белого морей. Восточная граница ареала – река Кара. В больших озерах образует особую пресноводную форму. Тело семги серебристое, покрытое выше боковой линии темными Х-образными пятнами, достигает в длину 1,5 м. В естественной среде обитания она представлена двумя расами – озимой (мелкая листопадка, крупная осенняя, или заледка) и яровой (крупная закройка, или межень, мелкая тинда, или синюшка). Яровая семга созревает в возрасте 3 – 4 лет и нерестится в том же году, в котором входит в реки. Озимая форма созревает на 1 или 2 года позже яровой и идет на нерест с недоразвитыми половыми продуктами, а нерестится на следующий год. В северных районах семга нерестится в сентябре – октябре, в южных в ноябре – декабре. В нересте участвуют карликовые самцы. Самка делает гнездо до 2 – 3 м длиной и закапывает оплодотворенную икру. Брачный наряд выражается в потемнении тела и появлении на боках тела и голове красных и оранжевых пятен. У самцов удлиняются и искривляются челюсти, на верхней челюсти образуется крючкообразный выступ.

Плодовитость варьирует от 10 тыс. до 22 тыс. икринок. Инкубационный период длится в среднем 180 суток. Часть производителей после нереста гибнет, выжившие скатываются в море и вновь возвращаются на нерест в следующем сезоне или через год. Известны случаи повтор-

ного нереста до 5 раз. Выклев личинок происходит в конце апреля – начале мая. В реке молодь обычно живет 2–3 года, в редких случаях до 5 лет. Скат в море происходит весной, после ледохода. В реки на нерест семга возвращается после 2 – 3-летнего нагула в море. В морской период жизни основным объектом питания семги является рыба, в реках половозрелые особи не питаются. Основными производителями семги в мире являются: Норвегия (поставляет на международный рынок 43 % товарной продукции семги), Чили 26 % и Англия 13 %. Товарное выращивание семги в России еще не получило широкого развития, однако хорошо отработана технология выращивания молоди на специализированных рыбоводных заводах для выпуска в естественную среду обитания. Оптимальная температура для роста молоди 10 – 14 °С. Годовики семги достигают массы 9 – 13 г, двухгодовики 110 – 130 г, трехгодовики 400 – 600 г, четырехгодовики 850 – 1100 г, пятигодовики 1400 – 1600 г.

**Кумжа (*Salmo trutta* L.)** образует проходную и пресноводную формы. В России обитает в бассейнах Баренцева, Белого, Балтийского, Черного и Каспийского морей. Тело выше и ниже боковой линии покрыто черными пятнышками, которые имеют светлый ореол и нередко имеющими форму буквы «х». На боках есть красные пятна. Обычные размеры кумжи до 30 – 70 см длины и 1 – 5 кг массы. Наибольший интерес для рыбоводства представляет проходная форма каспийской и черноморской кумжи. Каспийская кумжа живет в море от одного года до четырех лет, достигая длины 50 – 70 см и массы 3 – 4 кг. Для размножения входит в те же реки, что и семга, но начало хода наблюдается несколько позднее, чем у семги (в августе – сентябре). Нерест происходит осенью – в октябре – ноябре, икра довольно крупная, до 5 мм.

Брачный наряд выражен слабее, чем у семги: челюсти искривляются и вытягиваются не так сильно, у самцов на теле появляются розоватые округлые пятна.

Рабочая плодовитость около 3 – 4 тыс. икринок, у элитных экземпляров до 10 тыс. При температуре воды 5 °С развитие эмбрионов длится 120 – 150 суток. Массовый выклев приходится на февраль – март. Оптимальная температура воды для роста молоди 8 – 13 °С. Интенсивный рост ее происходит на 3 году жизни при массе 600 – 800 г. Черноморская кумжа в море нагуливается 2 – 3 года, половой зрелости достигает в 4-летнем возрасте. Нерестится с марта по июль, рабочая плодовитость 4 –

6,5 тыс. икринок. При температуре воды 9 – 10 °С развитие эмбрионов длится 47 – 50 дней. Дает превосходные результаты при выращивании «в морской воде: на 2 году жизни достигает массы 1 кг, на 3 году 1,5 – 2 кг. В целом же кумжа растет медленнее, чем семга. Она высоко ценится как пищевой продукт и является перспективным объектом индустриального рыбководства.

**Радужная форель (*Parasalmo mykiss Walb.*)** распространена главным образом в водоемах Камчатки, единично встречается в водоемах материкового побережья Охотского моря, в Амурском лимане к югу от устья Амура и на Командорских островах. В Америке вид известен от Аляски до Калифорнии. Окраска взрослых особей форели серебристая, на теле и плавниках много мелких черных пятен. В нерестовый период самцы темнее самок. Вдоль боковой линии у них проходит яркая, заходящая на жаберные крышки красная полоса радужных оттенков, за что форель и получила свое название. У самок полоса светлее. Они отличаются от самцов большими размерами и округлой головой. У самцов нижняя челюсть слегка изгибается вверх. Радужная форель холодноводная рыба, предпочитает прозрачные воды с высоким содержанием кислорода (9 – 11 мг/л). Оптимальная температура для выращивания 14 – 18 °С, а крайние пределы шире: от 0,1 – 0,5 °С до 23 – 25 °С. При температуре выше 20 °С форель чувствует себя угнетенно, а при 29 – 30 °С погибает. В то же время форель устойчива к солености воды: личинки и мальки адаптируются к солености 5 – 8 ‰, сеголетки 12 – 14 ‰, годовики 20 – 25 ‰, а двухлетки и старше 30 – 35 ‰. Половой зрелости радужная форель достигает в возрасте 2 – 3 лет (самцы) и 3 – 4 лет (самки). Нерестится обычно весной (в апреле – мае) при температуре воды от 4 до 11 °С. Однако в зависимости от условий обитания нерест форели может быть более растянут. При регулировании условий размножения экологическим методом в искусственных условиях продолжительность нерестового периода можно сократить до нескольких недель. Однако потомство можно получать не более 2 раз в год. В северном регионе икру от радужной форели чаще всего получают в январе–марте, что к началу вегетационного периода позволяет иметь полноценный посадочный материал. Величина икринок и плодовитость радужной форели варьируют в зависимости от возраста и размеров самок. Икра у нее оранжево-желтая, диаметр икринок колеблется от 3,0 до 5,3 мм, плодови-

тость от 1300 до 4200 икринок. На каждый килограмм живого веса обычно приходится 1300 – 2000 икринок. Продолжительность эмбрионального развития зависит от температуры воды и колеблется от 28 до 86 дней. При температуре воды 7,5 – 8,9 °С продолжительность эмбриогенеза равняется 45 – 50 суткам, выклев личинок в нормальных условиях продолжается не более 5 – 6 суток.



Рисунок 14 – Настоящие лососи:  
1 – семга, 2 – кумжа, 3 – радужная форель.

Выклюнувшиеся личинки неактивны и большую часть времени проводят на дне бассейнов. Масса тела при выклеве колеблется в пределах 38 – 60 мг (с желточным мешком), общая длина 12,2 – 16,1 мм. Желточный мешок составляет около 76 % от общего веса личинки. Масса радужной форели, в искусственных условиях выращивания на 1-м году жизни (сеголетки – осенью), может достигать от 50 до 180 г, годовиков 100 – 200 г, двухгодовиков 1200 – 1500, трехгодовиков 2000 – 2500 г, четырехгодовиков 3000 – 4500 г. Радужная форель является традиционной

формой культивирования во всех странах мира, и благодаря своей пластичности и достаточно быстрому росту она используется в качестве объекта как холодноводного, так и тепловодного рыбоводства. Особенно хорошие результаты получены при выращивании радужной форели в садках. Лидерами на рынке радужной форели считаются Чилии, Норвегия, производящие ежегодно 72,5 % от мирового объема. Большой опыт по выращиванию форели имеют Скандинавские страны (Норвегия, Финляндия, Швеция и Дания), поставляющие на мировой рынок около 17,5 % товарной рыбы. В Россию радужная форель была завезена из Европы в 60 годы XIX в. и к настоящему времени стала одним из массовых объектов разведения в искусственных условиях.

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

Представители сиговых представлены на рисунке 15.

**Сиг обыкновенный (*Coregonus lavaretus* L.)** – типичный представитель семейства сиговых. Распространен почти во всех водоемах бассейна Северного Ледовитого океана – от Баренцева и Белого морей до Чукотки, а также в бассейне Балтийского моря, в Западной Европе – в водоемах Великобритании, Скандинавии и других стран. Это полиморфный вид, отличающийся большим разнообразием экологических форм. Встречаются проходные, речные и озерные сиги. В больших озерах они подразделяются на прибрежных, глубоководных и пелагических с разным типом питания – от типичных планктофагов до бентофагов и даже хищников. Средняя длина сигов варьирует от 10 – 15 см у мелких форм до 30 – 60 см у крупных. Полупроходные и озерные сиги часто достигают крупного размера (до 68 см и массы 1 – 2 кг), максимальная масса сига 12 кг. Тело сигов серебристое с темной спинкой, плавники могут быть темными, иногда даже черными. Брачный наряд в виде эпителиальных бугорков ярче проявляется у самцов.

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

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

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

**Пыжьян (*Coregonus lavaretus pidschian* Gm.)** широко распространен в бассейне Северного Ледовитого океана. Западная граница его ареала в России совпадает с государственной, восточная проходит в бассейне реки Анадырь. На юге пыжьян распространен до монгольских озер. Обитая в различных климатических зонах, образует многочисленные местные формы. Пыжьян относится к холодноводным видам рыб. Имеет удлиненное, уплощенное с боков тело, маленькую голову с вытянутым рылом и полунижним ртом. Спина очень круто поднимается вверх сразу за головой. Тело пыжьяна серебристо-белое, спина и плавники темно-серые. Половозрелым в основном становится в возрасте 4 – 5 лет, а некоторые его формы созревают на 7 – 8 году жизни. Плодовитость пыжьяна колеблется от 3 тыс. до 120 тыс. икринок. Размножается в реках. Нерест его весьма растянут и обычно продолжается с сентября до февраля при температуре воды ниже 4 °С. Икра откладывается на песчаные и галечно-каменистые грунты на глубине до 2 м. Эмбриональное развитие продолжается от 2 до 4 месяцев. Личинки выклеваются в конце апреля – первой половине мая и через 6 – 10 дней начинают активно питаться мелкими формами планктона, по мере роста переходя на более крупные организмы. Во взрослом состоянии, являясь бентофагом, предпочитает хирономид, моллюсков и малощетинковых червей. У крупных форм в рационе нередко встречается молодь других рыб. Темп роста у разных форм пыжьяна в зависимости от условий обитания значительно колеблется. Так, масса тела двухлетков изменяется в пределах 14 – 36 г, четырехлетков 74 – 274 г, шестилетков 169 – 556 г. Высокая пластичность пыжьяна к условиям среды может дать хорошие результа-

ты при прудовом и озерном товарном рыбоводстве.

**Пелядь (*Coregonus peled* Gm.)** – пресноводная рыба, образует озерные и полупроходные формы. Обитает в реках и озерах европейского севера, северо-запада, центральных районов России и Сибири, а также в водоемах Прибалтики и Белоруссии. За счет акклиматизационных работ была заселена в озера Германии, Польши, Венгрии, Финляндии и Монголии. Пелядь – раносозревающий планктофаг, обладающий хорошим темпом роста, высокой адаптационной пластичностью. Это крупная рыба длиной до 45 – 55 см, массой 2,5 – 3 кг. Половой зрелости достигает в возрасте 2 – 3 лет, плодовитость колеблется от 3,5 тыс. до 85 тыс. икринок. Нерест полупроходных форм пеляди обычно проходит в сентябре – октябре при температуре воды ниже 5 °С. Озерная форма нерестится подо льдом или перед ледоставом при температуре воды 0,1 – 2,0 °С. Эмбриогенез протекает при температуре 0,1 – 5,0 °С, температура 7 – 8 °С составляет верхний порог развития. Личинки выклеваются весной (в конце апреля – начале мая) и имеют длину 8 – 11 мм. Мальки и взрослая рыба питаются в основном планктоном. Пелядь обладает хорошей экологической пластичностью. Оптимальный температурный режим для нее 15 – 20 °С, достаточно легко переносит снижение содержания кислорода до 2,5 – 3,0 мг/л и солености до 6 – 10 ‰. Растет быстро: в высоко кормных водоемах сеголетки достигают массы 80 – 100 г, двухлетки 450 – 500 г, трехлетки 700 – 1000 г.

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

**Ряпушка (*Coregonus albula* L.)** – наиболее массовый холодолюбивый вид. Широко распространена в озерах и озерно-речных системах бассейнов Балтийского и Белого морей, а также Северного Ледовитого океана. Отличается тонкой чешуей, верхним ртом, причем нижняя челюсть выступает за передний край верхней. Тело вытянутое, серебристо-белое с более темной зеленоватого цвета спинкой. Подобно сигам ряпушка образует ряд форм и почти в каждом водоеме имеет свои морфологические особенности. Для рыбоводства чаще всего используют европейскую ряпушку, которая образует преимущественно озерные формы: крупную и мелкую. Для нее характерно сравнительно раннее созревание на 1 – 2 году жизни и единовременный нерест. Нерест происходит в октябре – ноябре, при температуре воды 2 – 6 °С. Средняя ра-

большая плодовитость составляет 10 тыс. икринок, а у крупных форм 18 – 50 тыс. икринок. Выклев личинок происходит в апреле – мае. Молодь питается коловратками, а взрослая рыба зоопланктоном. По сравнению с пелядью ряпушка растет медленнее, но, несмотря на это, может иметь большое значение в озерном рыбоводстве как второй планктофаг в поликультуре. Ее мелкая форма в течение 1 – 2 сезонов достигает размеров взрослой особи длины 10 – 15 см и массы 10 – 20 г. Сеголетки крупной формы достигают длины 10 – 14 см и массы 8 – 23 г, двухлетки 14 – 23 см и массы 27 – 163 г, а четырех годовики 150 – 300 г при длине 22 – 28 см.

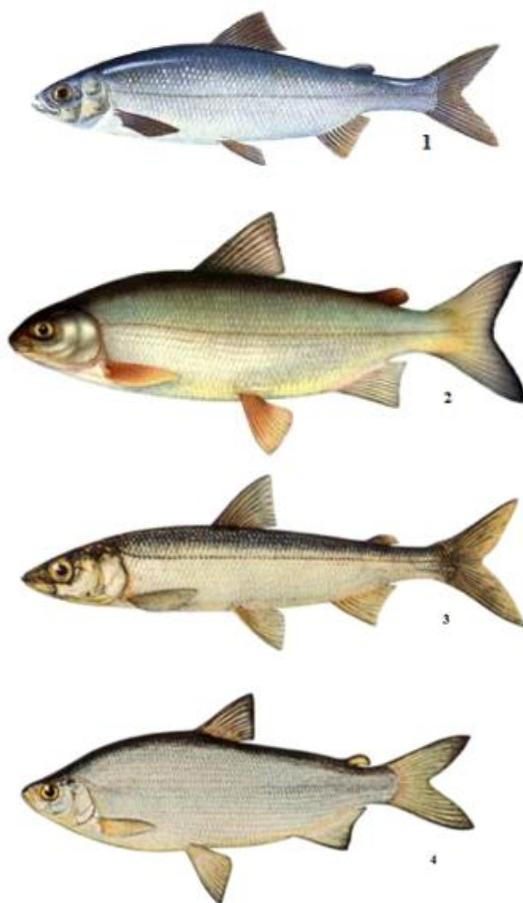


Рисунок 15 – Сиговые рыбы:

1 – сиг обыкновенный, 2 – пыжьян, 3 – пелядь, 4 – ряпушка

Получены хорошие результаты по вселению крупных форм ряпушки в водохранилища и разведению в прудовых хозяйствах Московской и Свердловской областей.

**Семейство карповые**

Карповые – это самое богатое видами семейство пресноводных рыб, населяющих внутренние водоемы Европы, Азии, Африки и Северной Америки. Есть также и типичные полупроходные рыбы, которые нагуливаются в солоноватых водах Каспийского и Аральского морей, а на нерест идут в реки. В основном карповые относятся к тепловодным видам, но успешно растут и при температуре воды 17 – 20 °С. Представители семейства характеризуются большим морфо-экологическим разнообразием, их размеры колеблются от 6 – 8 см до 150 и даже до 180 см. Плодовитость высокая и изменяется в больших пределах (0,2 – 1,8 млн. икринок).

Икра клейкая, прикрепляется к растительности. Многие виды откладывают икру на камнях и песке, а также в толще воды. Молодь питается зоопланктоном. Взрослые особи зоопланктоном, зообентосом, рыбами, фитопланктоном и высшей водной растительностью. В холодное время года почти или полностью прекращают питаться. Многие из них являются объектами разведения в нерестово-выростных хозяйствах и рыбопитомниках.

Представители семейства карповых представлены на рисунке 16, 17, 18.

**Сазан, карп обыкновенный (*Cyprinus carpio L.*)** является природной формой карпа обыкновенного. Населяет пресные и солоноватые воды бассейнов Черного, Азовского, Каспийского, Средиземного, Северного и Балтийского морей. В настоящее время широко расселен в Азии, встречается даже на Камчатке, Сахалине и в бассейне озера Байкал. Прекрасно приспосабливается к жизни в водохранилищах и прудах. Образует полупроходные и жилые формы. Является ценной промысловой рыбой и объектом разведения в прудах. Численность в естественных водоемах поддерживается путем их зарыбления подращенной в нерестово-выростных хозяйствах молодью. Растет быстро, темп роста зависит от условий откорма и температуры воды. Хорошо переносит недостаток растворенного в воде кислорода. Может достигать длины 100 см, массы 16 – 32 кг. Средняя длина 35 – 55 см, масса 1 – 3 кг. Предельный возраст 30 лет. Половой зрелости достигает в возрасте 2 – 5 лет при длине более 30 см. Нерест порционный, с конца апреля по август (в зависимости от широты), при температуре 16 – 20 °С. Нерестится в прибрежных зарослях водной растительности, на глубине 0,5 м. Плодовитость 0,1 – 1,8

млн. икринок с диаметром 1,4 – 1,5 мм. Инкубационный период длится от 2,5 суток (при температуре воды 22 – 24 °С) до 7,5 суток (17 – 18 °С). Вылупившиеся личинки длиной 6,5 – 7,0 мм первое время висят, прикрепившись к растениям, затем начинают активно двигаться и питаться мелкими формами зоопланктона. Взрослые рыбы питаются моллюсками, растительностью, насекомыми и другими водными организмами.

Карп образует три породы, различающиеся по чешуйчатому покрову: карп чешуйчатый, карп зеркальный и карп голый (рис. 16).

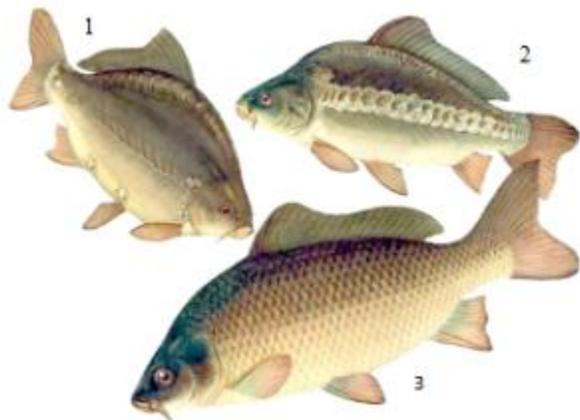


Рисунок 16 – Породы карпа:

1 – карп голый, 2 – карп зеркальный, 3 – карп обыкновенный  
Чашуйчатый

Карп – один из самых распространенных объектов товарного рыбоводства в прудовых хозяйствах России, Западной Европы и Юго-Восточной Азии, является культурной формой сазана, обладает мясом высокого качества.

**Золотой карась (*Carassius carassius* L.)** распространен в мелких озерах Европы и Азии, до реки Лена. Обитает в реках бассейна Северного Ледовитого океана. На юге России есть в Западном Закавказье, Куме, Тереке, низовьях Волги. Встречается в Урале и Эмбе. Живет в стоячих водоемах, заливах, старицах, в реках с замедленным течением. Выносит кислые воды, низкое содержание кислорода (0,5 – 0,6 мг/л), промерзание водоема до дна. На зиму закапывается в ил. Выживает и в сильно заболоченных водоемах. Тело короткое, высокое, сжатое с боков, покрытое золотистого оттенка чешуей. Рот конечный, без усиков. Брюхо не пигментировано. Различают высокотелую и низкотелую формы. Рыба средних размеров. Достигает длины 24 см, массы 500 – 600 г (макси-

мально 45 – 50 см, 3 – 5 кг). Тугорослая рыба, но при благоприятных кормовых условиях растет быстрее. В прудах средней полосы длина годовика составляет 4,5 см, двухгодовика 11 см, пятигодовика 18,5 см. Половая зрелость наступает на 4 – 5-м году. Нерест порционный (до трех порций), в мае–июне, при температуре не ниже 17 – 18 °С. Плодовитость 137 – 207 тыс. икринок. Икру откладывает на растительность. Диаметр икринки около 1 мм, цвет ярко-желтый. Инкубация длится 5 – 7 дней. Питается бентосом, детритом, частями водных растений. Интенсивно питается летом, зимой прекращает питаться. Ценный объект промысла и рыборазведения. Особенно много золотого карася добывают в озерах Якутии.

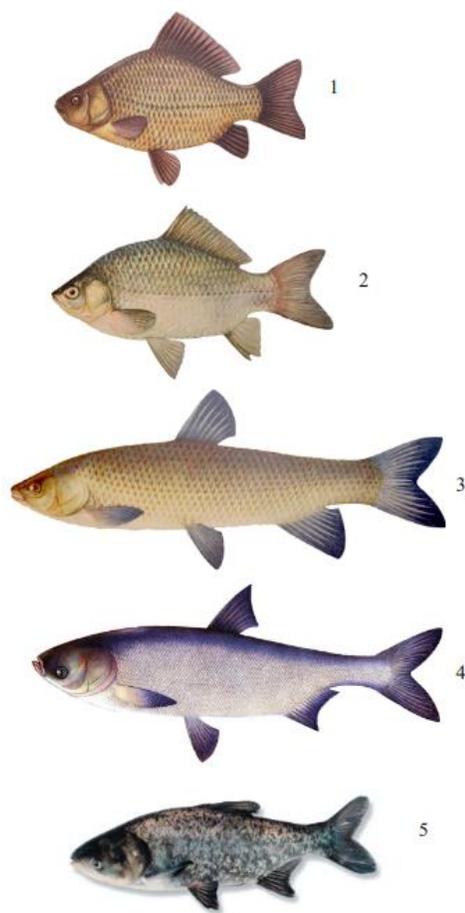


Рисунок 17 – Семейство карповые:

1 – золотой карась, 2 – серебряный карась, 3 – белый амур,  
4 – белый толстолобик, 5 – черный толстолобик

**Серебряный карась (*Carassius auratus* L.)** благодаря искусственному разведению распространился по всему миру. Ареал охватывает

Евразию и Америку. В России серебряный карась и его породы впервые появились в XVII в. и содержались в царских прудах. Тело короткое, высокое, покрытое серебристой чешуей. Форма тела угловатая, а не округлая. Окраска спины темно-зеленая, бока и брюхо – серебристые. Имеет длинный спинной плавник, крупную чешую. Отмечают высокотелую и низкотелую формы. Достигает длины 45 см, массы 1 кг. Живет до 14 – 15 лет, обычно 7 – 10 лет. Половозрелым становится в 2 – 4 года. Плодовитость 30 – 400 тыс. икринок. Нерест порционный, обычно в мае – июне, при температуре воды 20 – 23 °С, в некоторых водоемах при 14 °С. Особенностью этого вида является то, что популяция часто состоит из одних самок, которые участвуют в нересте с самцами других видов карповых (сазан, золотой карась, линь). В потомстве получаются одни самки серебряного карася (гиногенез). Развитие икры длится 3 – 4 суток. Питается планктоном, детритом, водорослями, личинками насекомых, червями и другими беспозвоночными. Высокая пищевая ценность мяса карася, его неприхотливость и высокая выживаемость делают его выгодным объектом прудового рыбоводства. Выращивается с карпом в прудовых хозяйствах. Его сеголетки достигают массы 15 – 20 г, двухлетки 150 – 170 г, трехлетки 300 – 350 г. Устойчив к заболеваниям (краснухе, бранхиомикозу и др.).

**Белый амур (*Stenopharyngodon idella* Val.)** распространен в Восточной Азии. В России встречается в среднем и нижнем течении Амура (вверх до Благовещенска), в устье Сунгари, Уссури. Интродуцирован в водоемы Европы, Азии и Северной Америки как объект рыбоводства. В 1960 – 1970 гг. выпускался во многие водоемы России. Белый амур – теплолюбивая рыба. Оптимальной является температура воды 20 – 30 °С. По зимостойкости белый амур хорошо переносит условия зимнего содержания в центральных районах и на северо-западе европейской части России. Его можно выращивать на теплых водах ТЭЦ, ГРЭС и АЭС. Тело удлиненное. По окраске напоминает сазана. Спина зеленовато- или желтовато-серая, бока темно-золотистые, брюхо светлее. По краю чешуи темная полоска. Спинной и хвостовой плавники темные, грудные и брюшные более светлые. Радужина глаза золотистая. Достигает длины 1,2 м, массы 32 кг. Максимально может быть массой до 50 кг. Отличается быстрым ростом. Половой зрелости достигает в возрасте 6 – 8 лет. В местах акклиматизации созревает раньше, в 3 – 5 лет. Нерестится в рус-

ле реки, в местах с турбулентным, быстрым течением, при температуре 26 – 30 °С. Икрометание порционное, с апреля по август (реки Китая), с июня по июль (Амур), икра пелагическая. Диаметр икринки 3,5 – 5,0 мм. Плодовитость от 237 тыс. до 1686 тыс. икринок. Рабочая плодовитость в среднем 500 тыс. Развитие икринок длится 32 – 40 ч. Молодь до 3 см поедает ракообразных и коловраток. Взрослые рыбы питаются в основном высшей водной растительностью (в том числе наземной), перетирая ее зазубренными глоточными зубами. Являясь биологическим мелиоратором, белый амур используется для борьбы с зарастаемостью водоемов высшей водной растительностью (оросительные каналы, пруды-охладители ТЭЦ, ГРЭС, АЭС и др.). Ценная промысловая рыба, в водоемах вселения составляет большую часть в уловах. Белый амур один из самых распространенных объектов рыбоводства в мире. Выращивается в прудах и водохранилищах. Наряду с карпом это важнейший объект прудового рыбоводства. Выращивается в поликультуре с карпом, белым и пестрым толстолобиками и другими рыбами. Сеголетки достигают массы 15 – 35 г, двухлетки 300 – 1000 г. Рыбопродуктивность по белому амуру может достигать 50 – 100 кг/га.

**Белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.)** – пресноводная растительноядная рыба. Обитает в реках Восточной Азии. Распространен в России, акклиматизирован в странах Азии и Европы. Вселен во многие водоемы России, как объект рыбоводства выращивается во многих прудах и водоемах-охладителях ГРЭС, ТЭЦ и АЭС. В естественных условиях достигает 100 см и 16 кг. Предельный возраст свыше 20 лет. Длина толстолобика в промысловых уловах на Амуре от 20 до 75 см, масса от 120 г до 5,6 кг. Во многих южных водоемах (Средняя Азия) отмечен более высокий темп роста, чем в Амуре. Сеголетки достигают массы 20 – 35 г, товарные двухлетки 150 – 700 г. Особенность поведения – при резком шуме выпрыгивает из воды на высоту до 2 м. Время половой зрелости определяется географической широтой водоема. В Индии и на Кубе созревает в возрасте 2 лет, в Амуре и водоемах Подмосковья на 7 – 8 году. Самцы созревают на год раньше самок. Нерестится при резких подъемах уровня воды, в начале июня – середине июля. Выметывает порционно (иногда одна порция) пелагическую икру. Плодовитость в среднем 500 тыс. икринок (максимально до 2 млн.). Диаметр икринок от 3,5 до 4,5 мм. Инкубационный период длится 3 – 4 суток. Питается

фитопланктоном и детритом. На питание водорослями переходит, достигнув длины 1,5 см, но частично использует зоопланктон. Выращивается в прудах совместно с карпом и другими растительноядными рыбами.

**Пестрый толстолобик (*Aristichthys nobilis* Rich.)** обитает в реках Китая. В бассейн реки Амур попал в конце 1950-х гг. из китайских рыбхозов в результате наводнений. Широко распространился по Амуру. Акклиматизирован в Средней Азии и Европе. Крупная рыба, по форме тела похожа на белого толстолобика, но отличается более крупной головой, шире посаженными глазами, менее высоким телом и более длинными грудными, брюшными плавниками и хвостовым стеблем. Окраска более темная с темными пятнами по бокам тела. Достигает 146 см, 32 кг. В условиях Туркменистана достигает массы более 50 кг, а в 9 лет имеет массу около 14 кг. На Кубе отдельные экземпляры весили 60 кг. Растет лучше белого толстолобика. Средняя масса двухлетков пестрого толстолобика при выращивании в прудах составляет 300 – 1000 г. Питается фито-, зоопланктоном, также детритом. В разных водоемах созревает в разном возрасте. В Туркменистане половой зрелости достигает в возрасте 4 лет, в Молдавии в 4 – 6 лет, в Индии в 2 года, на Кубе на 2 – 3 году жизни, в Подмосковье на 5 году. Нерестится в русле рек, в периоды резкого подъема уровня воды (в нижних слоях воды), в конце мая. Абсолютная плодовитость в условиях Туркменистана 629 – 922 тыс. икринок, в Молдавии до 1 млн., максимальная до 2 млн. Рабочая плодовитость – 500 тыс. Икра придонно-пелагическая, выметывается порционно, развивается при температуре 17,5 – 31 °С. В естественных условиях (Сырдарья) образует гибриды с белым толстолобиком. В прудах не нерестится. Зрелых производителей получают путем гормональной стимуляции. Ценная промысловая рыба. Перспективный объект акклиматизации, прудового и тепловодного выращивания. Как объект аквакультуры выращивается на теплых водах ГРЭС, АЭС, ТЭЦ.

**Лещ (*Abramis brama* L.)** – пресноводная рыба, распространена в Азии и в Европе от Пиренеев до Печоры. Акклиматизирован на Урале, в бассейне Оби и Иртыша, в Байкало-Ангарском бассейне. Обитает в стоячих и слабопроточных водоемах. Образует две формы – жилую и полупроходную. Полупроходная рыба, нагуливается в опресненных зонах морей, нерестится в низовьях рек. Крупная рыба с высоким телом, сжа-

тым с боков. Окраска у молодых особей серо-серебристая, у рыб старших возрастов коричневая с золотистым отливом. Достигает длины 75 – 80 см и массы 6 – 9 кг, обычно 24 – 45 см, 0,5 – 1,5 кг. Живет до 20 лет, обычно 12 – 14 лет. Половозрелость наступает на юге в возрасте 3 – 4 лет, в северных районах в 4–5 лет. Нерест на юге длится с конца апреля до начала июня, на севере в мае – июне, при температуре воды 12 – 14 °С. Плодовитость 92 – 338 тыс. икринок; их диаметр 1,0 – 1,5 мм. Икра развивается 4 – 6 суток. Типичный бентофаг. Питается донными беспозвоночными (бокоплавами, личинками хирономид, моллюсками, червями, ракообразными и др.). Крупный лещ может поедать молодь рыб. Ведет стайный образ жизни. Является одним из основных объектов пресноводного промысла.

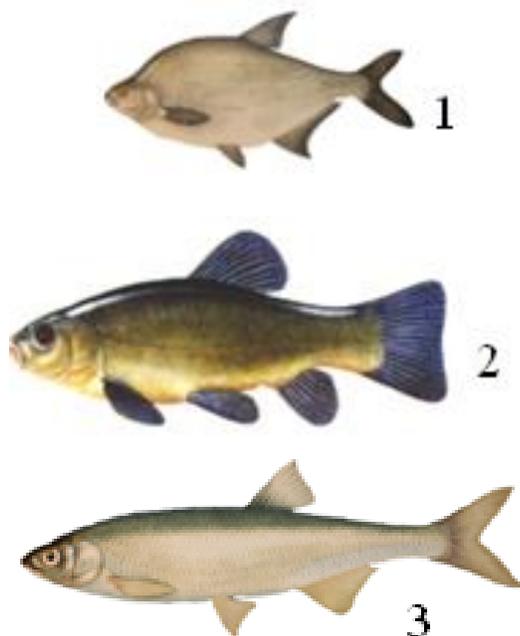


Рисунок 18 – Семейство карповые:  
1 – лещ, 2 – линь, 3 – шемая

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

высокое, сжатое с боков. Окраска тела пелагическая. Спина темно-зеленая, с синеватым отливом. Все плавники серые, спинной и хвостовой плавники с темной оторочкой. Достигает длины 40 см. Вид представлен проходными и жилыми формами. Черноморская шемая половой зрелости достигает в возрасте 2 – 3 лет. В Кубань идет с конца сентября и на протяжении всей зимы. В Южный Буг поднимается только весной. Нерест – с конца мая до конца июля в верховьях рек в ночное время на перекатах с галечным грунтом и быстрым течением на глубине 20 – 40 см, при температуре около 18 °С. Плодовитость кубанской шемаи 2,6 – 23,0 тыс. икринок. Диаметр икринки 1,3 мм, она с клейкой ворсинчатой оболочкой. Развитие 2,5 суток. Личинки через 11 суток переходят на активное питание. Каспийская шемая половозрелая в 3-летнем возрасте. На нерест идет в Волгу, Терек, Куру, Ленкоранку. Плодовитость 10 – 55 тыс. икринок, у пресноводных форм 1,5 – 2,5 тыс. Нерест порционный – длится до конца сентября, в реках Ирана – круглый год. Молодь в Куре может задерживаться до осени и частично даже зимует в реке. Аральская шемая живет и нерестится в море в прибрежной зоне. Питается зоопланктоном и молодью рыб. Шемая – одна из наиболее ценных промысловых рыб Азово-Черноморья (особенно ее проходная форма). Снижение ее численности в Черноморском и Каспийском регионе вызвано гидростроительством, при котором были перекрыты миграционные нерестовые пути полупроходной шемаи. Зарегулирование стока Дона и Кубани вызвало осолонение ранее опресненных участков Азовского моря, что привело к сокращению нагульных площадей шемаи. Вид включен в Красную книгу МСОП и в число редких рыб Европы. **Подвид черноморской шемаи включен в Красную книгу Российской Федерации (2001).** Шемая является ценным объектом рыбоводства. Выращивают товарную шемаю до 3-летнего возраста, которая может достигать 220 г массы и 24 см длины.

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

пичная донная рыба, обитает в стоячих водоемах с илистым дном, в реках – в заводях и затонах, заросших растительностью. Хорошо переносит низкое содержание кислорода в воде. Выдерживает длительное обсыхание и промерзание водоемов. Избегает водоемов с холодной водой, песчаным дном и течением. Тело толстое, довольно высокое, толстый хвостовой стебель. Рот конечный, в углах его по короткому усика. Глаза маленькие, ярко-красные. Края всех плавников заметно закруглены. Достигает длины 63 см и массы 7,5 кг, обычно 30 см и 1,5 кг. Живет до 10 лет и более. Созревает в возрасте 3 – 4 лет. Нерест порционный, с мая по июль, при температуре 19 – 20 °С. Плодовитость 300 – 900 тыс. икринок. Диаметр икринки 1 мм. Инкубационный период 3 – 7 дней. Молодь питается планктоном, затем переходит на личинок хирономид, ракообразных, мелких моллюсков. Линя выращивают в значительных количествах в тепловодных прудовых хозяйствах, так как он очень неприхотлив к качеству воды и может жить в прудах, которые непригодны для разведения карпа.

**Задание:**

1. Изучить биологические особенности выращиваемых в рыбоводных хозяйствах рыб: осетровые, лососевые, сиговые, карповые.
2. Заполнить таблицу 2.

Таблица 2 – Биологические особенности и некоторые хозяйственно-полезные признаки рыб

Название рыбы	Экологическая группа	Средний размер	Средний вес, кг	Тип питания	Возраст полового созревания, лет	Время нереста	T <sup>0</sup> нереста	Плодовитость, тыс. икринок	Продолжительность эмбрионального периода, сут

**Контрольные вопросы**

1. Как можно подразделить осетровых по времени полового созревания, величине плодовитости и срокам нереста?
2. Изменяется ли скорость роста осетровых в онтогенезе? Если да, то каким образом?
3. Какие виды лососевых используются в рыбоводстве?

4. В чем особенности нерестовой миграции атлантического лосося?
5. Назовите сиговых, используемых в рыбоводстве, и дайте их характеристику.
6. Какие основные объекты рыбоводства среди карповых вам известны, чем они отличаются?
7. Назовите основные породы карпов.
8. Что такое жучки рыб осетровых пород?
9. Какие рыбы из семейства осетровых внесены в Красную книгу РФ?
10. Какие рыбы из семейства карповых внесены в Красную книгу РФ?

#### **Занятие 4. Изучение естественной кормовой базы прудов**

**Цель занятия:** изучить видовой состав, численность и биомассу фитопланктона, зоопланктона и бентоса. Изучить методы исследования кормовой базы прудов.

##### **Общие положения**

Необходимые для нормального роста и развития питательные вещества – белки, жиры, минеральные соли, витамины – рыба получает из естественной пищи и из дополнительно вносимых в водоем кормов.

Естественная пища прудовых рыб – это растения и животные, обитающие в водоеме.

Совокупность мелких организмов, обитающих в толще воды и не опускающихся на дно, называют планктоном. Население дна водоема бентосом.

Под естественной кормовой базой понимают развитие организмов планктона, бентоса и высших водных растений.

К планктону относятся преимущественно бактериопланктон, фитопланктон – микроскопические водоросли и зоопланктон – мелкие животные.

**Бактериопланктон.** Одним из основных звеньев в пищевой цепи водоема являются бактерии. Они служат полноценным кормом для гидробионтов – зоопланктона, зообентоса и личинок рыб. Микроорганизмы важны для питания рыб. В результате бактериальной деятельности – де-

струкции (разложения) органических веществ, в водоем поступают минеральные и органические вещества, углекислый газ и пр.

**Фитопланктон.** Водоросли играют большую роль в жизни водоема. Водная растительность, потребляя минеральные вещества (азот, фосфор, углерод и др.), производит органическое вещество, которым питается водная фауна – зоопланктон, бентос, а также некоторые виды рыб. Отмирающие водоросли служат пищей для простейших животных и микроорганизмов, которые в большом количестве развиваются на отмирающих клетках. В процессе питания водоросли выделяют кислород, улучшая тем самым газовый режим водоемов.

Пресноводный фитопланктон представлен в основном зелеными, сине-зелеными и диатомовыми водорослями, они наиболее многочисленны и особенно ценны в кормовом отношении (рис. 19).

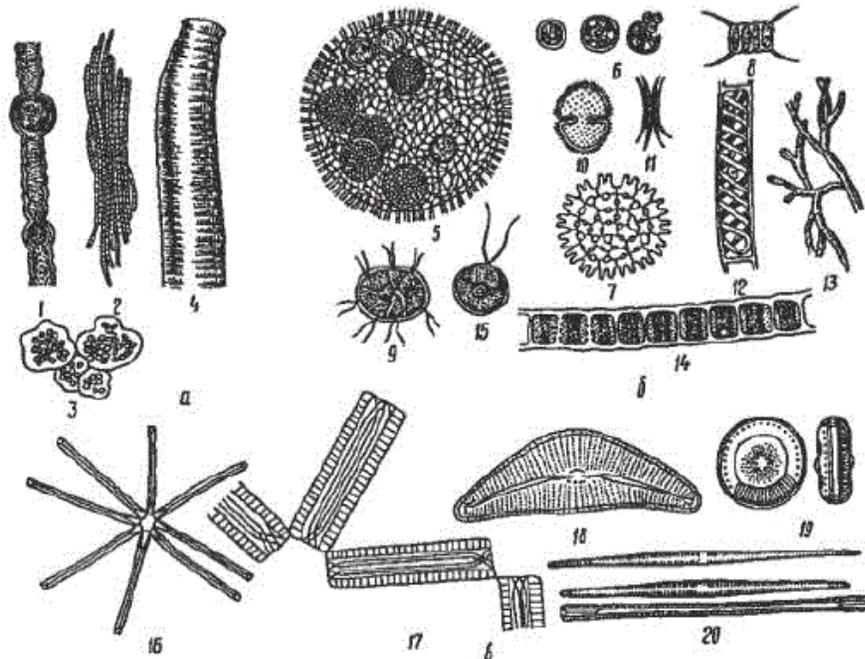


Рисунок 19 – Фитопланктон, водоросли:

- А – сине-зеленые:** 1 – анабена; 2 – анфанизоменон; 3 – микроцистис;  
 4 – осцилатория; **Б – зеленые:** 5 – вольвокс; 6 – хлорелла;  
 7 – педиаструм; 8 - сценедесмкс; 9 – пандорина; 10 – космариум;  
 11 - анкистродесмус; 12 – спирогира; 13 – кладофора; 14 – улотрикс;  
 15 – хламодомонас; **В – диатомовые:** 16 – астерионелла; 17 – диатома;  
 18 – сибелла; 19 – циклотелла; 20 – синедра

*Зеленые водоросли* имеют зеленый цвет. Их клетки, содержат ядро и

хроматофоры, имеют твердую оболочку и весьма разнообразную форму – округлую, кустиков, нитей и т.д.

Зеленые водоросли являются наиболее благоприятными, так как активно используются гидробионтами. Калорийность сухого вещества этих водорослей приближается к 7 ккал/г. В них много жира, углеводов, витаминов.

**Сине-зеленые водоросли** отличаются от других водорослей своей окраской и особенностями строения. Их клетки не имеют хроматофоров и ядер и равномерно окрашены в сине-зеленый цвет. Иногда их окраска может приобретать фиолетовый, розовый и другие оттенки. Для них типично обильное выделение слизи, из-за чего они практически не употребляются в пищу рыбами (за исключением отдельных видов).

Сине-зеленые водоросли вызывают «цветение» воды в водоеме. Некоторые из них при разложении выделяют токсины. Длительное цветение сине-зелеными водорослями зачастую приводит к заморным явлениям в прудах.

Калорийность сухого вещества достигает 5,4 ккал/г. Белок полноценен по аминокислотному составу, однако из-за слабой растворимости он малодоступен для рыб.

**Диатомовые водоросли** желто-бурого цвета характеризуются наличием кремниевого панциря, состоящего из двух створок. По форме они очень разнообразны – встречаются водоросли в виде нитей, звездочек, веретенообразной формы. Эти водоросли играют важную роль в питании зоопланктона, но из-за низкого содержания органического вещества их пищевая ценность не столь значительна.

Развитие фитопланктонных сообществ происходит с определенной периодичностью и зависит от различных факторов (наличия биогенов, органических веществ в водоеме и температуры воды).

При благоприятных условиях происходит массовое развитие водорослей и наблюдается так называемое цветение воды.

Для развития и роста водорослей необходимо наличие в воде солей азота, фосфора, железа и др. Наиболее чувствительны к биогенным элементам зеленые водоросли, поэтому после удобрения пруда они начинают быстро размножаться.

Ограничивает цветение водоемов внесение негашеной извести в количестве 1 – 2 ц/га.

Зеленые и сине-зеленые водоросли наиболее интенсивно размножаются при круглосуточном освещении, диатомовые при более коротком фотопериоде. Начало вегетации фитопланктона в марте-апреле в немалой степени связано с повышением температуры воды.

Диатомовым свойственен низкий температурный оптимум, для зеленых и сине-зеленых – более высокий. Поэтому весной и осенью при температуре воды от 4 до 15 °С в водоемах доминируют диатомовые водоросли. Увеличение мутности воды, вызываемое минеральными взвешьями, снижает интенсивность развития фитопланктона, особенно сине-зеленых. Менее чувствительны к повышению мутности воды диатомовые водоросли. В воде, богатой нитратами, фосфатами и силикатами, развиваются преимущественно диатомовые, в то же время зеленые и сине-зеленые менее требовательны к содержанию этих биогенных элементов.

**Зоопланктон.** Зоопланктон – часть планктона, представленная животными, которые не могут противостоять течениям и переносятся вместе с водными массами.

В зависимости от линейных размеров пресноводный планктон принято делить на следующие группы:

1) мезопланктон – наиболее крупные организмы, видимые невооруженным глазом, их размеры достигают нескольких миллиметров.

2) микропланктон – организмы микроскопические, их размеры от 50 до 1000 мкм.

3) наннопланктон – организмы, длина тела которых меньше 50 мкм.

4) ультрапланктон – крайне мелкие организмы размером менее 20 мкм.

В прудах зоопланктон представлен простейшими (жгутиковые, инфузории), коловратками, ракообразными (рис. 20).

**Жгутиковые и инфузории** наряду с бактериями и водорослями служат пищей многим низшим ракообразным, а также личинкам рыб.

**Коловратки** – мельчайшие из многоклеточных организмов, разнообразные и многочисленные в пресных водоемах. Они размножаются партеногенетически. Самка, вылупившаяся из оплодотворенного яйца, на третьи сутки достигает половой зрелости. Весь жизненный цикл длится примерно 2 – 3 недели.

**Ракообразные** принадлежат к числу важнейших для питания рыб

групп водной фауны. Они представлены в пресных водоемах отрядом ветвистоусых (Cladocera), веслоногих (Copepoda) и ракушковых (Ostracoda).

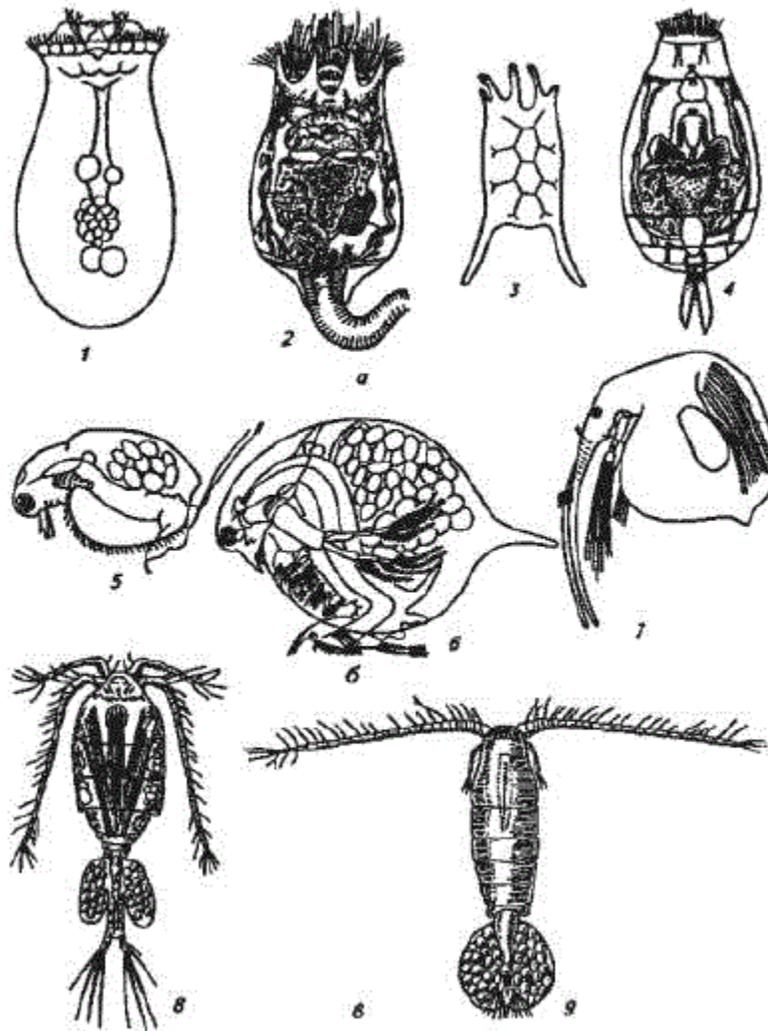


Рисунок 20 – Зоопланктон:

**а – коловратки:**

1 – аспланха, 2 – брахионус, 3 – керателла квадрата, 4 – лекана;

**б – ветвистоусые рачки:**

5 – моина, 6 – дафния пулекс, 7 – босмина корегони;

**в – веслоногие рачки:**

8 – циклоп, 9 – диаптомус

*Ветвистоусые рачки, или клadoцеры, представляют собой одну из важнейших групп пресноводного планктона. Ветвистоусые ракообразные имеют 4 – 7 пар ног и двуветвистые антенны. Подавляющая часть клadoцер – самки. Они размножаются партеногенетически летом. Один*

или два раза в год появляются мелкие самцы. Половое размножение обычно происходит в осенние месяцы, причем оплодотворенные яйца остаются на зимовку. Большинство ветвистоусых рачков отмирают осенью, и в зимнем планктоне они представлены единичными видами и в небольшом количестве. Скорость полового созревания и продолжительность жизни у разных видов кладоцер различны – от 1 до 6 мес. Массовое развитие кладоцер в водоемах наблюдается в летние месяцы и связано не только с повышением температуры воды, но и с развитием бактериальной флоры водоема. Главная их пища фитопланктон и бактерии. Кладоцеры служат пищей многим видам рыб в ранний период их жизни.

*Веслоногие рачки* – копеподы. Наряду с кладоцерами они составляют существенную часть зоопланктона. Их удлинённое тело подразделено на головогрудь и брюшко, оканчивающееся вилкой и хвостовыми щетинками. Они размножаются только половым путем. Из яиц выводятся личинки – науплиусы с тремя парами конечностей небольших размеров (до 0,3 мм). Они, как и взрослые формы, служат кормом для молодых рыб. В пресных водоемах веслоногие рачки представлены циклопами и диаптомусами.

*Циклопы* – хищники. Они охотятся за простейшими, коловратками, ветвистоусыми рачками, иногда нападают на личинок рыб.

*Диаптомусы* – фильтраторы, питаются бактериями, водорослями и др. В отличие от кладоцер большинство копепод не отмирают осенью, и в зимнее время зоопланктон состоит исключительно из них.

*Ракушковые рачки* – остракоды имеют двустворчатую раковину, внутри которой находится тело рачка. Из раковины высовываются лишь антенны и 1 – 2 пары туловищных ножек. Остракоды менее значимы в питании рыб.

**Бентос.** К бентосу относятся организмы, обитающие на дне и относящиеся к различным систематическим группам – членистоногие, моллюски, черви (рис. 21).

В большинстве водоёмов основное население донной фауны из членистоногих составляют личинки насекомых (стрекоз, поденок, веснянок, вислокрылых, комаров, мошек), некоторые жуки, водяные клопы, клещи и др. В процессе развития эти организмы проходят крылатую стадию, находясь в воздушной среде. С водной средой их связывают яйца, личинки или куколки.

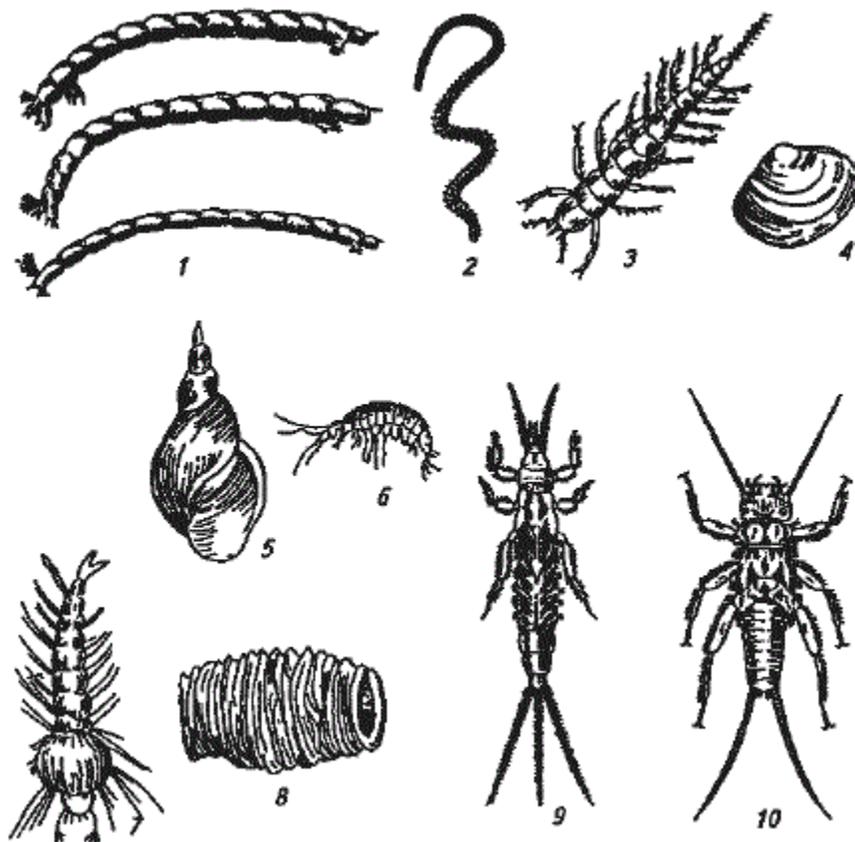


Рисунок 21 – Организмы бентоса:

- 1 – хирономиды; 2 – олигохеты; 3 – личинка висло-крылки;  
 4 – шаровка; 5 – прудовик; 6 – бокоплав; 7 – личинка комара;  
 8 – ручейник; 9 – поденка; 10 – веснянка

Моллюски представлены двумя классами: брюхоногие и двустворчатые, многие из которых служат пищей для рыб. Они составляют по массе значительную часть среди донных организмов водоёмов (прудовики, катушки, живородки, битинии).

Малощетинковые черви – олигохеты составляют весьма заметное место в фауне пресных водоёмов. Они служат пищей таким животным, как пиявки, бокоплав, хищные личинки тендипедид, а также рыбам.

**Высшая водная растительность** играет важную роль в жизни водоёма (рис. 22). Она обогащает воду кислородом, в ее зарослях обитают многие личинки насекомых, и ею питаются некоторые рыбы.

Высшие водные растения подразделяются на несколько групп.

**Мягкая растительность.** Это растения, жизнь которых проходит в

толще водной массы: рдесты, злodeя, уруть, пузырчатка. Сюда относятся и растения с плавающими листьями: кувшинка, земноводная гречиха, ряска, роголистник.

**Жесткая растительность.** Это растения, выставляющие над поверхностью воды часть своих зеленых стеблей и листьев: камыш, тростник, рогос, хвощ и др.

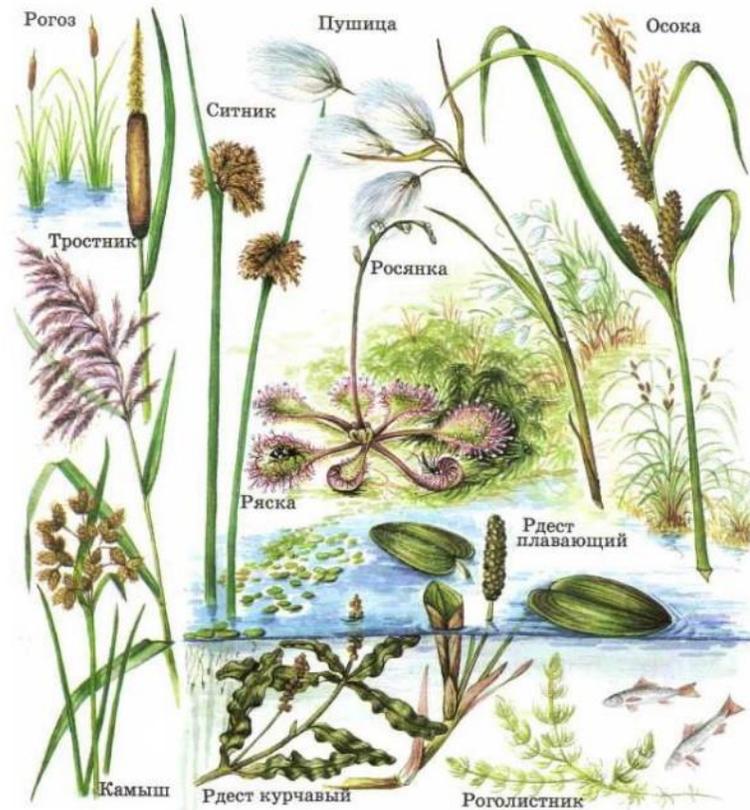


Рисунок 22 – Высшая водная растительность

Сезонные колебания численности и биомассы популяций водных организмов в основном связаны с изменением интенсивности солнечной радиации, как непосредственного источника энергии для фотосинтеза растений.

Изменения в количестве падающего света, обуславливая периодичность развития водорослей, определяют и динамику развития животных, питающихся растениями. Динамика численности и биомассы организмов зоопланктона определяется и интенсивностью его выедания рыбами и другими видами животных. Сезонное изменение численности и

биомассы донных животных, в первую очередь, зависит от особенностей их размножения, роста и выедания, а также от абиотических факторов, в частности от температурного режима водоёмов. В прудах и озёрах резкие колебания численности и биомассы донных организмов могут обуславливаться массовым вылетом насекомых.

Особое значение как пища водных беспозвоночных имеет детрит.

**Детрит** – это мертвые органические частицы (остатки разложившихся организмов, обрывки наземной и водной растительности) с совместно обитающими на них микроорганизмами (грибами, бактериями, простейшими), осевшие на дно водоема или взвешенные в толще воды.

Мелкие неразложившиеся частицы детрита могут иметь размер от нескольких микрон до нескольких сантиметров. Пищевая ценность детрита зависит от его происхождения и в значительной степени определяется его возрастом, то есть степенью трансформированности органического вещества.

**Рыбопродуктивность водоемов.** На основе потребляемой рыбами пищи в водоеме образуется рыбная продукция, которую принято делить на общую и естественную.

Под естественной рыбопродуктивностью водоемов в рыбоводстве понимают прирост массы рыбы, полученный в течение одного вегетационного периода с единицы площади за счет естественной кормовой базы.

Под общей рыбопродуктивностью понимают суммарный прирост массы рыбы, полученный за один вегетационный период за счет естественной пищи и дополнительно задаваемых кормов.

Естественную и общую рыбопродуктивность водоемов выражают обычно в килограммах или центнерах на 1 га водной площади.

Естественная рыбопродуктивность пруда зависит от развития естественной кормовой базы, ее количества и качества, а также от степени использования ее рыбой. Кроме того, на этот показатель влияют и другие факторы: качество воды и почв, климатические и метеорологические условия, культурное состояние пруда, видовой состав выращиваемой в пруду рыбы, ее количество и т.д.

Кроме того, естественная рыбопродуктивность зависит от климатической зоны, на юге она выше, на севере – ниже, и от вида рыбы.

Вся территория России с севера на юг поделена на шесть зон, отли-

чающихся по сумме тепла. Каждая зона отличается от другой по количеству дней со среднесуточной температурой воздуха 15 °С и по естественной рыбопродуктивности (таблица 3).

Таблица 3 – Зоны прудового рыбоводства

№ зоны	Кол-во дней с температурой воздуха выше 15 °С	Республика, край, область	Естественная рыбопродуктивность, кг/га
1	60 – 75	Республика Марий-Эл, южная часть республик Бурятия и Удмуртия, Красноярского и Хабаровского краев, Ивановская, Тверская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Псковская области, северная часть Нижегородской и Московской областей, южная часть Иркутской, Кировской, Костромской, Ленинградской, Новгородской, Пермской, Свердловской, Тюменской, Читинской и Ярославской областей	70
2	76 – 90	Северная часть республик Башкортостан и Татарстан, Еврейская автономная область, республика Хакасия, Алтайский и Хабаровский края, Владимирская, Калужская, Курганская, Калининградская, Рязанская, Смоленская, Тульская, Челябинская области, южная часть Московской и Нижегородской областей	120
3	91 – 105	Республика Мордовия, южная часть республик Башкортостан и Татарстан, Приморского края, Брянская, Курская, Самарская, Липецкая, Орловская, Пензенская, Тамбовская, Ульяновская области, южная часть Рязанской области	160
4	106 – 120	Белгородская, Воронежская, Оренбургская, Саратовская области	190
5	121 – 135	Республика Кабардино-Балкария, Волгоградская, Ростовская области	220
6	136 – 150	Республики Дагестан, Калмыкия, Ингушетия, Краснодарский и Ставропольский края, Астраханская область	240

Водоемы одной и той же рыбоводной зоны, объединённые по температурному режиму, иногда заметно различаются по продуктивности. Основной причиной таких различий является качество почв водоема и водосборной площади.

Все почвы делят на:

- малопродуктивные (галечники, торфяники, песок, солончаки);
- среднепродуктивные (подзолистые, супесчаные, суглинистые, выщелоченные черноземы);
- высокопродуктивные (каштановые, красноземы, черноземы).

Для расчета рыбопродуктивности, в зависимости от типа почвы введены поправочные коэффициенты: 0,4 – 0,5 для малопродуктивных почв; 0,6 – 1,0 для среднепродуктивных; 1,2 для высокопродуктивных. Например, на подзолистых почвах ЕРП составит:  $(160 \times 1,0) = 160$  кг/га, а на супесчаных:  $(160 \times 0,5) = 80$  кг/га. Эти величины – минимальное количество рыбы, которое можно получить без ее кормления.

Для оценки естественной кормовой базы водоема важно проводить регулярное изучение развития планктона и бентоса.

Для учета кормовой базы рыбохозяйственных водоемов не реже одного раза в месяц берут пробы воды для определения развития планктона и бентоса.

### **Сбор и обработка фитопланктона**

Для сбора и обработки фитопланктона применяется осадочный метод. Пробу воды отбирают мерной посудой из разных участков водоема и переносят в ведро или иную емкость. Далее пробу перемешивают и из нее берут 0,5 – 1 л воды, помещают в отдельную склянку и фиксируют раствором формалина. Далее проба отстаивается в течение 10 – 14 дней. По осадку в мерном цилиндре можно вычислить биомассу фитопланктона.

Для определения видового состава водорослей и их количественного учета отстоявшуюся пробу концентрируют путем сливания воды до определённого объёма. Штемпель-пипеткой (рис. 23) берут часть концентрированного отстоя объемом 0,05-0,1 мл и переносят на счетное стекло. Под микроскопом определяют видовой состав и подсчитывают организмы.



Рисунок 23 – Штемпель-пипетка

### **Сбор и обработка зоопланктона**

Классическим орудием сбора зоопланктона является коническая планктонная сеть (рис. 24), состоящая из шелкового или капронового конуса (усеченного), сверху нашитая на металлическое кольцо, а снизу имеющая стакан, в который собирается планктон (рис. 25).



Рисунок 24 – Планктонные сети



Рисунок 25 – Планктонный стаканчик с вентилем

Технология взятия проб зоопланктона проста. В разных местах водоема набирают мерной посудой и процеживают через планктонную сеть 25 – 50 л воды. Для отбора проб из глубоких слоев используют батометр (рис. 26). Каждая проба планктона, если она не обрабатывается в живом состоянии, должна быть зафиксирована формалином. Для определения видового состава и численности зоопланктона пробу доводят до определенного объема (50, 100 или 200 мл) для упрощения дальнейших расчетов, хорошо перемешивают и берут штемпель-пипеткой определенный объем пробы. Отобранную пробу переносят на счетное стекло, на котором подсчитывают количество организмов каждого вида. Видовой состав зоопланктонных организмов определяют с помощью специальных определителей.



А



Б

Рисунок 26 – Батометры для отбора проб воды:  
А – батометр Молчанова, Б – батометр Рутнера

## Сбор и обработка бентоса

Специальными орудиями для количественного сбора зообентоса служат дночерпатели различных конструкций.

Все дночерпатели можно разделить на две группы: штанговые и тросовые.

Штанговые Дночерпатели имеют прямоугольную или цилиндрическую форму. В верхней их части имеется приспособление для крепления штанги (шест) из дюралевой трубки или дерева (рис. 27).



Рисунок 27 – Дночерпатели

Используют такие дночерпатели в водоемах с относительно плотным грунтом (песчаным или глинистым) и небольшими глубинами.

В глубоких водоемах с илистым дном применяют тросовые дночерпатели. Модификаций их довольно много. Наиболее практичен ковшовый дночерпатель, который имеет два изогнутых глубоких ковша, вращающихся на скрепляющей их оси. Тросиком ковши соединяются с замыкающим приспособлением. Опущенные на дно водоема ковши замыкаются и соскребают грунт с определенной площадки (до 60 см<sup>2</sup>) глубиной 5 – 7 см. В таком слое грунта находится большая часть зообентоса. Взятую пробу грунта из дночерпателя помещают в сачок – промывалку (рис. 28) и тщательно отмывают ее от иловых частиц.

Промытую пробу помещают в плоскую кювету и с помощью пинцета выбирают все организмы, находящиеся в ней. После этого их или сразу определяют и учитывают, или фиксируют 10 % раствором формалина для последующей обработки.

При обработке проб все бентосные организмы определяют с помощью определителей и рассчитывают их количество на 1 м<sup>2</sup>. Для вычисления биомассы зообентоса на 1 м<sup>2</sup> крупные формы взвешивают по одной, а мелкие в разном количестве, но общая их масса не должна превышать 1 г. После вычисления биомассы по каждому виду или группе зообентоса суммируют полученные данные.



Рисунок 28 – Сачок для промывки грунта

### **Задание:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.
2. Познакомиться с представителями фитопланктона, зоопланктона, бентоса. Зарисовать их.
3. Познакомиться с видами рыбопродуктивности водоемов и зонами прудового рыбоводства.
4. Познакомиться с оборудованием для взятия проб фитопланктона, зоопланктона, бентоса. Кратко описать методику сбора и обработки фитопланктона, зоопланктона, бентоса.

### **Контрольные вопросы**

1. Классифицируйте организмы, обитающие в толще воды и на дне водоема, служащие естественной пищей прудовых рыб.
2. Назовите видовой состав фитопланктона.
3. Какова роль высшей водной растительности в жизни водоема?
4. Перечислите видовой состав зоопланктона.
5. Назовите видовой состав бентоса.

6. Что понимается под естественной рыбопродуктивностью водоема?
7. От чего зависит рыбопродуктивность прудов?
8. Какие орудия используются для сбора фитопланктона, зоопланктона и бентоса?
9. Что такое дночерпатель? Какие существуют виды дночерпателей?
10. Сколько существует зон прудового рыбоводства? К какой зоне относится Пензенская область?

## **Занятие 5. Физические и химические свойства воды. анализ воды**

**Цель занятия:** изучить основные физические и химические свойства воды, правила отбора проб воды в рыбоводных хозяйствах.

### **Общие положения**

Водная среда, физические и химические свойства воды оказывают сильное влияние на обитающие в водоеме водные организмы.

Биологические процессы, протекающие в водоеме, во многом зависят от физических свойств и химического состава воды. Водные организмы, в том числе и рыбы, приспособлены к определенным условиям среды, изменения которой могут существенно отразиться на видовом составе и количественном соотношении между отдельными видами.

Важнейшими условиями, определяющими жизнь водных организмов, являются температура, свет, газовый режим, содержание биогенных элементов.

**Температура воды** – важнейшая характеристика воды. Температура воды значительно устойчивее температуры воздуха, что объясняется большей теплоемкостью воды. По этой причине даже значительные поступления или потери тепла, отмечающиеся в летний и зимний периоды года, не ведут к резким изменениям температуры воды. В результате годовые колебания температуры в континентальных водоемах обычно не превышают 35 °С.

Температурная устойчивость воды обусловлена и сравнительно слабой перемешиваемостью холодных и более теплых слоев воды, имеющих различную плотность. Низкая теплопроводность воды, ограничивающая рас-

пространение температурных изменений в стоячих водоемах, ведет к появлению температурной слоистости, или температурной стратификации. Образованию такой стратификации способствует свойство воды уменьшать свою плотность с понижением температуры от 4 до 0 °С. Зимой подледные холодные слои воды не погружаются вглубь, удерживаясь на более теплых слоях. Летом прогретые воды не опускаются ко дну, где находятся более холодные и потому более плотные слои воды. С расслоением температуры в толще воды тесно связаны газовый режим, распределение биогенных элементов и другие гидрохимические показатели, что, в свою очередь, приводит к зональности в распределении гидробионтов. Термический режим водоемов разных типов определяется их географическим положением, глубиной, особенностями циркуляции водных масс и многими другими факторами.

В жизни гидробионтов температура воды имеет огромное значение.

- Температура является непременным условием жизни и определяет границы существования вида.

В рыбоводстве от температурных условий водоема, прежде всего, зависит выбор объектов для разведения. По отношению к температуре воды у рыб выработалась определенная видовая специфика, на основании которой они делятся на холодноводных и тепловодных.

Теплолюбивые виды рыб, такие, как карп, белый амур, буффало, толстолобик) наиболее интенсивно питаются и хорошо растут при температуре 23 – 30 °С. При снижении температуры воды до 18 – 14 °С интенсивность питания падает, а при температуре ниже 4 °С эти рыбы почти не питаются. Повышение температуры в водоеме выше 32 °С вызывает снижение аппетита, ухудшение условий дыхания у рыбы, так как потребность в кислороде у них растет.

Холодноводные рыбы (сиг, форель, лосось) питаются и растут при температуре в пределах 8 – 16 °С, некоторые виды могут питаться, и расти при температуре 18 – 20 °С. При высоких температурах воды у данных рыб резко снижается активность и уменьшается интенсивность питания.

- Температура определяет характер и скорость всех жизненных процессов.

Процессы питания, обмена веществ, развития и роста, размножения, миграции и другие проявления жизнедеятельности у гидробионтов за-

висят от уровня и динамики температуры воды. Воздействуя на многие жизненные функции водных организмов, температура в значительной мере обуславливает их продуктивные возможности. С повышением температуры обменные процессы у рыб ускоряются. Это связано с воздействием температуры на ферменты, катализирующие различные жизненные процессы. Скорость ферментативных процессов с повышением температуры возрастает.

Большое влияние температура воды оказывает на питание, пищеварение, белковый, жировой и углеводный обмен рыб. При повышенной температуре воды активность питания и пищеварения возрастает. Так, у двухлетков карпа время пребывания пищи в кишечнике уменьшается с 12 до 3 ч при повышении температуры от 22 до 31 °С. Максимальные приросты наблюдаются при температуре 25 – 27 °С, при этом в кишечнике пища находится 5 – 8 ч. Изменение температуры воды влияет на направление белкового обмена и соотношение частей усвоенного белка, используемого организмом для определенных целей. При повышении температуры заметно активизируются процессы биосинтеза липидов.

- Температура оказывает влияние на скорость полового созревания и прохождение нереста.

Например, карп в зависимости от климатических зон может достигать половой зрелости в возрасте 5 – 6 лет (Карелия) и в 6 – 8 мес. (Куба). При этом меняется и периодичность прохождения нереста. Известны случаи, когда при низкой температуре задерживался или вообще не происходил нерест леща и карпа. У холодноводных рыб при прогреве воды более 27 °С отмечены случаи гибели лосося во время нерестовой миграции. Известны примеры, когда некоторые виды рыб (ряпушка и др.) не приходили на свои обычные нерестилища, а откладывали икру в более глубоких (холодных) местах водоема.

- Температура воды оказывает влияние на стадии эмбрионального развития рыб.

Эмбриогенез каждого вида рыб нормально проходит в определенном температурном интервале. Для лососевых этот интервал колеблется в пределах от 0,5 до 9,5 °С, для сиговых от 1,0 до 7,5 °С, для карповых от 10 до 25 °С. При температуре, превышающей оптимальные значения, у эмбрионов рыб нарушается морфогенез, личинки выклеваются без сформировавшихся глаз, с нарушениями позвоночника, желточно-

печеночной системы кровообращения и т. д.

Путем регулирования температуры воды в пределах благоприятной температурной зоны можно ускорять или замедлять скорость созревания половых продуктов, продолжительность эмбриогенеза и других периодов развития рыб (экологический метод). Так, эмбриогенез атлантического лосося в природных условиях продолжается 210 – 220 дней при средней температуре около 2 °С и 140 – 145 дней при 3 °С.

- Температурный режим также влияет и на продолжительность жизни гидробионтов.

Например, раннее наступление половой зрелости приводит к тому, что рост рыб резко замедляется. Если прохождение отдельных стадий развития в результате повышения температуры воды ускоряется, то продолжительность всех стадий в совокупности, а следовательно, и всей жизни сокращается. Карп на Кубе редко живет более 8 лет, тогда как в центральных районах он доживает до 20 лет и более.

- От температуры воды зависит характер проявления и течения различных болезней.

Так, при низкой или высокой температуре воды у карпа поражается жаберный аппарат. Температурный режим влияет и на физиологическое состояние рыб. Например, в зависимости от температуры воды резко изменяется характер проявления и течения краснухи, воспаления плавательного пузыря и других болезней.

**Прозрачность воды** – одно из важных физических свойств воды. Прозрачность воды является одним из основных критериев, позволяющих судить о состоянии водоема. Степень прозрачности воды зависит от количества взвешенных и растворенных в ней органических и минеральных веществ. Влияет на прозрачность и цвет воды. Чем ближе цвет воды к голубому, тем она прозрачнее, а чем желтее, тем прозрачность ее меньше.

Важными факторами, определяющими прозрачность воды в непрозрачных водоемах, являются биологические процессы. Прозрачность воды тесно связана с биомассой и продукцией планктона. Чем лучше развит планктон, тем меньше прозрачность воды.

В летний период прозрачность зависит в значительной мере от развития водорослей. Значение показателя прозрачности определяется тем, что интенсивность фотосинтеза (являющегося основным источником

кислорода в водоеме) зависит от характера распространения света в толще воды. Зная прозрачность воды, можно иметь представление о том, как протекают процессы фотосинтеза в толще воды.

Таким образом, прозрачность воды может характеризовать уровень развития жизни в водоеме. Она имеет большое значение как показатель распределения света (лучистой энергии) в толще воды, от которого зависят в первую очередь фотосинтез и кислородный режим водной среды.

**Цветность** – естественное свойство природной воды. Чаще всего цвет воды зависит от количества растворенных в ней органических веществ. Цветность воды может определяться свойствами и структурой дна водоема, характером водной растительности, прилегающих к водоему почв, наличием в водосборном бассейне болот и торфяников.

Окраска воды сама по себе, не играет роли в жизни водных организмов. Однако изменения ее в ряде случаев могут служить показателем неблагоприятных условий в водоеме.

Цветность воды определяется визуально.

**Газовый режим** водоема влияет на жизнедеятельность рыб больше, чем температура воды. Газовый режим водной среды формируется за счет ее взаимодействия с атмосферой, фотосинтетической деятельности растительности, дыхания организмов и осуществления биологических и химических процессов в водоеме. Наибольшее значение для рыб и других гидробионтов имеют кислород, углекислый газ, сероводород и аммиак.

- Наиболее важным для рыб является растворенный в воде кислород. От концентрации растворенного в воде кислорода зависят состояние и рост выращиваемых рыб, а также успешность их зимнего содержания. Количество кислорода в воде может изменяться в течение суток, зависит от сезона года и ряда других факторов.

Обогащение воды кислородом осуществляется за счет выделения его водной растительностью в процессе фотосинтеза, а также при поступлении из атмосферы. Обогащение кислородом атмосферы верхних слоев воды происходит при условии, что в воде его меньше. Одновременно с обогащением воды кислородом идут процессы, уменьшающие его содержание в водоеме. Почти все биохимические реакции, протекающие в воде, связаны с потреблением кислорода. К ним относятся бактериаль-

ное окисление органических веществ и неорганических соединений, дыхание животных и растительных организмов.

Так, в дневные часы, когда в водоеме происходят процессы фотосинтеза, его больше, максимум достигается к концу светового дня. Наименьшее его содержание отмечается в предутренние часы, что связано с отсутствием фотосинтеза в ночное время и расходом кислорода на дыхание гидробионтов.

От концентрации кислорода в воде зависит жизнедеятельность рыб. При уменьшении его ниже определенных границ падает интенсивность питания и использования пищи на рост, в результате чего замедляется рост рыб. Для разных видов рыб критические концентрации кислорода колеблются от 1,6 до 7,0 мг/л, а летальные от 0,1 до 3,0 мг/л. Особенно чувствительны к содержанию кислорода в воде эмбрионы, личинки и мальки. Более устойчивы к дефициту кислорода взрослые рыбы, однако их устойчивость снижается во время нереста.

При недостаточном содержании кислорода в воде снижается устойчивость рыб к неблагоприятным факторам внешней среды, в том числе к промышленным и бытовым загрязнениям. Низкое содержание кислорода обуславливает неблагоприятные зоогигиенические условия в водоеме, в результате чего создаются предпосылки к накоплению органических веществ и размножению сапрофитной микрофлоры, которая может отрицательно воздействовать на рыб. Длительное пребывание в воде с недостаточным содержанием кислорода понижает активность рыб, резко снижает устойчивость к возбудителям болезней.

- Углекислый газ имеет важное значение в жизни гидробионтов. В водоемах основным источником углекислого газа является бактериальное окисление органических веществ, а также дыхание водных организмов. Углеродное питание водорослей, как и высшей водной растительности, является основой их существования и определяет возможность их интенсивного развития. В большой концентрации углекислый газ ядовит для животных, и по этой причине водоемы, пересыщенные углекислотой, лишены жизни.

Отрицательное влияние высокой концентрации углекислоты на жизнедеятельность рыб заключается в том, что рыбы, находясь в угнетенном состоянии, хуже используют кислород, растворенный в воде.

Переход содержания  $\text{CO}_2$  за пределы благоприятных границ (от 5 до

20 мг/л) нередко приводит к массовой гибели рыб, так как интенсивность газообмена снижается. Для разных представителей ихтиофауны пределы содержания двуокси углерода различаются. Так, для карповых оптимальное содержание  $\text{CO}_2$  в воде составляет 10 мг/л, допустимое до 30 мг/л. При выращивании форели содержание двуокси углерода в оптимальных условиях не должно превышать 10 мг/л, хотя эта рыба и переносит концентрацию углекислоты в воде до 50 мг/л, но значительно замедляются газообмен и рост особей. Увеличению количества  $\text{CO}_2$  в водной среде способствует загрязнение водоемов органическими компонентами (стоки с водосбора, удобрения и др.). Для предупреждения увеличения содержания в воде углекислоты целесообразно проводить известкование водоемов (не менее 2 раз в вегетационный период), аэрацию водной среды и усиление проточности в благоприятных пределах.

- Сероводород в поверхностных слоях воды обычно отсутствует, так как легко окисляется растворенным в воде кислородом. В водоемах сероводород образуется биогенным путем за счет деятельности различных бактерий и концентрируется в придонных слоях воды. Основная роль в образовании сероводорода принадлежит десульфлирующим бактериям.

Следует отметить, что на окисление 1 мг сероводорода требуется около 2,5 мг кислорода. Это значит, что сероводород может способствовать появлению дефицита кислорода в воде.

При этом даже незначительные концентрации сероводорода губительны для рыб, так как сульфиды, проникая в организм, уменьшают способность тканей усваивать кислород. Особенно опасно его наличие в водной среде при инкубации икры и подращивании личинок рыб. Несмотря на то, что с возрастом рыб устойчивость их к сероводороду может повышаться, присутствие его в воде негативно влияет на рост и развитие. При появлении в рыбоводных водоемах даже незначительных количеств сероводорода необходимо аэрировать воду, увеличивать водообмен и известковать кормовые места.

- Аммиак опасен для нормальной жизни рыб и других гидробионтов. Особенно сильно его негативное влияние возрастает при недостатке растворенного в воде кислорода. Образуется  $\text{NH}_3$  в результате трансформации пищи гидробионтов, сложного процесса минерализации органического вещества в водоемах. Предельно допустимая концентрация

аммиака для рыбохозяйственных водоемов равна 0,05 мг/л. Допустимо его содержание при выращивании рыб в специально подготовленных водоемах до 0,07 мг/л. В концентрациях, превышающих 0,1 мг/л, аммиак становится ядовитым для рыб и других гидробионтов.

**Водородный показатель (рН)** – это один из важных факторов среды. Активная реакция воды один из индикаторов качества воды, показатель кислотности или щелочности.

В рыбоводстве оптимальный показатель рН 7,0 – 8,0. При значительных сдвигах в кислую или щелочную сторону возрастает кислородный порог, ослабляется интенсивность дыхания рыб.

Если величина рН очень значительно отличается от нейтральной, то вода сама по себе может стать токсичной для рыб. Известно, что при рН выше 8,0 нарушается нормальное развитие эмбрионов сиговых. Длительное его увеличение до 9,5 приводит к развитию некроза (омертвлению) жаберных лепестков у карпа. Сильное поражение жабр вызывает удушье, и рыбы могут погибнуть даже при нормальном содержании кислорода в воде. Также у большинства исследованных видов рыб при рН менее 7 замедляются жизненные процессы, что снижает темп их роста.

Возможные границы рН, в которых могут жить пресноводные рыбы, при прочих равных условиях зависят от видовой принадлежности. Наиболее выносливы карась и карп. Например, щука переносит колебания рН 4,8 – 8,0, ручьевая форель 4,5 – 9,5, карп 4,3 – 10,8.

**Соленость** – важный ограничивающий фактор среды при разведении рыб. По общему количеству растворенных веществ природные воды условно подразделяют на три группы: пресные, солоноватые и соленые. В группу пресных входят воды, содержащие до 1 г/л, солоноватых 1 – 15 г/л, соленых 15 – 40 г/л минеральных растворенных веществ. Условные границы солености рек 4 – 6 г/л, Азовского моря 10 – 12 г/л, Черного моря 16 – 18 г/л, Мирового океана 30 – 36 г/л.

Действие солености вод на организмы в основном проявляется через динамику осмотического давления среды, отражающегося на водном и солевом обмене гидробионтов.

Индикаторами солености могут быть не только рыбы, но и беспозвоночные, растения. При солености 16 – 18 г/л исчезают девятиглая колюшка, атерина, бычки. Не развиваются личинки насекомых, тростник и

камыш. Океаническая соленость (более 30 %) пригодна для акул, устриц, мидий, крабов. Знание таких индикаторов помогает правильно размещать рыбоводные объекты и определять наиболее перспективные для выращивания виды рыб.

В Российской Федерации рыбоводство развивается в основном на пресных водоемах, в которых обитает более 400 видов рыб, однако для разведения используется лишь 20. В прибрежных морях России обитает около 1100 видов рыб, освоено рыбоводством всего несколько десятков.

**Органическое вещество** представлено различными компонентами органического происхождения, накопление которых в водной среде может привести к нарушению ее биологического статуса.

Его подразделяют на автохтонное и аллохтонное вещество. Запасы автохтонных веществ пополняются за счет фотосинтеза фитопланктона, макрофитов и хемосинтеза некоторых бактерий, аллохтонных веществ за счет выноса их с водосборной площади, поступления с атмосферными осадками, а также иногда с бытовыми и промышленными стоками. Доля растворенного органического вещества примерно в сотни раз больше, чем органического вещества в живых организмах и детрите.

Такие легкоусвояемые органические вещества, как сахара, аминокислоты, витамины и другие, имеют важное значение в жизни гидробионтов, и в первую очередь в их питании. К взвешенным органическим веществам относится детрит, который состоит из минеральных и органических частиц, объединяющихся в сложные комплексы. Детритом питаются многие коловратки, ракообразные, моллюски, иглокожие и некоторые рыбы.

В жизнедеятельности организмов важное значение имеют биогенные элементы – азот и фосфор. Азот и фосфор содержатся в природных водах в виде неорганических и множества органических соединений. Они поступают в водоемы с водосборных территорий, с атмосферными осадками, удобрениями, конечными продуктами метаболизма организмов и в результате разложения растительности. Соединения азота и фосфора необходимы для формирования естественной продуктивности водоемов. Эти биогенные вещества особенно важны при осуществлении рыбоводных мероприятий, так как их содержание может существенно изменяться. При их недостатке сокращаются объемы производства первичной продукции, а при избытке начинается процесс эвтрофирования

(эвтрофикация это естественный процесс, связанный с избытком питательных веществ, таких как азот и фосфор, собирающихся в водоемах, которые способствуют росту большого количества растений и водорослей).

На животные организмы существенно влияет содержание в воде минеральных веществ. Минеральные вещества нужны рыбам и другим гидробионтам для построения неорганической части тела и для осуществления множества физиологических функций. В частности, кальций участвует в образовании скелета, свертывании крови и осморегуляции. Железо необходимо для образования гемоглобина, миоглобина мышц, цитохромов и трансферринов. Цинк усиливает действие адреналина и содержится в инсулине, эритроцитах, дыхательных ферментах. Медь принимает участие в синтезе и активации ряда ферментов. Калий и натрий являются ведущими осморегулирующими ионами. Магний активизирует деятельность рибосом, усиливает действие трипсина и липаз поджелудочной железы. Другие микроэлементы также выполняют свои функции и способствуют осуществлению процессов жизнедеятельности организмов.

При растворении солей различных металлов в воде проявляются их токсические свойства для гидробионтов. Высокой токсичностью характеризуются тяжелые металлы, способные аккумулироваться в различных органах и тканях рыб (серебро, ртуть, алюминий, медь, свинец, кадмий, цинк и др.).

### **Гидрохимический анализ воды**

Знание химического состава воды и ее физических свойств, имеет серьезное практическое значение при рыбохозяйственном использовании внутренних водоемов.

Особое значение имеют гидрохимические исследования в прудовом рыбоводстве. Возросшая интенсификация рыбоводства, применение в больших масштабах удобрений, а также дополнительные корма оказывают большое влияние на гидрохимический режим прудов. Поэтому результаты работы рыбоводного хозяйства во многом зависят от своевременного и систематического контроля за качеством воды на всех стадиях технологического цикла выращивания рыбы. Рыбовод должен иметь представление о физических и химических свойствах воды, уметь их определять, правильно оценивать биологические процессы, протекаю-

щие в водоеме, с тем, чтобы поддерживать гидрохимический режим в оптимальных для рыбоводства пределах.

Объем гидрохимических работ (сроки взятия проб, их количество, число определяемых показателей) зависит от целей исследования.

Во многих случаях регулярный контроль за качеством воды ограничивается определением растворенных газов.

Газовый анализ воды включает определение физических свойств воды (цветности, прозрачности, температуры), растворенного кислорода, углекислоты, активной реакции воды (рН), количества сероводорода. Частота взятия проб на газовый анализ и их количество зависят от категории водоема, его размеров. Так, в нерестовых прудах, а также выростных и нагульных в наиболее напряженный период (высокие температуры воды, накопление большого количества органики) пробы воды берут ежедневно: при нормальных условиях раз в декаду, в зимовальных прудах через 5 – 7 дней.

Для получения общей характеристики качества воды проводят краткий общий анализ, который включает дополнительно к перечисленным в газовом анализе определениям исследование окисляемости, щелочности, карбонатной жесткости и железа.

Более полная оценка качества воды может быть получена на основании проведения полного общего анализа воды. Этот тип анализа помимо перечисленных выше определений включает исследование общей жесткости, окисляемости фильтрованной и нефилтрованной воды, азота, аммиака, нитритов, нитратов, фосфатов, закисного и окисного железа, сульфатов, хлоридов, кальция и магния. Целью специальных исследований могут быть определения металлов и микроэлементов.

Полный гидрохимический анализ на выростных и нагульных прудах проводится 1 – 2 раза в месяц, на зимовальных прудах 2 – 3 раза за сезон эксплуатации.

При проведении гидрохимических исследований особое внимание следует обращать на отбор проб воды. Проба должна быть отобрана так, чтобы она соответствовала условиям, наблюдающимся в водоеме; отбор пробы, ее хранение, транспортировка и обращение с ней должны проводиться так, чтобы не произошло изменений в содержании определяемых компонентов или в свойствах воды; объем пробы должен быть достаточным для определения всех намеченных компонентов.

Место для отбора пробы выбирают в соответствии с целью анализа. Вода озер, водохранилищ и больших по площади прудов неоднородна по своему составу, поэтому пробы отбирают на разных участках и с различных глубин. На рыбоводных прудах должны быть определены стационарные точки для взятия проб воды.

На нерестовых прудах это может быть одна точка, на выростных и нагульных в зависимости от площади и конфигурации обычно 2 – 4 точки. При контроле за зимовкой рыбы пробы отбирают в головном пруду, водоподающем канале, в зимовальных прудах в месте подачи воды из канала и у водоспуска. При небольших глубинах водоема пробы отбираются под поверхностью и у дна (0,2 – 0,5 м от дна). Если водоем имеет значительную глубину, то пробы отбирают на стандартных горизонтах: 0,5; 2; 5; 10; 20 м и т.д.

Время взятия проб воды имеет важное значение. Полная характеристика гидрохимического режима может быть получена на основании анализа проб воды, взятых через определенные промежутки времени, в разные сезоны года.

Время суток также нужно принимать во внимание. Связано это с тем, что в летний период содержание биогенных элементов и растворенных в воде газов в течение суток сильно колеблется. Поэтому пробы воды в летнее время желательно брать в утренние часы, когда наблюдается наиболее напряженный газовый режим. Для выявления суточных изменений химического состава воды, главным образом растворенных газов, выполняются так называемые суточные станции, когда пробы на химический анализ отбираются в течение суток с периодичностью 1 – 3 ч.

Объем пробы зависит от типа анализа. Для газового анализа воды достаточно отобрать 0,5 л воды, для краткого общего анализа потребуется 1 л и для полного общего анализа отбирают 1,5 – 2,0 л.

Пробы воды для химического анализа отбирают с помощью специальных приборов – батометров (рис. 29).



Рисунок 29 – Футляр для хранения и транспортировки батометра

Из батометра воду переливают в склянки с помощью резинового шланга. Склянки предварительно должны быть тщательно вымыты, высушены и пронумерованы. Для определения растворенных в воде газов используют склянки с притертыми пробками. Для хранения и транспортировки проб воды на общий анализ применяют также полиэтиленовую посуду (рис. 30).



Рисунок 30 – Буылки для отбора проб воды

При отсутствии батометра пробы можно отбирать прямо в бутылку, которую опускают на заданную глубину с помощью специального приспособления. Для уменьшения перемешивания пробы воды с воздухом, находящимся в бутылке, в горлышко вставляют пробку с двумя трубочками, одна трубочка доходит почти до дна, другая заканчивается сразу под пробкой, через нее из бутылки выходит воздух.

Пробы воды для определения кислорода помещаются специальные кислородные склянки и фиксируют сразу ее на месте отбора (рис. 31).



Рисунок 31 – Фиксация проб воды в полевых условиях  
Одновременно из батометра берется вода для определения  $\text{CO}_2$  и pH.

После этого отбирается вода на общий анализ.

Если нельзя провести химический анализ воды сразу или спустя 1 – 2 ч после отбора, то пробу воды необходимо законсервировать, с тем чтобы избежать изменений в ее химическом составе.

Применение консервирующих веществ не полностью предохраняет определяемый компонент от изменения, поэтому и консервированные пробы следует анализировать, возможно, быстрее (на 1 – 3 день после их взятия). При проведении гидрохимических исследований особое внимание следует обращать на систематическую регистрацию всех этапов работы. При взятии пробы воды в полевом дневнике следует отмечать дату, номер пруда и станции, глубину, с которой взята проба, номера склянок, температуру и прозрачность воды, а также метеорологические условия в момент взятия пробы.

При отборе проб воды на химический анализ обязательно фиксируют температуру воды и прозрачность.

Температуру воды определяют с помощью водяных термометров со шкалой от 5 до 30 – 35 °С и ценой деления 0,1 – 0,2.

Прозрачность воды определяют с помощью гладкого металлического диска, покрытого несмываемой белой краской. Диск, прикрепленный к размеченной рейке или веревке, опускают в воду с теневой стороны лодки до тех пор, пока он не исчезнет из поля зрения, а потом поднимают, пока он снова не станет заметным (рис. 32). Средняя величина этих двух глубин и будет условной величиной прозрачности воды, которую выражают в сантиметрах.

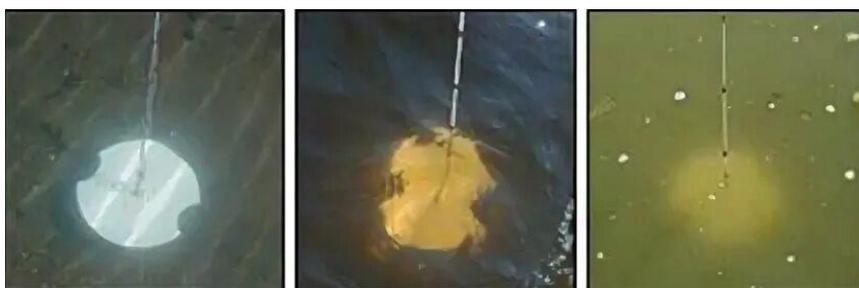


Рисунок 32 – Определение прозрачности воды с помощью диска Секки

В литературе приводится большое количество методик, по определению качества воды, в водоемах. В настоящее время намечается тенденция к ускорению процедурной части анализа проб воды. Это обусловле-

но тем, что в ряде случаев при проведении анализа не требуется большая точность, а нужны ориентировочные аналитические данные, которые позволили бы непосредственно на месте быстро дать заключение о гидрохимических процессах, происходящих в водоеме, и оперативно провести организационные мероприятия по улучшению условий содержания выращиваемой рыбы.

Для определения и контроля параметров водной среды используются различные приборы, которые могут функционировать в ручном (при участии оператора) и автоматическом режимах. Кроме того, различают приборы лабораторные, которые применяются в условиях специально оборудованных лабораторий (они обычно являются более точными в измерениях), и полевые, которые могут применяться в полевых условиях непосредственно рыбоводами.

**Анализатор Анкат 7645 - 01** предназначен для контроля параметров водной среды в полевых условиях (рис. 33). Обеспечивает измерение концентрации растворенного кислорода и температуру анализируемой воды, используется в помещениях и на открытом воздухе);



Рисунок 33 – Анализатор Анкат 7645 – 01

**Анализатор кислорода, температуры и водородного показателя КиТ – 3 рН** предназначен для оперативного измерения кислорода, температуры и водородного показателя воды в рыбоводстве, на очистных сооружениях и контроля состояния природной водной среды.

Состоит из измерительного устройства и блока индикации. Для удобства работы пользователя при проведении измерений, транспортировании и хранении, прибор поставляется в специальном футляре-кейсе. Диапазон измерения температуры от минус 1 °С до 45 °С.

**Портативный рН – метр.** Компактный ручной прибор применяется для легкого и быстрого измерения величины рН на рыбоводных предприятиях (рис. 34).



Рисунок 34 – Портативный рН – метр

Работает с запрограммированным эталоном (автоматическая калибровка) и сразу готов к применению. Не нуждается ни в какой калибровке. Величина точно измеряется и отображается на дисплее. Вместе с величиной рН измеряется температура (автоматическая компенсация температуры) и тоже отображается на дисплее. Прибор водонепроницаемый и весит всего 85 г.

#### **Задание:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.
2. Записать в тетрадь, пользуясь методическими указаниями основные физико-химические показатели воды и их влияние на жизнедеятельность рыб.
3. Записать правила отбора проб воды.

#### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите основные физические и химические свойства воды.
2. Охарактеризуйте значение температуры воды в жизни гидробион-

тов.

3. Назовите и охарактеризуйте газы, имеющие наибольшее значение для водных организмов.

4. Какое имеет значение водородный показатель для водных организмов?

5. Какую роль играет солёность для гидробионтов?

6. Охарактеризуйте присутствие органического вещества в водоеме.

7. Для чего проводится гидрохимический анализ воды?

8. Какие существуют виды гидрохимического анализа воды?

9. Как правильно отбирать пробы воды?

10. Какие существуют приборы для проведения гидрохимического анализа воды?

## 2 УСТРОЙСТВО ПРУДОВОГО РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

### Занятие 6. Типы прудовых хозяйств, их характеристика, категории прудов. Расчет площади прудов различных категорий

**Цель занятия:** ознакомиться с особенностями устройства тепловодного и холодноводного прудового хозяйства, системой организации рыбоводного процесса, устройством и назначением отдельных категорий прудов. Приобрести навыки расчета площадей прудов различных категорий.

#### Общие положения

Рыбы, разводимые в рыбоводных хозяйствах, различаются по своим биологическим особенностям, требованиям к условиям внешней среды, в первую очередь к температурному режиму и химическому составу воды. По отношению к температуре воды они подразделяются на две группы: теплолюбивых и холодолюбивых видов рыб. Эти особенности рыб в значительной мере определяют устройство рыбоводных хозяйств, организацию рыбоводного процесса.

В связи с указанным современное прудовое рыбоводство представлено двумя типами хозяйств: тепловодным и холодноводным.

**Тепловодные хозяйства.** В нашей стране большее развитие получило тепловодное рыбоводство. Объектами разведения в тепловодных хозяйствах являются рыбы, у которых основные жизненные процессы (рост, развитие, размножение) проходят при температуре выше 18 °С. К таким рыбам относятся: карп, белый толстолобик, белый амур, пестрый толстолобик, черный амур, веслонос, бестер, тилапии, канальный и клариевый сомы и др. Схема прудового рыбоводного хозяйства приведена на рисунке 35.

**Холодноводные хозяйства.** В холодноводных рыбоводных хозяйствах разводят рыб, живущих в холодных водах: форель, лосось, пелядь, сиги и др.

Тепловодные и холодноводные рыбоводные хозяйства различаются по своему устройству: общей площади, размерам и глубинам отдельных категорий прудов, характеру водоснабжения, требованиям, предъявляе-

мым к земельной площадке и источнику водоснабжения.

В зависимости от завершенности рыбоводного процесса, характера выпускаемой продукции, рыбоводные предприятия относят к полносистемным, питомникам и нагульным хозяйствам.

**В полносистемных рыбоводных хозяйствах** осуществляют полный цикл выращивания рыбы, начиная от проведения нереста в нерестовых прудах или получения икры в заводских условиях до товарной массы.

Полносистемные хозяйства обычно строят при наличии реки или какого-либо другого водоема, являющегося водоисточником на протяжении всего года.

**Неполносистемные прудовые хозяйства** бывают двух типов: рыбопитомники и нагульные хозяйства, либо рыбоводные фермы. Такие хозяйства могут быть организованы при наличии одного или нескольких прудов, участков рек, пригодных для выращивания товарной рыбы.

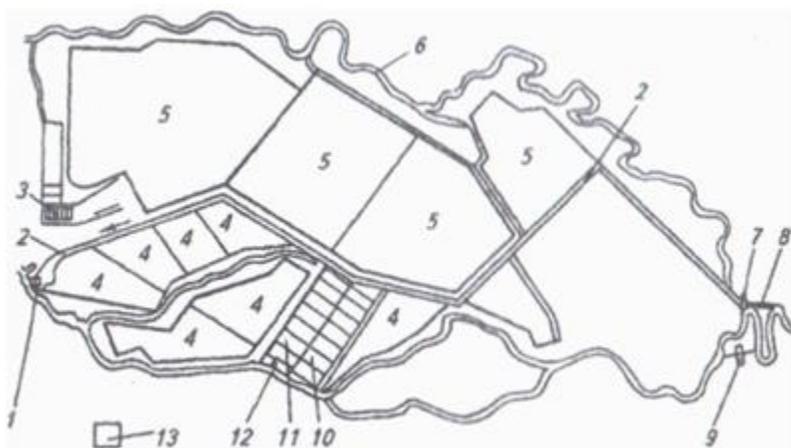


Рисунок 35 – Схема прудового рыбного хозяйства:

1 – карантинные пруды; 2 – водоподающий канал; 3 – нерестовые пруды; 4 – выростные пруды; 5 – нагульные пруды; 6 – сбросной канал; 7 – водозаборное сооружение; 8 – ограждающая дамба; 9 – паводковый водосброс; 10 – маточные пруды; 11 – зимовальные пруды; 12 – садки; 13 – хозяйственный центр

**В рыбопитомниках** выращивают рыбопосадочный материал (личинки, мальков, сеголеток, годовиков). Рыбопосадочный материал используют для зарыбления нагульных прудов предприятий, занимающихся рыбоводством, а также фермерских, любительских и других водоемов.

**В нагульных хозяйствах** выращивают столовую (товарную) рыбу.

### **Категории рыбоводных прудов**

Пруды – основная производственная база по выращиванию прудовой рыбы. По своему назначению они подразделяются на четыре категории:

Водоснабжающие (предназначены для накопления воды и подачи её в производственные пруды) – головные, согревательные, пруды отстойники;

Производственные (используются для разведения и выращивания рыбы) – нерестовые, мальковые, выростные, зимовальные, нагульные, маточные;

Санитарно-профилактические – карантинные, изоляторные;

Подсобные – пруды-садки.

### **Водоснабжающие пруды**

**Головные пруды** предназначены для накопления воды с последующей подачей ее в систему производственных прудов. Место расположения головного пруда выбирают с таким расчетом, чтобы горизонт воды в нем был выше горизонта всех производственных прудов. Это позволяет обеспечить самотечное водоснабжение прудов. Если река несет большое количество взвешенных осадков, головной пруд играет роль пруда-отстойника. Если головной пруд не служит для водоснабжения питомник прудов, то его используют в качестве нагульного пруда. Размеры головных прудов определяются в зависимости от размеров производственных прудов.

**Согревательные пруды** предназначены для согревания воды. Температура, особенно в июле-августе сильно влияет на выживаемость и рост карпа. В небольших прудах влияние температуры важнее, чем плотность посадки рыбы. В согревательных прудах температура ключевой воды повышается в летнее время до 20 °С.

**Пруды-отстойники** предназначены для осаждения взвеси. В прудах отстойниках осаждается до 70 % взвешенных в прудах частиц.

После очистки и согревания вода поступает в производственные пруды.

### **Производственные пруды**

**Нерестовые пруды** предназначены для размножения рыбы. В них нерестится посаженная рыба, инкубируется икра и содержатся несколько дней вылупившие из икринок личинки. Оптимальная площадь таких

прудов 0,1 га. Средняя глубина воды 60 см, максимальная (у водопуска) 1,0 м, мелководная зона (30 – 50 см) должна занимать площадь 70 %.

Дно нерестовых прудов покрыто мягкой луговой растительностью, которая служит субстратом для клейкой икры рыб. Каждый пруд наполняется водой и спускается в течение 5 час.

Устраиваются нерестовые пруды на сухих пологих площадках с плодородной почвой, в отдалении от дорог и построек. Чаще всего они располагаются по соседству с маточными и мальковыми прудами.

**Мальковые пруды** предназначены для подращивания личинок, пересаживаемых из нерестовых прудов или поступающих из инкубационного цеха.

Сажают в них личинок из нерестовых прудов в возрасте 6 – 10 дней. Площадь мальковых прудов 0,2 – 1,0 га, средняя глубина 0,8 – 1,0 м.

Продолжительность наполнения и спуска одного пруда не должна превышать 12 час. Располагать их следует на плодородных почвах, способствующих массовому развитию пищевых организмов для молоди рыб. Иногда эти пруды могут быть использованы для проведения нереста и выращивания сеголетков.

Во многих рыбноводных хозяйствах мальковые пруды отсутствуют. В таком случае личинок из нерестовых прудов пересаживают на выращивание сразу в выростные пруды.

**Выростные пруды** служат для выращивания сеголетков. В них сажают молодь из нерестовых или из мальковых прудов и содержат до осени. Сеголетки в этих прудах вырастают до 25 – 30 г. Площадь выростного пруда 10 – 15 га, средняя глубина воды 1,0 м. Эти пруды желательно располагать вблизи от нерестовых и мальковых прудов на плодородных почвах. Рекомендуемая продолжительность заполнения пруда 10 – 15 суток и спуска 3 – 5 суток. Из выростных прудов осенью молодь пересаживают в зимовальные пруды.

**Зимовальные пруды** предназначены для зимнего содержания рыбы (посадочного материала (сеголетков), а также ремонтного молодняка и производителей). Площадь пруда 0,5 – 1,0 га. Глубина непромерзающего слоя – 1,2 м, а общая глубина – 1,8 – 2,0 м. Форма пруда прямоугольная. Дно суглинистое или супесчаное, плотное. Полный водообмен воды в этих прудах должен осуществляться в течение 15 – 20 суток. Время наполнения и спуска пруда 0,5 – 1,0 сутки. Строят зимовальные пруды

рядом с источником водоснабжения.

**Нагульные пруды** предназначены для выращивания товарной (столовой) рыбы. Пруды этой категории наиболее крупные в хозяйстве. Их размеры определяются рельефом местности. Целесообразно для удобства эксплуатации, чтобы их площадь составляла не более 100га. Большие глубины неблагоприятны для питания и роста рыб, что связано с более низкими температурами воды и меньшим содержанием кислорода. Средняя глубина воды 1,3 – 1,5 м. Время наполнения пруда зависит от площади и находится в пределах 10 – 25 суток, время спуска – 10 суток. Пруд не должен быть сильно заилен, высшая водная растительность развита умеренно. Для обеспечения лучшей эксплуатации пруды должны быть хорошо спланированы, чтобы при спуске быть полностью осушенными.

**Маточные летние и зимние пруды** предназначены для летнего и зимнего содержания производителей и ремонта. Размеры прудов зависят от численности производителей. Устройству этой категории прудов следует придавать особое значение. Обеспечение надлежащих условий для маточного стада и ремонтного молодняка – важное условие для получения высококачественного потомства.

#### **Санитарно-профилактические пруды**

**Карантинные пруды** служат для содержания рыбы, завезенной из других хозяйств с целью проверки ее здоровья. Площадь пруда 0,2 – 0,4 га. Средняя глубина воды 1,0 – 1,3 м. Дно пруда должно быть плотным и ровным. Эти пруды располагают в конце хозяйства, с тем, чтобы предотвратить распространение инфекции (в случае вспышки заболевания у завезенной рыбы) в другие категории прудов.

**Изоляторные пруды** по устройству и расположению напоминают карантинные, только более глубокие – до 2,2 м. В них содержится больная рыба, которая зимует в этих же прудах.

#### **Подсобные пруды**

**Садки** относятся к подсобным прудам – бассейнам. Они используются в основном осенью для передержки живой рыбы до реализации. Садки также могут быть использованы весной для временного сохранения годовиков, ремонта и производителей. Размер садков 500 – 1000 м<sup>2</sup>. Глубина до 2 м. Располагают их около источников водоснабжения.

**Оборот хозяйства.** Под оборотом в прудовом рыбноводном хозяйстве

подразумевается отрезок времени, необходимый для выращивания рыбы от икринок до товарной массы. В нашей стране в основном принят двухлетний оборот. При двухлетнем обороте рыбу получают на втором году выращивания. При трехлетнем обороте товарная продукция получается только к концу третьего года выращивания. В хозяйстве, работающем с трехлетним оборотом, предусматривается строительство еще двух категорий прудов: выростных прудов второго порядка и зимовальных прудов для содержания двухлетней рыбы.

### **Расчет площади прудов различных категорий**

Площадь прудов в рыбоводных хозяйствах находится в определенном процентном соотношении.

В полносистемном хозяйстве соотношение прудов следующее: нерестовые 0,1 – 0,2 %, выростные 2,0 – 3,0 %, нагульные 91,0 – 96,0 %, зимовальные 0,2 – 1,0 %.

В рыбопитомниках основная часть водной площади используется под выростные пруды 90,0 – 95,0 %, нерестовые 2,0 – 3,0 %, зимовальные 3,0 – 7,0 % всей водной площади.

Указанные соотношения прудов являются только примерными.

Площадь отдельных категорий прудов в конкретных случаях рассчитывается на основании нормативов. Для летних прудов учитывается рыбопродуктивность и штучный прирост рыбы. Для нерестовых и зимовальных прудов пользуются нормативами посадки. В основу расчета берется мощность хозяйства, размеры пригодной земельной площади и мощность источника водоснабжения.

### **Пример расчета площадей прудов различных категорий:**

Необходимо рассчитать общую площадь и площадь отдельных категорий прудов для хозяйства мощностью 3500 ц товарной рыбы.

*Рыбопродуктивность, ц/га:*

Нагульных – 14;

Выростных – 15.

*Выход рыбопосадочного материала:*

Выход мальков от одного гнезда производителей – 80 тыс. шт.;

Выход сеголеток из выростных прудов составляет – 65 % от посадки мальков;

Выход годовиков из зимовальных прудов – 80 % от посадки сеголеток;

Выход двухлеток из нагульных прудов – 90 % от посадки годовиков.

*Средняя масса, г:*

Сеголетков – 25;

Двухлетков – 500.

Плотность посадки сеголетков в зимние пруды – 600 тыс. шт.

Для того чтобы определить площадь отдельных категорий прудов, необходимо рассчитать количество рыбы на отдельных этапах выращивания:

Количество двухлетков составит  $350000 \text{ кг} \div 0,5 \text{ кг} = 700000 \text{ шт.}$

Годовиков  $(700000 \times 100)/90 = 777777 \text{ шт.}$

Сеголетков  $(777777 \times 100)/80 = 972222 \text{ шт.}$

Мальков  $(972222 \times 100)/65 = 1495726 \text{ шт.}$

Для получения такого количества мальков требуется самок  $1495726/80000 = 19 \text{ шт.}$

**Нерестовые пруды.** При норме посадки 20 самок на 1 га (или 0,05 га на одну самку) потребуется  $0,05 \times 19 = 0,95 \text{ га}$ , а с учетом 10% резервной площади – 1 га (или 10 прудов по 0,1 га).

**Выростные пруды.** При массе сеголетков 25 г и рыбопродуктивности 15 ц/га для выращивания 972222 сеголетков потребуется  $(972222 \times 0,025)/1500 = 16,2 \text{ га}$ .

**Зимовальные пруды для сеголетков.** При норме посадки 600 тыс. шт. на 1 га для зимовки 972222 сеголетков потребуется  $(972222/600000) = 1,6 \text{ га}$ .

**Нагульные пруды.** При штучной массе двухлетков 475 г (500 г – 25 г) и рыбопродуктивности прудов 14 ц/га для выращивания 700000 двухлетков потребуется  $(700000 \times 0,475)/1400 = 237,5 \text{ га}$ .

Таким образом, площадь производственных прудов составляет: нерестовых – 1 га, или 0,4 %; выростных – 16,2 га или 6,3 %; зимовальных – 1,6 га, или 0,6 %, нагульных 237,5 га, или 92,6 %. Всего 256,3 га, или 100 %.

### **Задание:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.
2. Начертить схему рыбоводного хозяйства.
3. Пользуясь методическими указаниями, заполнить таблицу 4.

Таблица 4 – Основные биотехнические показатели прудов

Название прудов	Площадь, га	Глубина пруда, м	Период использования	Цель использования

4. Необходимо рассчитать общую площадь и площадь отдельных категорий прудов для хозяйства, имеющего плановую мощность 5500 ц товарной рыбы.

**Рыбопродуктивность, ц/га:**

Нагульных – 17;

Выростных – 14.

**Выход рыбопосадочного материала:**

Мальков от одного гнезда производителей – 85 тыс. шт.;

Сеголетков – 65 %;

Годовиков – 75 %;

Двухлетков – 85 %.

**Средняя масса, г:**

Сеголетков – 30;

Двухлетков – 550.

Плотность посадки сеголетков в зимовальные пруды – 650 тыс. шт.

**Контрольные вопросы**

1. Дайте определение полносистемному рыбоводному хозяйству.
2. На какие типы делятся неполносистемные прудовые хозяйства?
3. На какие типы делятся неполносистемные прудовые хозяйства?
4. Какие виды рыб выращиваются в тепловодных и холодноводных хозяйствах.
5. На какие категории по назначению подразделяются пруды?
6. На какие типы подразделяются производственные пруды?
7. Как следует размещать пруды разных категорий в зависимости от

производственных процессов в рыбоводных хозяйствах?

8. Дайте определение понятию «оборот хозяйства».

9. Как следует размещать пруды разных категорий в зависимости от производственных процессов в рыбоводных хозяйствах?

10. Как рассчитывается площадь прудов различных категорий?

### 3 ТЕХНОЛОГИЯ РАЗВЕДЕНИЯ И ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБ

Карп – основной объект прудового тепловодного рыбоводства, имеет широкое распространение в РФ. В связи с этим технология разведения и выращивания рыб, рыбоводные расчеты будут рассматриваться на примере карповых рыб.

#### Занятие 7. Расчет необходимого количества ремонтных производителей в рыбоводном хозяйстве

**Цель занятия:** научиться определять необходимое количество производителей и ремонтного молодняка в рыбоводном хозяйстве на примере карпового хозяйства.

##### Общие положения

Основным условием нормального функционирования полносистемного рыбоводного хозяйства является качество маточного поголовья и его породная принадлежность.

Маточное стадо состоит из двух групп. Это группа производителей и группа ремонта.

К группе производителей относятся самки и самцы, используемые для нереста, получения рыбопосадочного материала и столовой рыбы.

Ремонтный молодняк – это молодые особи, которые используются в дальнейшем для замены производителей.

Численность маточного стада определяют по количеству гнезд производителей. Под гнездом понимают одну самку и двух самцов, высаживаемых на нерест. При заводском воспроизводстве самцов требуется меньше, чем самок (допускается половое соотношение 1 : 0,6).

Ежегодная выбраковка производителей составляет 25 %. Для их замены выращивается ремонтный молодняк. Общая численность ремонтного поголовья определяют, исходя из количества производителей. Принято, что для замены одного гнезда производителей нужно иметь следующее количество ремонтного молодняка разных возрастных групп: двухлетков – 90, трехлетков – 8, четырехлетков – 8.

Предельный срок эксплуатации производителей принимают для самок – 7 лет, для самцов – 5 лет, их выбраковывают по возрасту в 10 – 12 лет. Возраст полового созревания карпа зависит от климатических условий. Так, в центральной зоне самки созревают в 5 лет, самцы в 4 года. В

южных районах половое созревание наступает на третьем четвертом году жизни. Для получения качественной молоди рекомендуется использовать 6 – 8 летних самок и 5 – 7 летних самцов.

В хозяйстве кроме основного стада, в которое отбираются лучшие производители, должен иметься резерв в размере 50 – 100 % от основного стада.

Важным условием стабильного производства посадочного материала и столовой рыбы является правильное содержание производителей и выращивание ремонтного молодняка.

В хозяйстве должно быть достаточное количество прудов для раздельного содержания самок и самцов, различных возрастных групп ремонтного молодняка. В прудах должны быть созданы необходимые условия для развития естественной кормовой базы, проведения мелиоративных работ, а при необходимости, организации внесения органических и минеральных удобрений.

Карпов-производителей и ремонтный молодняк выращивают при относительно невысокой плотности посадки с дополнительным кормлением. С учетом региона плотность посадки производителей в летние маточные пруды составляет 100 – 150 шт./га.

Для ремонтного молодняка предусмотрена плотность посадки сеголетков до 30 тыс. шт./га; с повышением массы и возраста молодняка плотность снижается до 150 – 200 шт./га.

На зиму производителей и ремонтное стадо раздельно размещают в зимовальные пруды. Если прудов не хватает, то разновозрастных рыб можно помещать вместе, но так, чтобы разница в возрасте была не менее двух лет. Плотность посадки производителей в зимовальные пруды не должна превышать 10 т/га.

Полносистемное рыбоводное хозяйство должно располагать производителями в количестве, необходимом для производства запланированного объема посадочного материала и товарной рыбы, с учетом продуктивности самок.

### **Расчет потребного количества производителей и ремонтного молодняка**

Количество производителей и ремонтного молодняка, которое необходимо иметь в полносистемном хозяйстве, должно соответствовать

мощности хозяйства.

Расчет количества производителей проводится с учетом продуктивности производителей, выживаемости рыбы в прудах различных категорий.

**Пример расчета:**

1. Требуется рассчитать потребность в производителях и ремонтном молодняке для хозяйства производительностью 4500 ц товарной рыбы. Хозяйство работает при следующих нормативах:

- 1) выход сеголеток – 65 %, годовиков – 80 %, двухлеток – 85 %;
- 2) средняя масса двухлеток – 450 г;
- 3) выход личинок от одной самки – 120 тыс. шт.

Расчеты производятся следующим образом:

1) сначала определяем, какое количество двухлеток составляет 4500 ц товарной продукции:

$$450\ 000\ \text{кг} : 0,45\ \text{кг} = 1\ 000\ 000\ \text{двухлеток};$$

2) далее определяем, какое количество годовиков следует посадить в нагульные пруды, учитывая, что за лето отход может составить 15 %:

$$\begin{array}{l} 1\ 000\ 000 - 85\ \% \\ x - 100\ \% \end{array}$$

$$x = \frac{1\ 000\ 000 \times 100}{85} = 1\ 176\ 471\ \text{годовиков};$$

3) затем определяем, какое количество сеголеток следует посадить в зимовальный пруд, учитывая их отход за зимний период 20 %:

$$\begin{array}{l} 1\ 176\ 471 - 80\ \% \\ x - 100\ \% \end{array}$$

$$x = \frac{1\ 176\ 471 \times 100}{80} = 1\ 470\ 589\ \text{сеголеток};$$

4) после определяем, какое количество личинок необходимо посадить в выростные пруды для получения 1470589 сеголеток, если их отход составляет 35 %:

$$\begin{array}{l} 1\ 470\ 589 - 65\ \% \\ x - 100\ \% \end{array}$$

$$x = \frac{1470589 \times 100}{65} = 2262447 \text{ личинок};$$

5) рассчитав личинок, определяем, какое количество самок потребуется для получения необходимого количества личинок:

$$2262447 : 120000 = 19 \text{ самок.}$$

При соотношении самок и самцов 1 : 2 (при естественном нересте) общее количество производителей, участвующих в нересте, составит:

$$19 + 38 = 57 \text{ шт.}$$

С учетом резерва 50 % общее количество производителей составит 86 шт., в том числе самок 29 шт., самцов 57 шт.

При выбраковке 25 % стада в хозяйстве ежегодно будет заменяться 22 шт. производителей, или 7 гнезд.

Ремонтное поголовье составит при этом: двухлеток –  $7 \times 90 = 630$  шт., трехлеток –  $7 \times 8 = 56$  шт., четырехлеток –  $7 \times 8 = 56$  шт. Всего 742 шт.

В пятилетнем возрасте карпы переводятся в запасное стадо производителей.

В том случае, когда нужно определить количество производителей, необходимых для обеспечения личинками определенной выростной площади, расчет может быть проведен по следующей формуле:

$$И = \frac{ПГ \times 100}{ВРМ},$$

где И – необходимое количество самок;

П – средняя планируемая рыбопродуктивность выростных прудов, кг/га;

Г – площадь выростных прудов, га;

В – планируемая масса сеголеток к осени, г;

Р – выход сеголеток из выростных прудов, %;

М – выход личинок от одной самки, тыс. шт.

Например, площадь выростных прудов в рыбопитомнике 70 га, планируемая общая рыбопродуктивность выростных прудов 15 ц/га, средняя масса сеголеток 24 г, выход сеголеток из выростных прудов 65 %, выход мальков от одной самки 110 тыс. шт. В этом случае потребность в самках составит

$$И = \frac{500 \times 70 \times 100}{0,024 \times 65 \times 110000} = \frac{3500000}{171600} = 20 \text{ самок}$$

По приведенному выше расчету находим численность самцов запасного стада и ремонтного молодняка.

**Задание:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.

2. Записать в рабочую тетрадь нормативы содержания производителей и ремонтного молодняка.

3. Рассчитать потребное количество производителей для хозяйств различной мощности и разной системы разведения, по заданным вариантам, изложенным в таблице 5.

Таблица 5 – Варианты заданий для расчета

Вариант	1	2	3	4	5	6
Мощность хозяйства, т	120	230	140	250	160	270
Метод разведения	естественный нерест	заводское воспроизводство	естественный нерест	заводское воспроизводство	естественный нерест	заводское воспроизводство
Выход личинок, тыс. шт.	100	140	110	150	120	160
Выход сеголеток, %	65	70	75	80	85	90
Выход годовиков, %	65	70	75	80	85	90
Выход двухлеток, %	65	70	75	80	85	90
Средняя масса сеголеток, г	26	25	27	29	28	30
Средняя масса двухлеток осенью, г	500	550	600	650	700	750
Общая рыбопродуктивность выростных прудов, ц/га	16	17	18	19	20	21
Площадь выростных прудов в рыбопитомнике, га	80	85	90	95	100	105

## Контрольные вопросы

1. Какие группы рыб формируют маточное стадо?
2. Какие рыбы называются производителями?
3. Какие рыбы относятся к ремонтному молодняку?
4. Какой процент основного маточного стада ежегодно заменяют ремонтным молодняком?
5. Что понимается под гнездом рыб?
6. Каков возраст производителей карпа, используемых в разведении?
7. Какая плотность посадки производителей и ремонтного молодняка используется в рыбоводном хозяйстве?
8. По какому принципу размещаются в зимовальные пруды производители и ремонтный молодняк?
9. Какие данные учитываются при расчете количества производителей?
10. Какие данные учитываются при расчете количества ремонтного молодняка?

### Занятие 8. Заводской способ получения половых продуктов. Осеменение и инкубация икры

**Цель занятия:** изучить методику заводского способа получения половых продуктов, осеменения и инкубации икры.

#### Общие положения

В рыбоводстве существуют две технологии получения потомства рыб: естественный нерест в прудах и заводской метод воспроизводства в инкубационных цехах.

Естественный нерест рыб имеет ряд недостатков. Он в значительной мере зависит от погодных условий и качества технологической подготовки прудов, предназначенных для нереста. Поэтому для интенсификации процесса размножения рыб на промышленной основе специалисты разработали заводской способ получения личинок рыб.

Заводской способ получения половых продуктов у рыб получает все большее распространение в связи с ростом масштабов рыбоводства и нарастающими потребностями населения в пищевой продукции.

Основой этого способа является:

- а) гормональное стимулирование созревания производителей;
- б) инкубация икры в специальных аппаратах при контролируемых условиях.

По сравнению с естественным нерестом заводской способ воспроизводства имеет ряд преимуществ. Он позволяет управлять процессами подготовки производителей к нересту, получения зрелых половых продуктов, осеменения и инкубации икры. Заводской метод расширяет возможности проведения селекционной работы. При его использовании исключается совместное содержание производителей и потомства. Благодаря разделению содержания родителей и потомства личинки, полученные заводским методом, свободны от возбудителей инвазионных заболеваний. Заводской метод позволяет получать от одной самки в 2 – 2,5 раза больше личинок, чем при естественном нересте. Это позволяет сократить необходимую численность стада производителей. Заводское воспроизводство даёт возможность получать личинок раньше естественных сроков нереста. Это позволяет раньше зарыблять выростные пруды, увеличить вегетационный период сеголеток и, следовательно, увеличить рыбопродуктивность выростных прудов. Особенно заметно это преимущество в годы с поздней и холодной весной.

Заводской способ воспроизводства включает в себя ряд биотехнических процессов и состоит из следующих основных этапов (рис. 36):

- Подготовка инкубационного цеха.
- Бонитировка перезимовавших производителей;
- Преднерестовое содержание.
- Гипофизарные инъекции.
- Постинъекционное выдерживание производителей.
- Получение зрелых половых продуктов.
- Осеменение икры.
- Обесклеивание икры.
- Инкубация икры.
- Проведение выклева предличинок.
- Выдерживание предличинок до перехода на внешнее питание.
- Перевод личинок на подращивание.

Технологию воспроизводства рассмотрим на примере карповых рыб.

## 1. Подготовка инкубационного цеха

Работа по заводскому воспроизводству проводится в инкубационных цехах, оснащенных бассейнами для выдерживания производителей, инкубационными аппаратами и емкостями для подращивания личинок (рис. 36).



Рисунок 36 – Бассейны для выдерживания производителей

Для успешного использования заводского метода, при получении большого количества личинок рыб, инкубационный цех должен отвечать следующим основным требованиям:

1. Количество поступающей воды должно обеспечивать нормальную работу одновременно всех мощностей, имеющихся в цехе. При этом любая утечка воды на пол помещения недопустима.

2. Водонагревательная система должна надежно обеспечивать нагрев воды до оптимальной температуры (в зависимости от вида рыб).

3. Монтаж цехового оборудования должен предусматривать возможность автономной регулировки температуры воды, подающейся к аппаратам, бассейнам для производителей и емкости для личинок.

4. Компоновка оборудования в цехе должна обеспечивать свободное передвижение обслуживающего персонала, а также выполнение всех рыбоводных работ без дополнительных затруднений.

5. Инкубационный цех обязательно должен быть снабжен хорошим освещением.

## 2. Бонитировка производителей

Бонитировка – это комплексная оценка племенных животных для определения порядка их дальнейшего использования. Основная цель бонитировки промышленного стада – это распределение рыб на группы по готовности к нересту и потенциальной плодовитости.

Бонитировке подвергают перезимовавших производителей. Облов зимовальных прудов, в которых содержали производителей и рыб ремонтной группы, проводят весной при прогреве воды до 10 – 12 °С. При такой температуре появляются зрелые («текучие») самцы и можно различать рыб по полу.

При бонитировке оценивается общее физиологическое состояние производителей после зимовки. У извлеченных из воды рыб жабры должны быть красного цвета без признаков некроза, кожные покровы без нарушения целостности, равномерно покрытые слизью. Производители рыб должны быть здоровыми, без травм и уродств, энергичными в движении, иметь четко выраженные половые признаки и упругую мускулатуру.

В промышленных хозяйствах самок и самцов рыб часто высаживают на зимовку совместно. Возможно также случайное попадание отдельных самок к самцам или наоборот. В связи с этим весной при бонитировке необходимо разделение производителей по полу. В созревающих ремонтных группах также проводят разделение рыб по полу. Определить пол у карпа трудно, а у молодых и неполовозрелых особей по внешнему виду невозможно. Только с наступлением нерестового сезона можно точно установить пол.

У самок внешними признаками готовности к предстоящему нересту являются величина и мягкость брюшка, а также покраснение генитального отверстия. У самцов четко выраженные половые признаки (окраска, форма тела, жемчужная сыпь и др.) и выделение капелек спермы при надавливании на брюшко.

Разделение рыб по полу является важной и ответственной операцией. Присутствие среди самок хотя бы одного самца может вызвать неконтролируемый нерест самок в преднерестовых прудах. Нежелательно также попадание самок к самцам.

После учета и бонитировки производителей их рассаживают в преднерестовые пруды, причем самок отдельно от самцов.

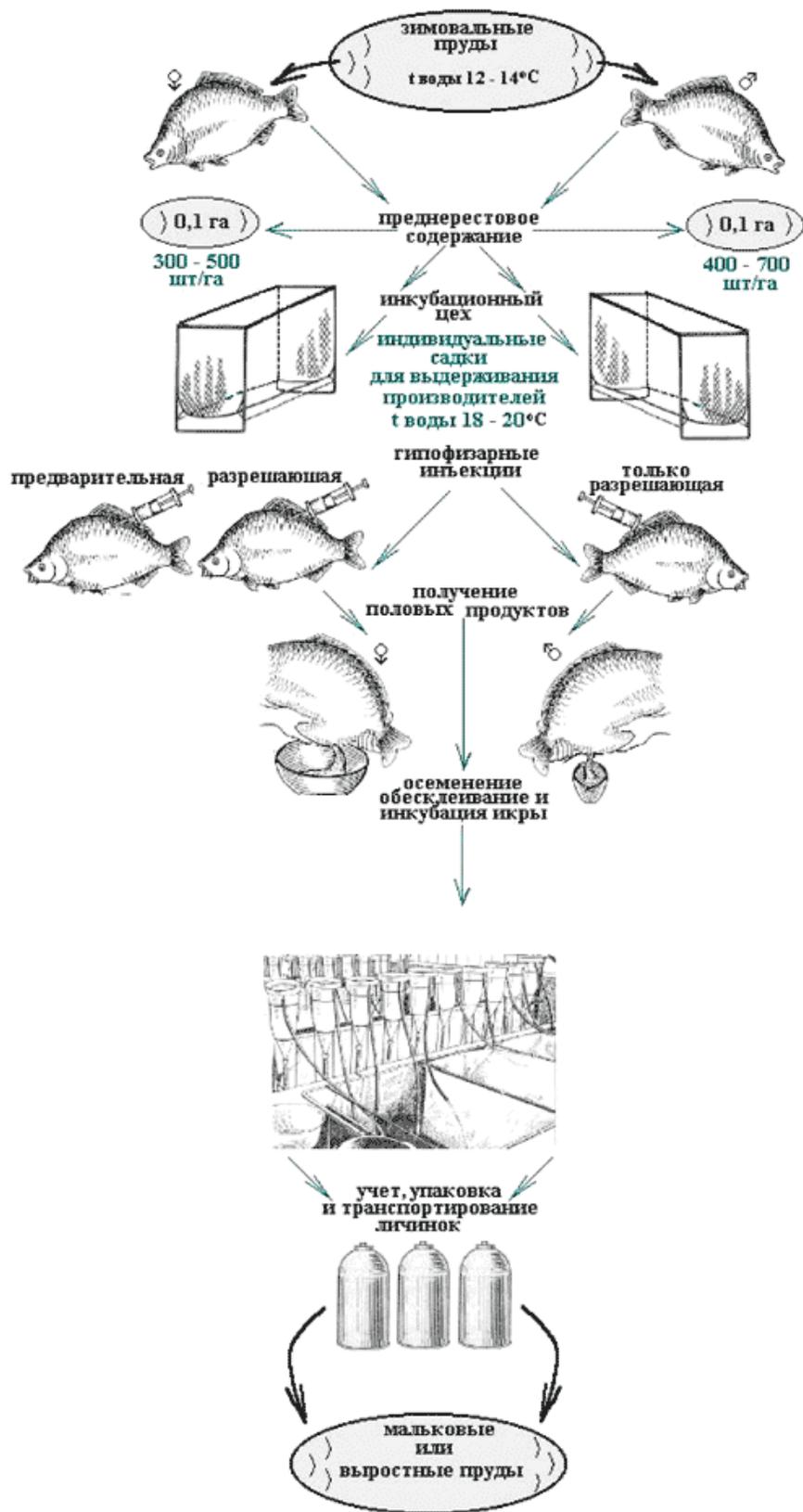


Рисунок 37 – Получение личинок рыб заводским способом

### **3. Преднерестовое содержание производителей**

Преднерестовым называют период выдерживания производителей после окончания зимовки и до начала нереста. У карпа этот период составляет 1 – 1,5 мес.

На преднерестовый период производителей желательно помещать в легко облавливаемые пруды площадью не более 0,1 га с крутыми откосами дамб и хорошо спланированным ложем. Время наполнения и спуска этих прудов не должно превышать 3 часов. В каждый пруд помещают 20 – 35 самок, которых для проведения инъекции можно отловить единовременно. Во избежание резких перепадов температуры и чрезмерного прогрева воды преднерестовые пруды должны быть достаточно глубокими (до 2 м). Мелкие, хорошо прогреваемые пруды не пригодны, так как в них производители при наступлении повышенной температуры могут быстро перезреть.

Из преднерестовых прудов производителей доставляют в цех и помещают в специально подготовленные бассейны преднерестового содержания. Облов и пересадку на всех этапах нерестовой кампании проводят с особой осторожностью, помня о том, что травмирование и излишнее стрессирование самок может привести к образованию тромбов в гонадах и неполной отдаче икры. При облове используют специальные сачки-рукава, полотнища из мешковины и носилки, обтянутые мешковиной или брезентом.

При пересадке рыб из прудов в бассейны разница температур воды не должна превышать 3 °С. В одном бассейне содержат 6 – 8 самок массой 5 – 8 кг или 12 самцов.

### **4. Гипофизарные инъекции**

В 40-х гг. прошлого века профессором Н. Л. Гербильским был разработан метод гормональной стимуляции созревания половых клеток у рыб. Он получил название метода гипофизарных инъекций, который в дальнейшем был усовершенствован И. А. Баранниковой и другими его учениками.

Метод гипофизарных инъекций основан на введении производителям препарата гипофиза. Гипофизарные внутримышечные инъекции гонадотропных гормонов переводят производителей из преднерестового состояния в нерестовое. Током лимфы и крови эти гормоны разносятся по всему организму рыбы и воздействуют на органы, регулирующие по-

ловой процесс, что и приводит к завершению созревания половых продуктов.

Для приготовления гипофизарных инъекций – заменителей гонадотропных гормонов, в рыбоводных хозяйствах используют гипофизы рыб, которые заготавливают осенью (карповые), зимой (лососевые и осетровые) и ранней весной (теплолюбивые, растительоядные) во время промысла рыб. Гонадотропные гормоны образуются в гипофизах только половозрелых рыб.

При заготовке гипофизов следует соблюдать следующие требования:

- рыбы, у которых изымаются гипофизы, должны быть живыми;
- заготовку гипофизов следует проводить в преднерестовый период, когда половые продукты находятся на IV стадии зрелости;
- нельзя получать гипофизы от неполовозрелых, старых, только что отнерестившихся и больных рыб;
- не следует допускать смешивания гипофизов самок и самцов, так как физиологическая активность такой партии снижается, что затрудняет выбор дозировки.

Извлеченные у рыб гипофизы помещаются в стеклянные банки с плотно притертыми крышками и трехкратно обрабатываются химически чистым ацетоном. После обработки ацетоном гипофизы раскладываются на фильтровальную бумагу и высушиваются при комнатной температуре.

Хранить гипофизы следует в пробирках, плотно закрытых пробками, при температуре 1 – 5 °С.

Перед проведением гипофизарных инъекций высушенные гипофизы измельчают, разбавляют физиологическим раствором (6,5 г химически чистой поваренной соли на 1 л дистиллированной воды) и растирают в фарфоровой ступке до получения однородной суспензии. Суспензия теряет свои качества в течение нескольких часов. Поэтому её готовят непосредственно перед работой.

Инъецируют рыб в сырых брезентовых носилках или на специальном столе с мягким покрытием или непосредственно в бассейнах, припуская воду настолько, чтобы верхняя часть спины рыбы находилась над водой.

Для инъекций используют одноразовые медицинские шприцы. Длину (2,5 – 3,8 см) и диаметр иглы, а также объем шприца (10 – 20 мл) подбирают в зависимости от размера рыбы, дозы и типа препарата.

Инъекцию производят в спинные мышцы рыбы несколько выше боковой линии и ниже основания спинного плавника под углом 45°. Карповым видам рыб игла вводится под чешую, а осетровым – между спинными и боковыми жучками на уровне 2 – 4 спинной жучки. Место прокола при этом придерживается пальцем, и после удаления иглы несколько секунд массируется, чтобы введенная суспензия не вылилась обратно (рис. 38).

Время начала инъекирования рассчитывают таким образом, чтобы получение половых продуктов приходилось на дневное время.

Степень готовности самок к нересту определяют визуально по внешним признакам (величине и мягкости брюшка, покраснению и припухлости полового отверстия).

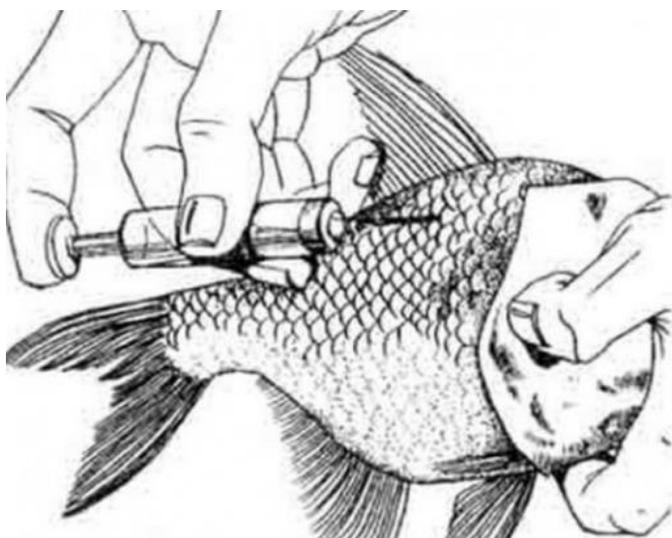


Рисунок 38 – Проведение гипофизарной инъекции

Более точно степень готовности самок к нересту можно определить по положению ядра в ооцитах (рис. 39). Такой анализ проводят под микроскопом на взятых с помощью щупа пробах ооцитов. Икринки помещают на 2 – 3 с. в прудовую воду и затем для увеличения прозрачности оболочки выдерживают в течение 7 – 10 мин в фиксирующем рас-

творе (этиловый спирт, ледяная уксусная кислота и формалин в соотношении 6:3:1).

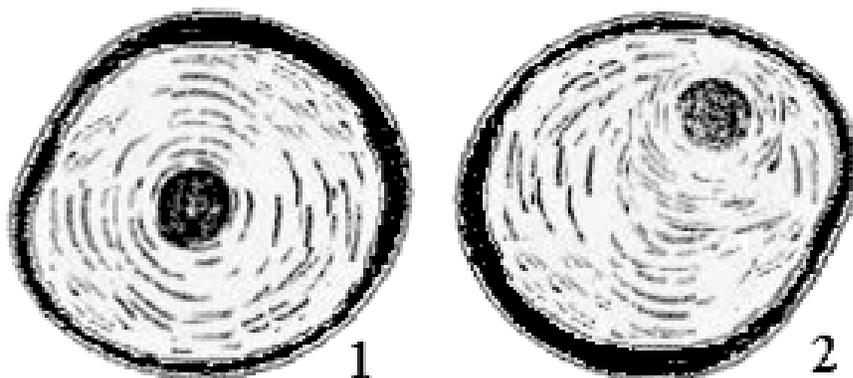


Рисунок 39 – Икринки карпа с различным расположением ядра:  
1 – ядро в центре ооцита; 2 – ядро смещено к анимальному полюсу

Если ядро в ооцитах смещено к оболочке, то степень зрелости высокая. Если же ядро размещается почти в центре, то ооциты ещё не зрелые. Миграция ядра к анимальному полюсу свидетельствует о переходе ооцитов в период созревания. В зависимости от степени зрелости половых продуктов самок разделяют на три группы:

**1-я группа** – особи с хорошо выраженным округлым мягким брюшком, которых необязательно нужно проверять щупом, так как они имеют ооциты высокой степени зрелости;

**2-я группа** – самки, имеющие довольно твердое брюшко, но в пробе взятой щупом, ядра в икринках лежат у оболочки; икра таких самок также высокой степени зрелости;

**3-я группа** – особи с твердым брюшком и ооцитами, далекими от зрелости; ядра в икринках расположены в центре.

Схему гормональной стимуляции созревания половых продуктов самок выбирают в зависимости от степени зрелости ооцитов.

В рыбоводной практике используют несколько различных схем гипофизарных инъекций:

1. Однократная инъекция, при которой вся доза препарата вводится рыбе одновременно. Такая схема применима исключительно к очень зрелым самкам и обычно практикуется для самцов.

2. Дробные инъекции, при которых доза препарата делится на равные части, вводимые рыбе через определенные промежутки времени.

При такой схеме последняя инъекция называется разрешающей, а все остальные предварительными.

3. Градуальные инъекции, при которых доза делится на неравные части, при этом обычно наибольшая часть вводится последней и называется разрешающей, остальные – предварительными.

При проведении инъекций для предупреждения травмирования производителей применяют различные анестезирующие препараты – трихлорбутилалкоголь, ихтиокальм, хинальдин и др., после чего рыба обязательно помещается в проточную воду.

Хорошие результаты дает следующий порядок работы с производителями. Днем производителей завозят из преднерестовых прудов в цех и помещают в бассейны, наполненные водой, с температурой примерно такой же, как в преднерестовых прудах. Затем температуру воды в бассейнах постепенно поднимают с таким расчетом, чтобы к утру следующего дня она достигла оптимального уровня.

Предварительную инъекцию самкам делают или вечером, в день завоза производителей, или на другой день утром. Во время проведения предварительной инъекции температура воды большого значения не имеет и может колебаться в пределах 16 – 22 °С. Разрешающую инъекцию целесообразней проводить вечером второго дня. Температура воды к этому времени должна быть в пределах 20 – 22 °С. Температура воды ниже 20 °С после проведения разрешающей инъекции недопустима.

Самая благоприятная температура воды для получения личинок карпа заводским методом 22 °С. При такой температуре самки карпа после разрешающей инъекции становятся текучими через 14 ч. Снижение температуры воды на 1 °С удлиняет период созревания самок на 2 ч. Исходя из этого, необходимо планировать проведение инъекций таким образом, чтобы получение зрелых половых продуктов приходилось на самое удобное время рабочего дня.

### **5. Постинъекционное выдерживание производителей**

Основное требование при выдерживании производителей после инъекций заключается в том, чтобы в бассейнах устойчиво поддерживался благоприятный водный режим. Существенное влияние на продолжительность созревания самок после гипофизарной инъекции оказывают содержание кислорода в воде, температура, физиологическое состояние рыбы и другие факторы.

После проведения инъекций самцов и самок содержат отдельно и за 2 – 3 ч до ожидаемых сроков созревания проводят осмотр. У созревших особей при легком надавливании на брюшко из генитального отверстия начинают выделяться половые продукты.

После проведения разрешающей (второй) инъекции у самок по мере созревания половых продуктов повышается двигательная активность. Беспокойство самок служит сигналом к отбору икры.

При осмотре производителей воду из бассейна следует приспускать на 1/3 и решеткой отгораживать часть бассейна. После осмотра незревших самок необходимо отделять от созревших.

### **6. Получение зрелых половых продуктов**

За 1 – 2 часа до предполагаемого срока созревания самок отлавливают и проверяют на текучесть путем легкого надавливания на брюшко в области анального отверстия. Если икра не течет, рыбу сажают обратно в бассейн и через 1,5 – 2,0 ч делают повторную проверку. Таких проверок иногда бывает несколько, что не может не отразиться отрицательно на физиологическом состоянии рыб.

Отбор половых продуктов проводят с соблюдением следующих требований:

- производители должны находиться на 5 стадии зрелости с текучими половыми продуктами;
- температура воздуха должна соответствовать температуре воды, в которой нагуливались или выдерживались производители, и не превышать ее средних значений более чем на 2 – 3 °С;
- отбор половых продуктов должен производиться в ранние утренние часы в условиях, защищающих сперму и икру от воздействия яркого света, ветра, дождя или снега и других неблагоприятных факторов;
- нельзя допускать попадание влаги на половые продукты, это может привести к несвоевременной активации спермиев и икры и их гибели.

Зрелую икру и молоки получают методом отцеживания.

*Получение икры.* Перед сцеживанием икры брюшко и анальный плавник самки обтирают сухой салфеткой, чтобы в емкость для сбора не попали вода и слизь. Голову самки желательно обернуть мокрым полотенцем и мягко прижать локтем правой руки к своему телу, при этом нельзя переворачивать ее головой вниз.левой рукой самку придерживают за хвостовой стебель так, чтобы ее генитальное отверстие находи-

лось над краем сухой и продезинфицированной емкости, а брюшко было слегка выгнуто наружу. Если самка крупная, отбор икры должны производить два рыбоведа: один придерживает голову рыбы, другой – хвостовой стебель.

У зрелой самки основная масса икры вытекает струей без сдавливания брюшка (рис. 40). Остаток икры сцеживают путем его легкого массирования. Икра должна стекать по краю емкости ровной струйкой. При падении даже с небольшой высоты (8 – 10 см) икринки обычно травмируются и погибают. Нельзя с силой выдавливать икру, так как это может привести к разрывам стромы яичника, травмировать внутренние органы самки и даже вызвать ее гибель. Сцеживание икры прекращают или вообще не производят, если она выходит комками или с кровью при довольно сильном нажатии на брюшко. Собирают икру в эмалированные или пластмассовые тазы с гладкой поверхностью, так как при шероховатости их дна и стенок неоплодотворенные икринки легко повреждаются. Алюминиевую посуду применять не рекомендуется в связи с тем, что в холодную погоду икринки быстро примерзают к ее стенкам и гибнут. Лучше отцеживать икру на марлевую салфетку, натянутую на некотором расстоянии от дна емкости, что позволяет удалить лишнюю полостную жидкость, попадающую вместе с половыми продуктами.

В одну емкость обычно сцеживают икру от 5 – 6 самок, но не более 3 л. После этого ее осторожно переносят в другую емкость и осеменяют. При правильной технологии сбора икра не теряет способности к оплодотворению в течение 40 – 45 минут.

При сборе икры нужно вести наблюдение за ее качеством. Икра хорошего качества – более или менее одинакова по диаметру, ровного однородного цвета. Отбраковывается икра, в которой обнаруживается много набухших икринок с затвердевшей оболочкой, икринок с крупными жировыми каплями или побелевших. Неполюценной также является икра, выделяемая с большим количеством водянистой полостной жидкости и значительными кровоизлияниями. Нельзя использовать икру, полученную от самок с усилиями. Такая икра еще не дозрела и не пригодна для инкубации.



Рисунок 40 – Отцеживание икры у самки

Полученную икру взвешивают и ставят в прохладное место, накрыв влажным полотенцем. В рабочий журнал заносят сведения о самке, количество полученной от нее икры и номер посуды.

*Получение спермы.* Сперму от самцов получают способом сцеживания, который применяется для всех видов рыб (рис. 41). Самца держат над посудой и рукой массируют его брюшко по направлению от брюшных плавников к анальному плавнику.

Нельзя сильно нажимать на брюшко впереди брюшных плавников, чтобы не повредить семенники и не сделать вторую порцию спермы непригодной для оплодотворения. Зрелая сперма вытекает свободной струйкой. При отборе спермы в нее не должны попадать вода, кровь, моча, слизь или содержимое кишечника, так как при этом спермии быстро теряют фертильность. Сперму прекращают отцеживать при появлении первых сгустков.

Качество спермы определяют, просматривая её под микроскопом. На предметное стекло помещают небольшую каплю молока, а рядом с ней большую каплю воды. Наблюдая в микроскоп при малом увеличении, соединяют каплю воды с молоками, используя для этого препаровальную иглу.



Рисунок 41 – Получение молок у самца

Попав в воду, сперматозоиды становятся подвижными и быстро распространяются в капле воды. В зависимости от характера движения спермиев сперму относят к одному из 5 классов:

- 5 класс – все спермии подвижны и движение их поступательное;
- 4 класс – все спермии подвижны, но небольшая часть их совершает колебательные движения;
- 3 класс – все спермии подвижны, но большая часть их совершает колебательные движения;
- 2 класс – основная часть спермиев подвижна, но движение их преимущественно колебательное;
- 1 класс – большая часть спермиев неподвижна.

Сперма, в которой поступательное движение наблюдается только у небольшой части сперматозоидов, а основная масса их совершает только колебательные движения или остается неподвижной, непригодна для оплодотворения. Такая сперма обычно имеет жидкий водянистый вид снятого молока. Сперма хорошего качества, отнесенная к 4 и 5 классу, по внешнему виду и консистенции напоминает сливки. Самцов со спермой хорошего качества можно использовать вторично через 10 суток.

Сперму у самцов лучше отцеживать на 0,5 – 1 ч раньше предполагаемого времени получения икры. От каждого самца сперму сцеживают в отдельный стеклянный бюкс или пробирку. Каждая пробирка должна

иметь свой номер, который заносят в рабочий журнал вместе со сведениями о самце. Их закрывают марлевыми тампонами и хранят в холодильнике или термосе при температуре около 4 – 6 °С. При такой температуре сперма практически не теряет свою активность в течение нескольких часов. Сбор молок от нескольких самцов в общую посуду недопустим.

После получения половых продуктов производителей выдерживают в течение 3 – 4 ч при повышенной (в 1,5 – 2 раза) проточности, в течение которых выравнивают температуру воды в бассейне до температуры воды в прудах, после чего рыб отправляют на нагул.

### **7. Осеменение икры**

После получения зрелых половых продуктов и определения их качества приступают к осеменению икры. Осеменение – это сближение спермиев с икринками и их соприкосновение.

От способа осеменения в значительной степени зависит эффективность оплодотворения. Оплодотворение – это проникновение сперматозоида внутрь икринки с дальнейшим слиянием генетической информации и формированием диплоидной зиготы.

Осеменение икры проводят в эмалированных или полиэтиленовых тазах.

Отцеженную у самок икру осеменяют смесью молок от 4 – 5 самцов. Использование смеси молок позволяет избежать низкого процента оплодотворения икры в случае плохого качества спермы отдельных самцов. Смешивать икру от разных самок не рекомендуется. При осеменении на 1 кг икры используют 5 – 7 мл спермы. Во время осеменения икры температура воды должна соответствовать температуре, при которой содержались производители.

Существует несколько способов осеменения икры: сухой, полусухой и мокрый.

*Сухой способ* заключается в предварительном смешивании икры и спермы без воды (рис. 42). В таз с икрой добавляют необходимое количество смеси молок от нескольких самцов и тщательно перемешивают гусиными перьями. Затем приливают 300 – 400 мл прудовой воды и продолжают перемешивать еще в течение 1 – 2 мин, после чего добавляют обесклеивающий раствор.



Рисунок 42 – Сухой способ осеменения икры

*Полусухой способ* предусматривает предварительное разведение спермы водой, после чего она смешивается в емкости с икрой. Смесь молока от нескольких самцов в количестве, необходимом для одной порции икры, выливают в емкость с 400 – 500 мл прудовой воды и после перемешивания гусиным пером приливают к икре.

*Мокрый способ* – это процесс, при котором для осеменения в емкость с икрой добавляют воду, а затем вносят сперму.

Оплодотворение происходит в течение 2 – 3 минут после осеменения.

### **8. Обесклеивание икры**

Подготовка оплодотворенной икры к инкубации включает в себя ее обесклеивание (при необходимости) и профилактическую обработку с целью предупреждения грибковых заболеваний.

Особенностью икры многих рыб является ее клейкость, которая проявляется при попадании икры в воду. Выработанная в процессе длительной эволюции клейкость имеет, вероятно, одно приспособительное значение – обеспечивает при естественном нересте рыб прикрепление икры к растительному субстрату.

При искусственном воспроизводстве икры, ее сразу после осеменения обесклеивают. В качестве обесклеивающего вещества используют мел, тальк, обезжиренное молоко, ил, картофельный крахмал или расти-

тельное масло.

Обесклеивание проводят вручную, в тазах, перемешивая икру с суспензией из взвешенных частиц птичьим пером до полного обесклеивания. Обычно на это затрачивают 40 – 60 мин.

Также обесклеивание икры проводят в аппаратах Вейса и других специальных аппаратах для обесклеивания икры. Для обесклеивания икры в аппарат Вейса наливают обесклеивающий раствор, подают сжатый воздух и загружают икру (на 8 л раствора 0,8 – 1 кг икры). Воздух подают с таким расчетом, чтобы икра интенсивно перемешивалась. По мере набухания икры добавляют обесклеивающий препарат. Через 35 – 40 мин пробу икры проверяют на клейкость, поместив в чашку Петри с чистой водой. Если по истечении 5 мин икринки не приклеились к стеклу, обесклеивание считается законченным. В противном случае процесс продолжают.

После завершения процесса обесклеивания икру переводят в инкубационные аппараты.

## **9. Инкубация икры**

Инкубацию икры заводским методом проводят в инкубационных аппаратах различных конструкций.

Инкубация икры может проводиться двумя способами (с обесклеиванием икры; без обесклеивания икры). Наиболее распространена инкубация обесклеенной икры во взвешенном состоянии.

Обесклеенную икру инкубируют также в аппаратах Вейса (рис. 43).

Перед загрузкой икры в аппарате Вейса устанавливают слабую проточность воды (0,5 л/мин). Затем сифоном отбирают три четверти воды из аппарата, не прекращая проточности, переливают икру из таза, где она обесклеивалась. Если обесклеивание икры проводилось в том же аппарате, то после завершения обесклеивания икры подачу воздуха прекращают и в аппарат подают воду.

В каждый аппарат закладывают в среднем 500 тыс. оплодотворенных икринок – примерно 500 г.

После закладки оплодотворенной икры поступление воды в аппарат осторожно увеличивают до 4 – 8 л/мин, чтобы вся масса икры перемешивалась медленно, но безостановочно – даже кратковременное прекращение проточности или местные застои икры в аппарате могут привести к ее массовой гибели из-за удушья.



Рисунок 43 – Инкубация икры в аппаратах Вейса

Икру от каждой самки следует загружать в отдельный аппарат. Со вторых суток инкубации неоплодотворенные и погибшие икринки появляются над слоем живой развивающейся икры. Мертвую икру регулярно собирают сифоном. Продолжительность инкубации икры зависит от температуры воды.

Продолжительность развития оплодотворенной икры, прежде всего, зависит от температурных условий. Для полного развития икры и выклева личинок необходимы определенные суммы тепла. Оптимальная температура для развития эмбрионов составляет 20 – 22 °С.

Продолжительность развития икры (сут) при разных температурах:

Температура воды, °С	Продолжительность развития, сут.
22.....	.....2,5 – 3
20.....	.....3,5 – 4
19.....	.....4,5 – 5
17.....	..... 7 – 7,5
ниже 16.....	.....более 8

### 10. Проведение выклева предличинок

Выклев эмбрионов проходит в инкубационных аппаратах. После того как отмечено появление первых эмбрионов, нужно на несколько минут резко уменьшить расход воды. Это способствует интенсивному вы-

клеву предличинок, который заканчивается через 20 – 40 мин. Ускорение выклева при резком уменьшении проточности связано с накоплением в воде фермента вылупления, который вызывает ослабление оболочек икры. Если выклев не произошел, указанный прием повторяют через 20 – 30 мин. Для ускорения вылупления можно слегка (на 1 – 2 °С) повысить температуру воды в инкубационном аппарате.

Выклюнувшиеся предличинки длиной 5 – 6 мм имеют желточный мешок, который рассасывается через 8 – 10 дней (рис. 44).

Спустя 1 – 2 дня после выклева предличинки становятся подвижными. После выклева нельзя держать предличинки в аппаратах, так как они образуют плотные скопления и быстро погибают. Поэтому сразу после выклева предличинки переносят в заранее подготовленные лотки, садки или в аппараты, предназначенные для их выдерживания.



Рисунок 44 – Выклюнувшиеся предличинки

### **11. Выдерживание предличинок до перехода на внешнее питание**

Выдерживание предличинок до перехода на внешнее питание проводят в эмалированных ваннах, пластиковых лотках или в сетчатых садках, установленных в специальные бассейны. Период выдерживания предличинок в значительной степени определяется рыбоводом, который в качестве регулятора использует температуру воды.

Окончание стадии покоя у предличинок связано с рассасыванием желточного мешка и наполнением плавательного пузыря воздухом и

переходом на активное питание вначале мелкими формами зоопланктона, а затем более крупными. После этого их называют уже личинками.

Скорость этих процессов находится в прямой зависимости от температуры воды. Так, при 22 °С предличинки начинают активно питаться через двое суток, а при 20 °С через трое суток.

Обычно личинок карпа выдерживают трое суток и затем высаживают в пруды. Однако обстоятельства могут сложиться так (особенно при раннем получении личинок и неустойчивой погодой), что высадка личинок через трое суток нежелательна. В этом случае, повышая или снижая температуру воды в емкостях, ускоряют или задерживают высадку личинок.

## **12. Перевод личинок на подращивание**

После перехода личинок на активное питание их переводят на подращивание.

Существует два способа подращивания личинок:

- 1) прудовой;
- 2) индустриальный.

### **Прудовой способ**

При первом способе личинок с заполненным плавательным пузырем высаживают в мальковые пруды. Личинок с заполненным плавательным пузырем высаживают в пруды в течение суток, по возможности в безветренную погоду при температуре воды не ниже 10 °С. Перед высадкой личинок, в емкостях постепенно доводят температуру воды на 1 – 2 °С ниже температуры воды в прудах. Это мероприятие позволяет личинкам быстрее адаптироваться к условиям пруда.

При близких перевозках применяют полиэтиленовые пакеты с водой, заполненные на 2/3 кислородом, плотность посадки при этом составляет 200 – 300 тыс. экз. на пакет.

При длительных перевозках пользуются живорыбными машинами с компрессором или отправляют самолетами в полиэтиленовых пакетах с водой и кислородом.

При выпуске личинок в пруды необходимо, чтобы температура воды в перевозочной таре и в пруду не различалась более чем на 2 °С.

Молодь рыб рекомендуется размещать в защищенных от ветра и волнобоя участках пруда. Перешедших на внешнее питание личинок высаживают в пруды, залитые не ранее чем за 3 – 5 дней до посадки.

Личинки, предназначенные для каждого пруда, должны быть приблизительно одного возраста.

### **Индустриальный способ**

При индустриальном способе (заводском способе) подращивание проводят в лотках, бассейнах и силосах (рис 45).

Заводской метод подращивания предусматривает контроль и регулирование условий содержания рыбы. В этом его преимущество перед прудовым методом.



Рисунок 45 – Подращивание личинок в лотках

### **Задание:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.
2. Нарисовать схему получения личинок рыб заводским способом.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие две технологии получения потомства у рыб вам известны?
2. Какие недостатки имеет естественный нерест рыб в прудах?
3. Какие технологические приёмы положены в основу заводского метода разведения рыб?

4. Какие преимущества имеет заводской способ разведения карпа?
5. Перечислите основные этапы технологического процесса получения личинок рыб заводским методом.
6. Чем должен быть оснащён инкубационный цех?
7. Как устроен и действует аппарат Вейса?
8. Как можно ускорить процесс созревания половых продуктов у производителей?
9. Как готовят гипофизы для инъекций рыбам?
10. Как инъецируют гипофизы рыбам?

### **Занятие 9. Подращивание молоди, выращивание сеголеток в выростных прудах.**

#### **Расчеты посадки рыб в пруды, контроль за их выращиванием**

**Цель занятия:** ознакомиться с методами подращивания молоди и расчетами посадки молоди в пруды.

#### **Общие положения**

Внедрение заводского метода воспроизводства обусловило необходимость введения в технологический процесс следующего звена - подращивания личинок до жизнестойких стадий. Посадка в выростные пруды личинок, только что перешедших на активное питание без предварительного их подращивания, дает неустойчивые и часто плохие результаты.

Существует два способа подращивания личинок:

1. подращивание личинок рыб в прудах;
2. подращивание личинок рыб в заводских условиях.

#### **Подращивание личинок рыб в прудах**

Подращивание личинок производится в мальковых прудах площадью 0,5 – 1,0 га, иногда в нерестовых площадью 0,05 – 0,1 га. В случае отсутствия мальковых прудов личинок могут пересаживать прямо в выростные пруды.

Пруды должны быть подготовлены заранее. Главное требование к таким прудам – тщательная планировка ложа, обеспечивающая свободный спуск воды со всех участков пруда. Небольшие размеры пруда позволя-

ют управлять гидрохимическим и гидробиологическим режимами.

Важным условием успешного подращивания личинок является хорошее развитие зоопланктона, что обеспечивается внесением в пруды таких органических удобрений, как навоз, компост, подвяленная растительность. Их вносят по сухому ложу пруда, равномерно распределяют и запахивают дисковой бороной. Ранней весной по ложу прудов сеют злаковые и бобовые культуры, необходимые для развития бактерий, а на их базе зоопланктона. Через 30 – 40 дней после посева их заливают водой. Для предотвращения попадания вместе с водой хищных видов беспозвоночных, отрицательно воздействующих на экосистему пруда, заливают пруды водой только через мельничный газ (мельничный газ – синтетическая ткань с мелкими ячейками) за 3 – 5 суток до посадки личинок. В прудах перед посадкой личинок должно быть достаточное количество зоопланктона. Плотность посадки личинок карпа на подращивание для различных климатических зон колеблется от 1 до 5 млн./га.

Длительность подращивания молоди зависит от температуры воды. При +20 °С это обычно 28 – 30 дней, при +25 °С 14 – 16 дней. За это время личинки превращаются в мальков массой около 0,5 – 1 г.

Сформировавшихся и окрепших мальков вылавливают из мальковых прудов и пересаживают в предварительно хорошо устроенные и подготовленные выростные пруды.

Облов мальковых прудов проводят с помощью рыбоуловителя, устанавливаемого за донным водоспуском. Одновременно с выловом мальков из прудов производится их подсчет, который осуществляется объемным и эталонным способами.

Для эталонного способа необходимо иметь несколько тазов или кюветов, в один из которых отсчитывают определенное количество мальков (от 500 до 1000 штук). Этим тазом пользуются как эталоном. В других тазах, набранную концентрацию мальков, сравнивают с эталоном. Общее количество тазов, которыми был промерен вылов мальков, умноженное на 500 (1000), показывает общее количество выловленных мальков.

Для подсчета объемным способом используют небольшие мерные стаканчики с сетчатым дном или специальные калибровочные сосуды. В каждой десятой пробе подсчитывают число рыб.

При соблюдении технологии подращивания и облова выход личинок составляет не менее 50 %.

### **Подращивание личинок рыб в заводских условиях**

Для заводского подращивания личинок чаще используют прямооточные лотки из стеклопластика размером 4,5×0,7×0,5 м. Более удобны в эксплуатации бассейны (рис. 46). Они компактны. Для их установки требуется меньшая площадь. Подача воды в них осуществляется снизу с помощью четырех изогнутых трубок, что создает круговой ток воды снизу вверх. При этом вносимые корма не оседают на дно, а находятся в толще воды. Сброс воды происходит через сетку, установленную в верхней части бассейна. В нижней части бассейна имеется дополнительная трубка для сброса накапливающихся в воде взвесей.



Рисунок 46 – Лотки и бассейны для подращивания молоди

Отрицательное влияние на рост и развитие личинок оказывает накопление в воде продуктов обмена и остатков кормов, которые необходимо удалять. Для поддержания благоприятного кислородного режима необходимо усилить проточность. Величина расхода воды зависит от плотности посадки личинок и составляет примерно 12 м<sup>3</sup>/ч на 1 млн. личинок. Плотность посадки определяется планируемой длительностью подращивания личинок, их конечной массой, типом емкости, в которой проводится подращивание личинок, вида и количества корма и др.

Одним из важных факторов, от которого в значительной степени зависит успех заводского подращивания личинок, является обеспечение их полноценной пищей. Имеются различные подходы к решению этой проблемы. Один из них – отлов зоопланктона из соседних водоемов. Однако этот метод весьма ненадежен. Он не соответствует технологии заводского воспроизводства и ставит его в зависимость от погодных и других условий. Кроме того, отловленный зоопланктон по видовому составу не всегда удовлетворяет потребностям личинок, особенно на ранних этапах развития.

Другой способ обеспечения личинок пищей заключается в культивировании различных форм пресноводных беспозвоночных.

Важным направлением является разработка рецептов искусственных кормов, полностью или частично заменяющих живые корма. Разработано много рецептов комбикормов, которые могут использоваться для кормления личинок рыб с добавлением живых кормов. Такие стартовые комбикорма, как Эквизо-1, РК-Г, используют с первых дней питания личинок. Наилучшие результаты получают при сочетании живых и искусственных кормов.

В ходе подращивания личинки предъявляют определенные требования к условиям среды. Важным фактором на этапе подращивания является световой режим. Колебания интенсивности освещения (100 – 1000 лк) и монохроматического освещения по схеме «желтый – голубой» ускоряют рост и повышают выживаемость личинок. Чередование света и темноты и особенно полная темнота приводят к снижению массы и выживаемости личинок. Оптимальный температурный режим при подращивании личинок карпа составляет 26 – 30 °С.

### **Выращивание сеголеток**

Выращивание сеголеток проводят в выростных прудах. Основной задачей при выращивании молоди в выростных прудах является получение сеголеток стандартной массы и упитанности, обеспечивающей благоприятный исход зимовки и хороший прирост на второе лето.

Успех выращивания зависит от качества мальков, качества подготовки выростных прудов и от принятой технологии выращивания. Подготовку выростных прудов начинают осенью, сразу после окончания облова. После облова расчищают рыбосборные канавы, пруды известкуют негашеной известью из расчета 200 – 500 кг/га. Зимой на ложе

прудов вносят навоз от 1 до 5 т на 1 га. Весной расчищают и углубляют осушительную сеть, удаляют сухую растительность.

Пруды начинают заливать водой через фильтр из мельничного газа за 5 – 7 дней до посадки туда личинок или мальков. Начинать зарыблять выростные пруды можно, когда глубина воды в прудах достигнет 30 – 40 см. Перед выпуском молоди необходимо уравнять температуру воды в транспортной емкости с температурой воды в прудах.

Количество мальков, высаживаемых в выростные пруды, определяется площадью пруда и его планируемой продуктивностью, конечной массой сеголетков и отходом за период выращивания.

Плотность посадки мальков в выростные пруды определяется их естественной кормовой базой. Необоснованное увеличение плотности посадки в выростные пруды приводит, как правило, к выращиванию посадочного материала низкого качества, что ведет к большим отходам в зимний период и плохому росту рыбы на втором году выращивания.

Расчет посадки мальков в выростные пруды можно проводить по следующей формуле:

$$A = \frac{(\Gamma \times \Pi \times 100)}{(B \times p)},$$

где А – величина посадки мальков, шт.;

Г – площадь пруда, га;

П – продуктивность пруда, кг/га;

В – средняя масса сеголетков, кг;

р – выход сеголетков из пруда, %.

При кормлении рыбы плотность посадки увеличивают с учетом количества имеющегося корма и качества.

За ростом сеголетков в течение вегетационного периода наблюдают путем контрольного лова, производимого в каждую декаду.

Для получения достоверных данных, характеризующих действительное состояние выращиваемой рыбы, лов проводят на разных участках пруда, отлавливая 200 – 300 шт. молоди (0,2 % общего количества рыбы в пруду). Отловленную рыбу взвешивают, определяют ее физиологическое состояние, наличие заболеваний, исследуют характер питания, для чего просматривают содержимое пищевого комка у 10 – 15 особей. Установленную контрольным ловом среднюю массу сравнивают с плановой. Если рыба отстает в росте, то выясняют причины, которые могут

быть различными: низкая температура воды, ухудшение гидрохимического режима, слабое развитие естественной кормовой базы и нарушение оптимального соотношения естественных и искусственных кормов в рационе, неправильно организованное кормление рыбы и наличие в пруду конкурентов в питании и болезни рыбы.

При выращивании сеголетков необходимо добиваться, чтобы рыба имела не только стандартную массу, но и хорошую упитанность. Упитанность характеризуется содержанием в теле рыбы белка и жира.

Часто для оценки качества выращенных сеголетков используют расчетный показатель – коэффициент упитанности, который определяют на основании индивидуальных измерений и взвешиваний рыбы. Он рассчитывается как отношение массы рыбы к ее длине по формуле:

$$K = \frac{M \times 100}{l^3},$$

где К – коэффициент упитанности;

М – масса рыбы, г;

l<sup>3</sup> – длина рыбы (до конца чешуйчатого покрова), см.

Нормативная масса сеголетков осенью должна составлять не менее 25 – 39 г/экз, а коэффициент упитанности 2,7 – 2,9.

Определение упитанности молоди проводят дважды. Первый раз в августе – на этот период упитанность должна быть равна 2,1 – 2,3. Второе определение проводят перед посадкой сеголетков на зимовку. Коэффициент упитанности в этот период в зависимости от массы сеголетков и зоны рыбоводства принимают для молоди массой более 30 г равным 2,7 – 2,9.

Если в пруду отмечается высокий темп роста, значительно превышающий плановый, то это должно насторожить рыбовода. Возможно, он связан с отходом молоди в момент зарыбления или первые дни выращивания, заболеванием рыбы и ее гибелью, а также наличием в пруду хищной рыбы.

Наряду с контролем за ростом сеголетков необходимо вести постоянные наблюдения за условиями выращивания рыбы. Эти наблюдения включают регулярные взятие и анализ проб на гидрохимический режим, в первую очередь на кислород, углекислоту (диоксид углерода) и рН, а также проб, характеризующих состояние естественной кормовой базы

(фитопланктон, зоопланктон, бентос). Пробы воды на химический анализ и гидробиологические пробы берут в дни контрольного лова. На основании анализа полученных данных, позволяющих судить об условиях содержания рыбы, принимают соответствующие меры. Правильно поставленный контроль за выращиванием рыбы позволяет оперативно решать вопросы, связанные с получением сеголетков высокого качества.

Облов выростных прудов обычно проводят в октябре. Подсчет сеголетков ведут объемно-весовым методом, подсчитывая их количество в каждом десятом ведре и количество ведер. Из рыбоуловителя выростных прудов сеголетков перевозят в зимовальные пруды.

### **Пример расчета плотности посадки мальков в выростные пруды**

Выростной пруд площадью 10 га имеет естественную продуктивность 250 кг/га. Предполагается использовать удобрение пруда и кормление рыбы. Общая рыбопродуктивность при использовании этих методов интенсификации достигнет 1500 кг/га. Нормативная масса сеголетков 30 г, выход сеголетков 70 %.

Определить потребное количество мальков для зарыбления пруда.

$$A = \frac{(10 \times 1500 \times 100):}{(0,03 \times 70)} = 714285 \text{ шт. или } 71,4 \text{ тыс. шт./га.}$$

### **Задание:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.

2. Рассчитать величину посадки мальков в выростные пруды и упитанность сеголетков в августе и перед посадкой в зимовальные пруды в рыбноводном хозяйстве, расположенном в Московской области. В хозяйстве имеется выростной пруд площадью 12 га, естественная рыбопродуктивность пруда составляет 230 кг/га. Для выращивания сеголетков планируется применять методы интенсификации, удобрение пруда и искусственное кормление рыбы, в результате чего общая рыбопродуктивность достигнет 1700 кг/га. Нормативная масса сеголетков 30 грамма, выход 75 %. В августе сеголетки имели массу 27 г и длину тела 10 см, масса сеголетков перед посадкой на зимовку составляла 35 г, длина тела 11 см.

## Контрольные вопросы

1. Что такое подращивание личинок?
2. Какие существуют способы подращивания личинок?
3. В каких прудах можно подращивать личинок?
4. Как готовят пруды для подращивания личинок?
5. Какова продолжительность подращивания личинок?
6. Как проводится заводской способ подращивания личинок?
7. Как проводится выращивание сеголеток?
8. Как проводится контроль за выращиванием сеголеток?
9. Как проводится расчет плотности посадки и упитанности мальков в выростные пруды?
10. Как проводится облов сеголеток?
- 11.

### Занятие 10. Расчеты по проведению зимовки рыбы в прудах и комплексах

**Цель работы:** ознакомиться с технологическими процессами и методами зимовки карпа. Освоить расчеты зимовки рыбы в зимовальных прудах и комплексах.

#### Общие положения

Зимовка рыбы – наиболее сложный биотехнический процесс в рыбоводстве.

В настоящее время в рыбоводстве применяются два основных метода зимовки карпа: зимовка в зимовальных прудах и зимовка в зимовальных комплексах. В южных районах возможно проведение зимовки в выростных или нагульных прудах.

На эффективность процесса зимовки оказывают влияние абиотические и биотические факторы.

#### К абиотическим факторам относятся:

- содержание растворенного в воде кислорода;
- температура воды;
- содержание в воде углекислого газа;
- наличие в воде солей тяжелых металлов и веществ, применяемых в сельском хозяйстве (пестициды, гербициды).

Один из основных абиотических факторов внешней среды, от которого зависит благоприятная зимовка – это оптимальный термический режим пруда. Оптимальная температура воды в зимовальных прудах равняется 1 – 2 °С. Превышение или понижение ее отрицательно действует на карпа. Так, при 0,1 – 0,2 °С у рыбы возникают простудные заболевания. Если же температура воды превышает оптимальную в 2 – 3 раза, то это вызывает повышенный обмен веществ у рыбы, приводящий к ее истощению и гибели.

Не менее важный фактор – содержание в воде кислорода. При снижении его в зимовальных прудах до 3 мг/л карпы начинают беспокоиться, поднимаются в верхние слои воды, в результате чего переохлаждаются и погибают от простудных заболеваний. Желательно, чтобы количество растворенного в воде кислорода было не ниже 5 мг/л. Такой уровень можно поддержать или с помощью определенной проточности воды в пруду, или путем пропускания через воду воздуха, нагнетаемого компрессорами.

Большая концентрация свободной углекислоты (свыше 30 мг/л) оказывает отрицательное действие на жизнедеятельность карпа. Углекислота накапливается в воде за счет разрушения органических веществ, содержащихся в пруду, а также за счет углекислого газа, выделяемого при дыхании гидробионтов. При загрязнении прудов органическими соединениями, содержащими белок, и недостаточной концентрации кислорода в придонных слоях воды происходят анаэробные процессы распада органики с выделением сероводорода, метана и других газов. Эти газы даже в небольших количествах вызывают отравление рыбы, а метан и сероводород к тому же при окислении «съедают» большое количество кислорода, особенно в придонных слоях, где находится зимующая рыба.

**К биотическим факторам относятся:**

- размер и масса рыбы (крупная рыба легче переносит зимовку);
- упитанность и физиологическое состояние организма рыбы;
- вид и порода рыбы;
- наличие чешуйчатого покрова;
- возраст родителей (лучший возраст родителей 6 – 8 лет);
- аутбредное и инбредное поголовье;
- резистентность к заболеваниям.

В условиях средней полосы России сеголетки карпа, имеющие чешуйчатый покров, более устойчивы, чем зеркальные и голые.

Существенное влияние на зимостойкость сеголетков оказывает качество родителей. Молодь, полученная от старых родителей (старше 12 лет), отличается пониженной резистентностью к различным заболеваниям, что обуславливает высокий отход зимой.

Сеголетки карпа инбредного происхождения по показателям зимовки уступают аутбредному: в частности, они характеризуются пониженной сопротивляемостью к заразным заболеваниям.

Большое значение имеют масса и жирность рыбы. Практика показывает, что чем больше масса сеголетков, тем выше их зимостойкость. Мелкие особи на поддержание энергетического обмена тратят значительно больше резервных питательных веществ в расчете на единицу массы тела и поэтому во время длительной зимовки сильно истощаются и гибнут чаще, чем крупные особи.

При совместной зимовке в пруду разных по массе групп наблюдается более высокий, чем при отдельной зимовке, расход резервного жира и, соответственно, более низкий выход из зимовки. Это объясняется тем, что мелкие особи, быстрее истощаясь, становятся активнее и выводят из состояния покоя более крупных рыб, заставляя их передвигаться по пруду, что ведет к усиленному обмену веществ, а в итоге и к повышенному отходу.

Полную гибель посадочного материала в зимовальных прудах иногда вызывают инфекционные заболевания. Сеголетки, переболевшие в период летнего выращивания костииозом, хилдонеллезом, триходиниозами, ихтиофтириозом и другими паразитарными болезнями, остаются паразитоносителями, что обуславливает возможность вспышки заболеваний в зимовальных прудах, где рыба содержится при высокой плотности посадки. Это также является причиной большого отхода сеголетков.

Перед посадкой рыбы на зимовку проводят оценку физиологического состояния организма по следующим показателям: массе рыбы, коэффициенту упитанности, химическому составу тела. Кроме того, важное значение для оценки физиологического состояния имеют особенности поведения рыбы, состояние органов и систем организма (внешний вид, кожные покровы, окраска, состояние жабр, печени, мышечной и жировой тканей).

Согласно нормативам сеголетки должны иметь массу 25 – 30 г. Однако в условиях рыбоводных хозяйств в результате влияния различных факторов среды и выращивания в условиях уплотненных посадок, кормления искусственными кормами обнаруживается высокая степень разнокачественности сеголетков по массе, размерам, упитанности и другим показателям. Выживаемость в ходе зимовки различных размерно-весовых групп сеголетков существенно отличается.

Так, выход от посадки на зимовку сеголетков массой до 10 г составляет 40 – 55 %, 10 – 20 г – 70 – 85 %, более 20 г – 80 – 90 %.

### **Зимовка в зимовальных прудах**

Наиболее распространена зимовка молоди в зимовальных прудах. Результаты зимовки сеголеток их сохранность и физиологическое состояние во многом зависит от подготовки зимовальных прудов. Зимовальные пруды следует готовить с весны сразу после их облова. Комплекс подготовительных мероприятий должен обеспечить максимальное разложение органических накоплений в грунте и хорошее состояние пруда. Дезинфекцию проводят сразу после спуска зимовальных прудов, по влажному ложу, негашеной или хлорной известью из расчета 25 и 5 ц/га соответственно.

Если в течение зимы отмечались заболевания и большой отход рыбы, то количество извести должно быть увеличено в два раза. Осенью, за 2 – 3 недели до наполнения водой зимовальные пруды вновь следует продезинфицировать: негашеной известью из расчета 2,5 – 3 т/га или хлорной из расчета 0,5 т/га. Если после заполнения прудов содержание свободного хлора в воде будет превышать 0,1 – 0,2 мг/л или рН среды окажется более 8,5 – 9,0, пруды следует промыть. Заводнение зимовальных прудов необходимо проводить за 10 – 15 суток до посадки сеголетков, для того чтобы в пруду установился стабильный гидрохимический режим.

Исход зимовки во многом определяется состоянием рыбы. Облов выростных прудов и пересадку сеголетков в зимовальные, следует завершить до установления отрицательной температуры воздуха. Даже кратковременное пребывание рыбы на морозе может вызвать обморожение жабр и кожных покровов, что способствует возникновению кожных и жаберных заболеваний, приводящих к массовой гибели рыб. Следует также принять меры по предотвращению травмирования сеголетков на

всех этапах пересадки. Плотность посадки сеголеток в зимовальных прудах составляет 500 – 800 тыс. шт., или 15 – 24 т/га. В малопроточных прудах количество зимующих рыб должно быть минимальным.

В непроточных прудах поступление кислорода из воздуха прекращается с наступлением ледостава. При использовании таких прудов для зимовки рыбы необходимо рассчитать допустимую плотность посадки, чтобы содержащегося в воде кислорода хватало на весь период зимовки.

Расчет количества сеголетков, которых можно посадить в данный пруд (А), производят по формуле:

$$A = \frac{Г * Н * (У - П)}{Т * К * Р},$$

где Г – площадь пруда, дм<sup>2</sup>;

Н – средняя глубина воды, дм;

У – содержание кислорода в воде в начале зимовки, мг/л;

П – допустимое содержание кислорода в воде, мг/л (для карпа оно равно 3 мг/л);

Т – время зимовки, ч;

К – потребление кислорода в расчете на 1 кг массы рыбы за 1 ч, мг/л;

Р – средняя масса рыбы, кг.

Зимнее содержание карпа и растительноядных рыб проводят раздельно, поскольку стайное движение толстолобиков вызывает у карпа беспокойство, что усиливает его истощение и приводит к снижению выживаемости.

Для предотвращения вспышек заболеваний рыбы необходимо проводить санитарно-профилактические мероприятия. Во избежание распространения инфекций при пересадке сеголетков из выростных прудов в зимовальные следует придерживаться правила: особи одного выростного пруда – в отдельный зимовальный.

С целью поддержания стабильного гидрологического и гидрохимического режимов в период зимовки проводят регулярный контроль. Нормальное содержание кислорода в воде пруда 5 – 8 мг/л. С целью недопущения снижения уровня содержания растворенного в воде кислорода осуществляют аэрацию, увеличивают проточность, осуществляют наблюдения за работой водоподающей сети.

Уровень водообмена рассчитывают исходя из массы зимующей рыбы. Считается, что на одну тонну рыбы в секунду должно подаваться 2 – 3 л воды. Рекомендуемый режим водообмена в прудах один раз в 15 – 20 суток.

В течение всего периода зимовки в прудах должны быть постоянные уровень воды и температурный режим. Проводят ежемесячный контроль за физиологическим состоянием сеголетков.

Разгрузку зимовалов и пересадку годовиков в нагульные пруды необходимо проводить при повышении температуры воды до 4 – 8 °С.

Задержка сеголетков в зимовальных прудах при постепенном повышении температуры до 6 °С приводит к их резкому истощению. При зимовке сеголетков низкой массы и упитанности или сеголетков, ослабленных заболеваниями, необходима ранняя разгрузка прудов. В этом случае вылов рыбы следует начинать до вскрытия льда. Ранняя разгрузка зимовальных прудов из под льда возможна и при установлении положительной температуры воздуха, когда вода в нагульных прудах у дна нагревается до 2 – 4 °С.

#### **Зимовка в зимовальных комплексах**

В хозяйствах, расположенных в I – III зонах рыбоводства, где зимовка рыб длительная и условия неблагоприятные, велики отходы сеголетков. В рыбопитомниках, выращивающих большое количество рыбопосадочного материала, целесообразно строить зимовальные комплексы.

Зимовальный комплекс состоит из утепленного, но неотопливаемого помещения, бетонных бассейнов с донным водовыпуском, водоисточника – артезианской скважины с глубинным насосом и системы отстойников с принудительной аэрацией воды, а также магистрального водопровода. Для механизации трудоемких процессов комплекс оборудуют специальными устройствами по загрузке и вылову молоди рыб из бассейнов. Подачу воды в бассейны из отстойников осуществляют принудительно. В зимовальных комплексах можно управлять процессом зимовки рыб путем регулирования параметров среды. В зимовальных комплексах многие процессы механизированы, в них можно быстро выловить рыбу из бассейна, осуществить его очистку и дезинфекцию.

Так как подземные водоисточники имеют температуру воды 4 – 8 °С и очень низкое содержание кислорода, то воду перед поступлением в бассейны следует охлаждать, пропуская через систему отстойников и

обогащая кислородом с помощью сжатого воздуха или технического кислорода.

В зимовальных бассейнах целесообразно создавать максимальные концентрации рыбы в единице объема воды. Плотность посадки рыбы составляет от 50 до 200 кг/м<sup>3</sup>, норма 150 кг/м<sup>3</sup>.

Высокая плотность посадки материала обеспечивается за счет подачи воздуха в бассейны и проточности воды (полный водообмен за 30 – 50 мин).

Расчет времени полного водообмена (Т, ч) следует определять по следующей формуле:

$$T = \frac{V(Y-P)}{P(K+B)},$$

где V – емкость бассейна, л;

У – содержание растворенного кислорода в поступающей воде, мг/л;

П – допустимое для рыбы содержание кислорода в воде, мг/л (для сеголетков карпа оно равно 3,0 мг/л);

Б – биологическое потребление кислорода, т. е. его расходование на за 1 ч на окисление различных, веществ, содержащихся в воде, мг/л;

Р – масса всей рыбы, посаженной в бассейн, кг;

К – потребление кислорода в расчете на 1 кг рыбы за 1 ч при данной температуре воды (потребление кислорода сеголетками карпа при температуре 1 °С равно 11 мг/кг в 1 ч, при 2 – 3°С – 13 мг/кг, при 4°С – 15 мг/кг, при 5 – 6 °С – 20 мг/кг),

При бассейновом содержании рыбы обязательны систематические наблюдения за состоянием рыбы и факторами внешней среды. Необходим ежедневный контроль за содержанием растворенного в воде кислорода, углекислотой, показателями окисляемости и рН среды в водоподводящей системе и в бассейнах. Во время зимовки сеголетков в бассейнах нужно осуществлять постоянный контроль за эпизоотическим состоянием рыбы и при необходимости проводить ее обработку. Годовиков вылавливают из бассейнов через рыбоуловитель. Освобожденные бассейны очищают от грязи, дезинфицируют 2 – 3 % раствором формалина и промывают водой.

При соблюдении технологического режима и хорошем качестве сеголетков карпа отход за время зимовки не превышает 10 %.

### **Задание:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.

2. Рассчитать плотность посадки сеголетков карпа в зимовальный пруд, в рыбоводном хозяйстве в Московской области, площадь пруда 2,5 га, глубина 3 метра. Хозяйство закупило осенью 400 тыс. сеголетков карпа средней массой 33 г. Пруды в условиях Московской области покрываются льдом, как правило, в первых числах ноября. Содержание кислорода в воде перед ледоставом – 12 мг/л. Длительность периода, в течение которого кислород в пруду будет расходоваться на дыхание рыб, равен 166 дням (с 1 ноября по 15 апреля). Температура у дна прудов в зимний период держится в среднем на уровне около 4 °С. При такой температуре сеголетки, во время дыхания, ежедневно потребляют 15 мг/л кислорода на 1 кг массы.

3. Рассчитать время полного водообмена в бассейне зимовального комплекса, где зимуют сеголетки карпа. Объем бассейна 1500 л, температура воды – 2 °С, содержание кислорода в поступающей воде – 13,5 мг/л. В бассейн посажено 65 тыс. сеголетков карпа средней массой 31 г, а их общая масса равна 1650 кг. Потребление кислорода за 1 ч в расчете на 1 кг массы рыбы при указанной температуре будет равно 11 мг. Биологическое потребление кислорода составляет 0,5 мг/л в 1 ч.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие факторы влияют на зимостойкость сеголетков рыбы?
2. Какие факторы относятся к абиотическим?
3. Какие факторы относятся к биотическим?
4. Как проходит зимовка рыбы в зимовальных прудах?
5. Как подготовливают зимовальные пруда к процессу зимовки?
6. Как рассчитывают плотность посадки сеголетков в зимовальных непроточных прудах?
7. Как проходит зимовка в зимовальных комплексах?
8. Что входит в состав зимовального комплекса?
9. Какие гидрохимические параметры необходимо контролировать в период зимовки в зимовальном комплексе?
10. Как рассчитывается, времени полного водообмена воды в зимовальном комплексе?

## Занятие 11. Расчет посадки рыб в нагульные пруды. Расчет рыб при выращивании в поликультуре

**Цель работы:** ознакомиться с методами расчета посадки рыбы в нагульные пруды и с методами расчета посадки рыбы при выращивании в поликультуре.

### Общие положения

В рыбоводном хозяйстве (при двухлетнем обороте) на нагул (выращивание товарной (столовой) рыбы в нагульных прудах) обычно оставляют годовиков (перезимовавших сеголетков) со стандартной массой 25 – 30 г. Из зимовальных прудов в нагульные их пересаживают ранней весной. Длительное содержание годовиков в зимовальных прудах при повышенной температуре может привести к их исхуданию и гибели. К тому же сокращается срок нагула рыбы. В южных районах рыбу иногда выпускают в нагульные пруды осенью. Этот метод позволяет сократить до минимума период зимнего голодания, так как в нагульных прудах рыба может питаться до поздней осени и с ранней весны.

Подготовка нагульных прудов к зарыблению заключается в том, что осенью их осушают и мелиорируют, а весной, во время паводка заливают до полной отметки. При заполнении нагульных прудов водой необходимо следить за тем, чтобы в них не попала сорная и, особенно, хищная рыба. Для этого на водоподающих каналах и входных водозаборных сооружениях устанавливают гравийные и другие фильтры.

Нормативная средняя масса двухлетков для разных зон колеблется от 350 до 500 г. Плотность посадки определяет выход рыбы с единицы площади пруда.

При расчете посадки рыбы в пруды следует учитывать особенности производственной базы прудового фонда, зональные особенности хозяйства, естественную рыбопродуктивность прудов, обеспеченность удобрениями и кормами. Учитывают также нормативные требования к массе товарной рыбы и проценту выхода двухлетков осенью, при облове прудов.

Расчет посадки проводится по формуле:

$$A = \frac{P \times S \times 100}{(m_k - m_n) \times P},$$

где  $A$  – количество рыб, необходимое для посадки в пруд, шт.;  
 $\Pi$  – естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га;  
 $S$  – площадь пруда, га;  
 $m_k$  – индивидуальная масса карпа к осени, кг;  
 $m_n$  – индивидуальная масса карпа перед посадкой, кг;  
 $P$  – выход карпа, % к посадке.

Выращивание товарной рыбы ведется в основном с применением искусственных кормов, что обеспечивает возможность получения высокой продуктивности прудов.

При выращивании товарного карпа с применением кормления расчет посадки обычно производят по формуле:

$$A = \frac{(\Pi + \frac{K}{a})100}{(B - b)p},$$

где  $A$  – число рыб, посаженных в пруд, шт.;  
 $\Gamma$  – площадь пруда, га;  
 $\Pi$  – естественная продуктивность пруда, кг/га;  
 $K$  – количество искусственных комбикормов, кг;  
 $a$  – кормовой коэффициент корма, кг/кг прироста;  
 $B$  – планируемая масса товарного карпа, кг;  
 $b$  – масса рыбы при посадке на нагул, кг;  
 $p$  – выход товарных двухлетков, %.

Рост рыб в нагульных прудах необходимо контролировать 2 – 3 раза в месяц путем проведения контрольного лова. Перед ловом, пока вода не взмучена, берут гидрохимические и гидробиологические пробы. Требования к проведению контрольного лова такие же, как и в случае выростных прудов.

Отловленную рыбу осматривают, определяют ее массу и размеры, исследуют содержимое кишечника. Если рост рыбы отстает от плановых показателей, то выясняют причины и принимают соответствующие меры. Облов нагульных прудов проводят обычно в сентябре – октябре, когда температура воды снижается, и прирост рыбы резко уменьшается.

При этом применяют рыбоуловители.

Всю выловленную из нагульных прудов рыбу взвешивают, устанавливают суммарный прирост за вегетационный период, среднюю индивидуальную массу. Затем определяют выход рыбы в процентах от посадки. Рыбу, не достигшую товарной массы, оставляют для дальнейшего выращивания на лето.

Выловом и реализацией товарной рыбы из нагульных прудов завершается производственный процесс в полносистемном хозяйстве с двухлетним оборотом.

### **Расчет рыб при выращивании в поликультуре**

Поликультура является одним из наиболее эффективных методов интенсификации. Для того чтобы наиболее полно использовать естественную кормовую базу и повысить продуктивность водоемов, в рыбоводстве применяют совместное выращивание различных видов рыб, различающихся по характеру питания – поликультуру. Это дает возможность увеличить выход продукции с единицы площади, за счет более полного использования естественных пищевых ресурсов пруда и расширить ассортимент товарной продукции, при относительно небольшом увеличении дополнительных затрат.

Традиционный объект прудового рыбоводства – карп. Карпы питаются в основном зообентосом, зоопланктоном и искусственными кормами. Карп не в состоянии эффективно использовать все имеющиеся ресурсы кормовой базы водоёма.

Наиболее часто совместно с карпом разводят серебристого карася, который в значительной степени питается зоопланктоном. Он потребляет также сине-зеленые водоросли, детрит и бентосные формы.

За счет посадки годовиков серебристого карася в нагульные карповые пруды рыбопродуктивность прудов увеличивается на 20 – 50 % по сравнению с рыбопродуктивностью при монокультуре карпа.

Серебристый карась относительно быстрорастущая рыба: за первый год он достигает 15 – 20 г, за второй 150 – 200 г, а караси-трехлетки имеют вес 350 – 400 г.

Совместно с карпом можно разводить линя. Повышение рыбопродуктивности в этом случае обеспечивается за счет использования карпом и линем различных биотипов: лень преимущественно использует биоценозы зарослей с заиленным дном, карп же предпочитает открытые

части пруда.

На втором году жизни лини достигают 80 – 120 г, отход составляет 2,5 – 5 % от посадки годовиков, а рыбопродуктивность за счет посадки линей-годовиков увеличивается примерно на 20 % без снижения индивидуального прироста карпа. На третьем году жизни средний вес линей составляет 200 – 300 г, отход 2 – 5 %, рыбопродуктивность повышается на 13 – 15 %.

Новым этапом в развитии поликультуры явилась успешная акклиматизация ряда новых ценных видов рыб (рыб дальневосточного комплекса) – буффало, веслоноса, канального сома, тилапии и прежде всего растительноядных рыб: белый и пестрый толстолобики, их гибриды и белый амур.

**Белый толстолобик** – микрофитофаг, питающийся микроскопическими водорослями – фитопланктоном. При недостатке его в водоеме поедает детрит, отмирающие органические вещества. Отфильтровывая последние, они одновременно очищают водоем, улучшают его гидрохимический режим и санитарное состояние. Белый толстолобик не вступает в прямую пищевую конкуренцию с другими видами рыб. Более того, совместное выращивание белого толстолобика с карпом, как правило, положительно влияет на оба вида: улучшается рост, возрастает продуктивность. Карп охотно поедает экскременты толстолобика, содержащие значительное количество питательных веществ.

**Пестрый толстолобик** – только частично растительноядная рыба. Основной его пищей является зоопланктон. В водоемах при нехватке зоопланктона нередко значительная доля пищи приходится на фитопланктон и детрит. Высокая потенция роста пестрого толстолобика обеспечивается при наличии в водоеме не менее 3 – 4 мг/л зоопланктона. Излишне плотная посадка пестрого толстолобика (более 500 – 700 шт./га ) может вызвать конкуренцию с карпом в потреблении зоопланктона и снижение интенсивности роста обоих видов.

Специфика питания толстолобиков определяется строением фильтрационного аппарата и размером кормовых организмов в планктоне водоемов. Белый толстолобик способен отфильтровывать мелкие формы фитопланктона, пестрый – зоопланктон и крупные водоросли. При отсутствии планктона и детрита белый и пестрый толстолобики могут переходить на преимущественное питание перифитоном (перифитон (от

др.-греч. – расти вокруг, обрастать) – экотопическая группировка гидробионтов (растений, животных, микроорганизмов), ведущих преимущественно прикрепленный образ жизни на разделе вода – твёрдые субстраты различного происхождения (камни, скалы, высшие водные растения, покровы животных, затопленный крупный мусор, сваи, днища судов и т.д.)). Таким образом, они обладают высокой пластичностью в выборе объектов питания.

**Белый амур** – питается высшей водной растительностью – макрофитами. Являясь прекрасным биологическим мелиоратором, он предотвращает зарастание водоемов.

**Черный амур** – может быть объектом поликультуры. При содержании в прудах он питается моллюсками и другими бентическими организмами. В поликультуре, но прежде всего биологический мелиоратор, уничтожающий промежуточных хозяев некоторых паразитов. В южных районах, в водоемах со значительным развитием моллюсков, черный амур может обеспечить повышение рыбопродуктивности.

**Буффало** – представляет определенный интерес как объект поликультуры. Эти рыбы имеют высокую пищевую пластичность и легко переходят на питание замещающими кормами. Поликультуру, в которой ведущими объектами будут буффало и белый толстолобик, можно применять в хозяйствах, неблагополучных по краснухе, где необходимо снизить плотность посадки карпа или вообще исключить его из числа объектов выращивания.

**Канальный сом** – может быть рекомендован как вариант поликультуры, для совместного выращивания с белым толстолобиком и большеротым буффало для передовых хозяйств южных районов, а также для водоемов-охладителей. Рыбопродуктивность за счет канального сома составит 2,5 – 3 т/га, белого толстолобика 0,5 – 1т/га, большеротого буффало 0,3 – 0,5 т/га.

Расчет посадки рыб в поликультуре проводится по формуле:

$$A = \frac{P \times S \times 100}{(mk - mn) \times P'}$$

где А – количество рыб, необходимое для посадки в пруд, шт.;

П – естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га;

S – площадь пруда, га;

$m_k$  – индивидуальная масса карпа к осени, кг;

$m_n$  – индивидуальная масса карпа перед посадкой, кг;

$P$  – выход карпа, % к посадке.

### **Задания:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.

2. Необходимо рассчитать количество годовиков карпа (без кормления и с применением кормления), которых необходимо посадить в нагульный пруд площадью 65 га. Естественная рыбопродуктивность пруда 200 кг/га. Хозяйство располагает 312 т комбикорма (кормовой коэффициент = 3). Планируемая масса товарного карпа 500 г, масса годовика 35 г. Выход рыбы 87 %.

3. Определить потребное количество годовиков карпа, белого амура, белого толстолобика для совместного выращивания. Площадь нагульного пруда в хозяйстве, составляет 250 га. Общая планируемая рыбопродуктивность пруда 2000 кг/га, в том числе по карпу 1300 кг, белому толстолобику 600 кг и белому амуру 100 кг. Выход рыбы из нагульного пруда 85%. Средняя масса товарных двухлетков, г.: карпа 550, белого толстолобика 600, белого амура 500. Средняя масса годовиков выращиваемых карпа 30 г, белого толстолобика 35 г, белого амура 29 г.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое нагул рыб?
2. В каких прудах проводится нагул рыбы?
3. Как проводится подготовка нагульных прудов к зарыблению?
4. Когда осуществляют пересадку рыбы в нагульные пруды?
5. Какие особенности производственной базы следует учитывать при расчете посадки рыбы в нагульные пруды?
6. Какие преимущества дает использование искусственных кормов при выращивании рыбы?
7. По какой формуле производится расчет плотности посадки рыбы в нагульные пруды?
8. Дайте определение понятия «поликультура»?
9. Перечислить принципы подбора рыб для выращивания в поликультуре.
10. Какие виды рыб используются для поликультуры?

## 4 ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА КОРМЛЕНИЕ РЫБЫ

### Занятие 12. Технология кормления рыб, рецептура комбикормов. Расчёт рецептов комбикормов

**Цель работы:** изучить технику кормления рыбы, познакомиться с рецептами комбикормов, используемых в карповодстве; усвоить расчеты по составлению рецептов комбикормов.

#### Общие положения

Высокой рыбопродуктивности выростных и нагульных прудов можно достичь за счет дополнительного кормления рыбы, при этом плотность посадки увеличивают: для сеголетков карпа до 50 – 100 тыс./га, двухлетков до 2 – 4 тыс.

Кормление рыбы – один из основных методов интенсификации прудового рыбоводства, позволяющий значительно увеличить выход рыбной продукции с единицы водной площади.

Эффективность кормления рыбы зависит от качества используемых кормов, техники кормления, экологических условий водоема.

Одной из особенностей, характеризующих организацию кормления рыб в отличие от других видов сельскохозяйственных животных, является большая зависимость питания рыб от таких факторов окружающей среды, как температура воды и содержание растворенного в ней кислорода.

Известно, что у рыб обмен веществ и интенсивность питания находятся в прямой зависимости от температуры среды. Карп реагирует на колебания температуры (даже на доли градуса) изменением количества потребляемой пищи.

Суточный рацион карпа увеличивается с температурой до известного предела. Так, рацион двухлетков при 16 °С составляет 2 % от их массы, при 22 °С – 4, при 25 °С – 5 %. При снижении температуры до 8 – 10 °С рацион карпа практически ничтожен. Оптимальная температура для питания двухлетков карпа 23 – 29 °С, для молоди 25 – 30 °С.

Столь же важное значение, при кормлении рыбы имеет кислородный режим водоема. Падение содержания кислорода ниже 4 мг/л вызывает

ухудшение аппетита, одновременно снижается и усвояемость корма. При дефиците кислорода не только уменьшается или прекращается продуктивный рост и снижается рацион, но и увеличивается кормовой коэффициент. Величина рациона изменяется и с увеличением массы рыб. Например, при температуре 26 °С рацион для карпа с массой от 40 до 400 г снижается от 11 до 5 %.

Немаловажное значение в питании рыб имеет активная реакция воды (рН). Наиболее высокая пищевая активность у большинства рыб отмечается в нейтральной или слабощелочной среде (рН 7 – 8). При отклонении этого показателя от оптимального, у рыбы уменьшается аппетит, а при повышении до 9,5 и снижении ниже 4,3, рыба отказывается от корма.

На потребление рыбами пищи оказывает влияние и атмосферное давление. И не столько величина, сколько скорость его изменения (снижения или повышения). Рыба охотно потребляет корм при стабильном или при медленно снижающемся атмосферном давлении. С приближением ненастья (резкое снижение давления), при обложных дождях реакция рыб на корм снижается, а в период ливневых дождей с грозами и перед ним повышается.

Так как изменения условий среды сильно отражаются на питании карпа, они должны учитываться при организации его кормления.

Рацион рыб зависит от индивидуальной массы рыбы. Мелкие молодые особи могут потреблять на единицу живой массы значительно больше корма, чем крупные. Так, личинки рыб на этапе перехода на внешнее питание могут съесть в сутки пищи в 1,5 – 2 раза больше самой массы молоди. С ростом эта величина снижается, и взрослые половозрелые особи потребляют корма до 2 – 4 % их массы.

Рацион рыбы зависит также от калорийности корма, а при выращивании в прудах и от уровня развития естественной пищевой базы. Рыбы быстрее насыщаются комбикормом, содержащим жировые добавки. При хорошем развитии в пруду зоопланктона, бентоса и других пищевых организмов доля комбикорма в рационе выращиваемых рыб снижается.

Для нормального роста и развития рыбе необходимо определенное количество и соотношение основных питательных веществ. Протеин (с набором незаменимых аминокислот), жир, углеводы, минеральные вещества, витамины и другие, биологически активные вещества должны

находиться в составе корма в соответствии с потребностью рыб.

Для кормления рыбы используют кормосмеси и комбикорма. Кормосмесь представляет собой смесь нескольких компонентов. Комбикорм – это сложная однородная смесь измельченных кормовых средств и добавок, разработанных по научно обоснованным рецептам, которая обеспечивает полноценное сбалансированное питание животных.

Для кормления рыб применяются рецепты, составленные с учетом особенностей питания разных возрастных групп. Обмен веществ в организме рыб изменяется в зависимости от периода их развития, возраста и производственного назначения, поэтому различают стартовые, продукционные и репродукционные комбикорма.

*Стартовые комбикорма* используются при выращивании ранней молоди с момента перехода на смешанное питание, *продукционные* – для выращивания подрощенной молоди и товарных рыб, *репродукционные* – для ремонтных особей и производителей. Как правило, комбикорма выпускают в виде крупки и гранул, размеры которых зависят от вида и массы рыб.

Крупка предназначена для кормления рыб от личинок до сеголетков, гранулы – для сеголетков, годовиков, товарных двухлетков, трехлетков, производителей. Гранулы должны быть цилиндрической формы с гладкой матовой поверхностью, их запах – соответствовать набору компонентов, без затхлости и плесневелости. Крошимость гранул не должна превышать 5 %. Цвет гранул зависит от компонентов комбикорма, а также от искусственных красителей, если их добавляли.

В состав рыбных комбикормов входят разнообразные компоненты животного и растительного происхождения, а также витаминно-минеральные смеси и специальные добавки.

Комбикорма изготавливаются в рассыпном, гранулированном, экструдированном или эспандированном виде.

Использование рассыпного комбикорма приводит к большим потерям (до 30 % по сравнению с гранулированными), загрязнению прудов, развитию заболеваний, поэтому основная масса комбикормов производится в гранулированном виде.

К комбикормам для рыб предъявляются особые требования. Они должны содержать больше протеина, липидов и витаминов, чем анало-

гичная продукция для млекопитающих, а также быть устойчивыми к агрессивной водной среде и не крошиться.

При определении качества комбикорма для рыб учитываются специфические характеристики – водостойкость и разбухаемость гранул.

*Водостойкость* – это способность гранул комбикорма сохранять в воде первоначальную форму в течение определенного времени.

*Разбухаемость* измеряется периодом, в течение которого объем гранул в воде увеличивается вдвое. По существующим стандартам (ГОСТ Р 51899-2002) водостойкость гранул комбикорма для прудовых карповых рыб должна составлять не менее 20 мин, разбухаемость гранул не менее 25 мин.

Для карпа готовят комбикорма по следующим рецептам: для сеголетков № 110-1 и 110-2; для двухлетков и трехлетков №111-1, 111-2 и 111-3; для ремонтного поголовья и производителей № 112-1 и 112-2. В них должно содержаться: для сеголетков сырого протеина – не менее 26 %, жира – 4, клетчатки – не более 9, кальция – 1,2, фосфора – 1,0 %; для старших возрастных групп сырого протеина до 23 %, жира – 3,5, клетчатки не более 10, кальция – 0,7, фосфора – 0,8 % (табл. 6).

В товарном рыбоводстве эффективность питания определяется не только качеством корма, но и методами кормления. Залогом эффективного использования кормов является правильный выбор технологии кормления. Наряду с получением полноценных и недорогих кормов большое значение имеют суточный ритм, нормы и способы внесения корма в зависимости от возраста и условий обитания рыб.

Корм раздают двумя способами: непрерывно и прерывисто. Непрерывный способ применяют при высокой плотности посадки и наличии в водоеме белого толстолобика, который способен отфильтровать пылевидные частички корма. Наиболее распространен прерывистый способ раздачи корма по кормовым местам. Кормовое место представляет собой твердый участок дна водоема. Глубина воды в месте расположения кормовых мест для сеголетков составляет 80 – 100, для двухлетков 100 – 150 см. В хозяйствах применяют различные кормушки – стационарные, подъемные, самовсплывающие, авто и самокормушки.

Для регулирования суточной дачи корма важно проверять его поедаемость. Проверки по кормовым местам делают через 1, 2 и 4 ч после

раздачи корма. Если рыба не съела корм за 4 ч, то суточную дозу уменьшают.

Таблица 6 – Рецепты комбикормов для карпа

Компоненты	Для сеголетков	Для двухлетков и трехлетков
Жмыхи и шроты, %		
Подсолнечниковые, хлопчатниковые, соевые, рапсовые, соевые, конопляные	40	40
Горчичные, сурепковые, арахисовые, льняные, перловые, рыжиковые, клещевидные	9	10
Зерно, %		
Бобовых (люпин, чечевица, вика, горох)	15	10
Злаковых (пшеница, ячмень, овес, кукуруза)	20	24
Отруби пшеничные и ржаные, %	4	6
Дрожжи кормовые и гидролизные, %	4	4
Животные корма (рыбная, мясная, мясокостная и кровяная мука), %	5	3
Травяная мука, %	2	2
Мел, %	1	1
Микродобавки:		
хлористый кобальт, г/т	3	3
цианкобаламин, мг/т	50	14
террамицин, млн. ед./т	-	10

### Расчёт рецептов комбикормов

В настоящее время разработаны рецепты комбикормов для рыбы различных возрастов, выращиваемой в прудах, бассейнах.

Важно знать принцип составления рецептов комбикормов с учетом необходимого содержания белков, жиров, углеводов, незаменимых аминокислот, калорийности; энергопротеинового соотношения.

Для расчета в комбикормах отдельных питательных веществ (протеина, жира, углеводов и др.) используют следующую формулу:

$$B = \frac{(P_1B_1)+(P_2B_2)+\dots+(P_nB_n)}{100},$$

где В – содержание определенного количества питательных веществ в комбикорме, %;

$B_n$  – содержание определенного количества питательных веществ в отдельном корме, %;

$P_n$  – содержание корма в комбикорме, %.

Для определения содержания питательных веществ в корме используют данные по химическому составу кормов в таблице 7.

Калорийность комбикормов или кормовых смесей зависит от их химического состава. Известно, что при «сгорании» (распаде) 1 г белка выделяется 5,65 ккал, жира – 9,45 и углеводов – 4,1 ккал.

В случаях, когда известен состав органических веществ, то калорийность рассчитывается по формуле (ккал/кг):

$$K = 5,65 \times B + 4,1 \times Y + 9,45 \times Ж$$

Энергопротеиновое соотношение (ЭПС) – это отношение общей калорийности к количеству белка в корме. ЭПС показывает, сколько калорий содержится в 1 г белка. Обычно энергопротеиновое отношение в кормах должно находиться в пределах 8 – 12:1.

**Пример:** Рассчитать содержание протеина, жира, углеводов, калорийность и ЭПС в кормовой смеси для кормления 2 летков карпа, которая состоит из 40 % подсолнечного шрота, 30 % ячменя, 10 % люпина, 17 % пшеничных отрубей и 3 % рыбной муки.

Определяем содержание в кормовой смеси, сырого протеина используя данные по химическому составу кормов.

$$B = \frac{(36,8 \times 40) + (11,6 \times 30) + (33,1 \times 10) + (15,5 \times 17) + (67,3 \times 3)}{100} = 26,2 \%$$

Определяем содержание в кормовой смеси, жира, используя данные

по химическому составу кормов.

$$B = \frac{(3,6 \times 40) + (2,7 \times 30) + (3,7 \times 10) + (4,2 \times 17) + (5,0 \times 3)}{100} = 3,5 \%$$

Определяем содержание в кормовой смеси, углеводов, используя данные по химическому составу кормов.

$$B = \frac{(39,0 \times 40) + (66,2 \times 30) + (48,5 \times 10) + (63,8 \times 17) + (8,7 \times 3)}{100} = 51,4 \%$$

Теперь определяем содержание протеина в кормовой смеси в г/кг, используем для этого пропорцию:

$$\begin{aligned} 1000 \text{ г} &- 100 \% \\ X &- 26,2 \% \\ X &= 262 \text{ г/кг протеина} \end{aligned}$$

Далее определяем содержание жира в кормовой смеси в г/кг:

$$\begin{aligned} 1000 \text{ г} &- 100 \% \\ X &- 3,5 \% \\ X &= 35 \text{ г/кг жира} \end{aligned}$$

Далее определяем содержание углеводов в кормовой смеси в г/кг:

$$\begin{aligned} 1000 \text{ г} &- 100\% \\ X &- 51,4\% \\ X &= 514 \text{ г/кг углеводов} \end{aligned}$$

Калорийность кормовой смеси будет составлять:

$$262 \times 5,65 + 35 \times 9,45 + 514 \times 4,1 = 3918 \text{ ккал/г}$$

Энергопротеиновое соотношение составит:

$$3918 : 262 = 14,9 \text{ или ЭПС} = 14,9:1.$$

Таблица 7 – Химический состав основных компонентов комбикормов, %

Компоненты	Влага	Сырой протеин	Сырой жир	Углеводы	Кормовой коэффициент
Злаковые					
Пшеница	12,2	11,5	2,1	71,3	4
Ячмень	15,1	11,6	2,7	66,2	4 – 5
Рожь	16,0	12,3	2,0	65,8	4 – 5
Овес	13,8	11,0	4,7	58,0	4 – 5
Сорго	10,2	11,2	2,8	68,5	4 – 6
Просо	10,8	11,2	3,8	76,2	5 – 6
Кукуруза	14,8	9,0	4,1	64,9	5 – 7
Рис	14,0	8,0	2,4	70,2	5 – 7
Бобовые					
Горох	14,8	21,5	1,9	65,5	4 – 7
Люпин	-	33,1	3,7	34,5	3 – 5
Жмыхи					
Клецевинный	11,5	42,0	5,9	46,7	4 – 6
Горчичный	11,7	38,4	5,0	42,6	4 – 6
Конопляный	10,1	31,5	9,4	49,6	4 – 7
Шроты					
Соевый	12,6	40,5	1,0	37,5	5 – 6
Подсолнечниковый	11,7	36,8	3,6	36,2	3 – 5
Хлопковый	13,2	37,8	1,3	–	6 – 8
Льняной	16,6	33,3	1,9	54,1	4 – 6
Арахисовый	15,7	40,5	9,9	48,5	6
Отруби					
Пшеничные	12,2	15,5	4,2	78,9	4 – 7
Ржаные	12,5	15,0	3,4	71,1	4 – 7
Сырье животного происхождения					
Рыбная мука	8,5	67,3	5,0	10,1	1,5 – 2
Мясокостная мука	9,0	40,7	17,3	14,6	1,8 – 2,5
Крилевая мука	18,0	58,4	12,4	13,5	1,5 – 2,0
Кровяная мука	8,0	66,2	2,5	3,4	1,5 – 2,0
Яичный порошок	8,3	46,0	37,3	–	1,5 – 2,0
Сухое молоко	14,0	26,0	25,0	37,5	3 – 4
Сырье микробного синтеза					
Дрожжи гидролизные	12,0	46,3	1,3	32,4	3 – 5
Дрожжи алкановые	10,5	50,4	0,3	21,4	3 – 4
БВК – ферментализат	17,0	66,6	7,4	15,9	2 – 4
Дрожжи этапольные	9,0	50,3	2,2	36,3	3 – 4
Микробная биомасса	6,0	45,5	9,2	15,7	3 – 4

### **Задания:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.
2. Рассчитать в кормовой смеси для кормления производителей содержание протеина, жира, углеводов, калорийность и ЭПС, которая состоит из 20% жмыха горчичного, 10% гороха, 35% пшеницы, 25% ячменя, 5% отрубей ржаных и 5% кровяной муки.
3. Рассчитать необходимое количество кормов (содержание протеина, жира, углеводов, калорийность и ЭПС) для нагульного пруда. Имеются корма: шрот соевый 30%, отруби пшеничные 10 %, люпин 20%, ячмень 40%.

### **Контрольные вопросы**

1. От чего зависит эффективность кормления рыбы?
2. Какие факторы, влияют на суточный рацион рыбы?
3. Какая температура оптимальна для кормления карпа?
4. Какое значение имеет кислородный режим водоема при кормлении рыбы?
5. Какое значение в питании рыб имеет активная реакция воды (рН)?
6. Какое влияние на потребление рыбами пищи оказывает атмосферное давление?
7. Как зависит рацион рыб от их индивидуальной массы рыбы?
8. Чем отличаются стартовые корма от продукционных?
9. Как раздаются комбикорма для рыб?
10. Как рассчитываются в комбикормах отдельные питательные вещества?

## **Занятие 13. Нормированное кормление рыбы. Расчёты нормы кормления рыб в нагульных прудах**

**Цель работы:** изучить принципы нормированного кормления рыбы; усвоить расчеты по нормированию кормлению рыбы.

### **Общие положения**

В основе организации научно - обоснованного кормления разных видов и производственных групп рыб лежит, так называемое, нормированное кормление. Оно базируется на комплексе показателей, которые с од-

ной стороны характеризуют питательную ценность кормов, а с другой – потребности рыбы конкретного вида, возраста, живой массы, прироста, назначения (товарная и племенная рыба) в определенных зоологических условиях содержания и технологии производства продукции рыбоводства в энергии, питательных веществах, минеральных элементах, витаминах.

Понятие «норма кормления» довольно сложное, неоднозначное и изменяется под влиянием различных условий (физиологических, генетических, производственных и др.).

Норма кормления – количество питательных веществ и энергии, удовлетворяющее потребностям рыбы, которые обусловлены его физиологическим состоянием и хозяйственным использованием.

Кормление рыб на практике реализуется через конкретные рационы, в состав которых входят, как правило, комбинированные корма, включающие определенные кормовые средства, определяемые рецептурой.

Основная цель нормированного кормления – обеспечить максимальную продуктивность, стандартное качество продукции, здоровье и высокую воспроизводительность рыб. Избыточное кормление приводит к нерациональным тратам кормов, недостаточное к замедлению роста рыб и снижению эффективности выращивания.

Кроме этого, нормированное кормление направлено на решение практических проблем, которые возникают на производстве, например: изменение уровня и качества показателей продукции в желаемую для человека сторону; поиск оптимальных экономических решений для достижения определенного уровня и качества продукции в соответствии с кормовыми ресурсами.

### **Расчеты по нормированному кормлению**

Об эффективности использования кормов в рыбоводстве судят по кормовым коэффициентам. Кормовой коэффициент показывает, сколько килограммов корма необходимо съесть рыбе данного вида для получения одного кг прироста или это соотношение массы съеденного (потребленного) рыбой корма к приросту.

Для определения кормового коэффициента смеси используют следующую формулу:

$$A = \frac{100}{\frac{P_1}{K_1} + \frac{P_2}{K_2} + \frac{P_3}{K_3} + \dots + \frac{P_n}{K_n}}$$

где А – кормовой коэффициент смеси;

Р – содержание отдельных кормов в смеси, % (в структуре);

К – кормовой коэффициент этих кормов.

Кормовой коэффициент отдельных кормов, как правило, определяется методом прямого учета потребления корма или берется из справочников.

Зная кормовой коэффициент комбикорма можно рассчитать необходимое количество кормов для выращивания рыбы.

Количество корма, которое необходимо для кормления рыбы на протяжении вегетационного сезона рассчитывается по формуле:

$$K = S \times \Pi \times a \times (N - 1),$$

где К – общее количество корма за сезон, кг;

S – площадь прудов, га;

Π – естественная рыбопродуктивность прудов, кг/га;

а – кормовой коэффициент корма или смеси;

N – кратность посадки;

1 – постоянная величина прироста за счет естественной кормовой базы пруда.

Суточную норму кормления рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{сн}} = B \times a \times (N - 1),$$

где  $K_{\text{сн}}$  – суточная норма корма на одну рыбу, г;

B – запланированный прирост одного экземпляра, г;

а – кормовой коэффициент корма или смеси;

N – кратность посадки;

1 – постоянная величина прироста за счет естественной кормовой базы пруда.

Перемножив суточную норму кормления на одну рыбу на количество рыб в пруду, определяем суточную норму кормов для своего пруда.

Разовая дача кормов определяется путем деления суточной нормы для

всех рыб на кратность кормления в сутки.

Коррекция суточных норм проводится, как правило, один раз в декаду.

Величину суточного рациона на каждую декаду можно рассчитать в процентах от массы рыбы по формуле:

$$P = \frac{K \times 100}{m},$$

где P – суточный рацион, % от массы рыбы;

K – количество корма в сутки, г или кг,

m – масса рыбы, г или кг.

Для характеристики эффективности кормления используется показатель – оплата корма. Затраты корма – это экономический показатель, который рассчитывается как отношение скормленного корма к приросту массы рыбы. Оплата корма вычисляется следующим образом: расход корма (кг или ц) по пруду за сезон делится на прирост рыбы (кг или ц). Затраты корма, как правило, выше кормового коэффициента, так как часть внесенного корма теряется в воде.

### **Задания:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.

2. Рассчитать кормовой коэффициент кормовой смеси для кормления годовиков карпа, состоящей из 25 % жмыха конопляного, 15 % подсолнечникового шрота, 15 % гороха, 35 % пшеницы, 5 % ржаных отрубей и 5 % кровяной муки.

3. Определить потребность в кормах для хозяйства с площадью нагульного пруда 130 га для получения в среднем 20 ц рыбы с 1 га (3636 шт.), посадка 3 – кратная. Естественная рыбопродуктивность 190 кг/га, масса двухлетков 550 г, масса годовиков 25 г, выход двухлетков 90 %, кормовой коэффициент корма взять из предыдущего задания. Кратность кормления рыбы в пруду двукратная. Кроме этого необходимо рассчитать суточную норму кормления рыбы, разовую дачу и суточный рацион на декаду (масса рыбы 25, 250 и 500 г).

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое норма кормления?

2. Что такое нормированное кормление рыбы?
3. Какова основная цель нормированного кормления рыбы?
4. Что такое кормовой коэффициент?
5. Как рассчитывается кормовой коэффициент?
6. Как рассчитывается количество корма, которое необходимо для кормления рыбы в течение вегетационного периода?
7. Как рассчитывается суточная норма кормления рыбы?
8. Как рассчитывается разовая дача корма рыбе?
9. Как рассчитывается величина суточного рациона рыбы на каждую декаду?
10. Что такое оплата корма?

## **5 ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА. УДОБРЕНИЕ ПРУДОВ**

### **Занятие 14. Расчёт необходимого количества и нормы внесения минеральных и органических удобрений в пруды рыбхоза на летний период**

**Цель работы:** ознакомиться с видами минеральных и органических удобрений для прудов; научиться рассчитывать нормы внесения удобрений в пруды.

#### **Общие положения**

Внесение в пруды минеральных и органических удобрений способствует интенсивному развитию естественной пищи для рыбы и увеличивает рыбопродуктивность пруда.

Удобрения оказывают влияние на развитие бактерий и планктонных водорослей, которые непосредственно используются рыбой или организмами зоопланктона и бентоса. Развитие водорослей, кроме того способствует насыщению воды кислородом.

Как и в других отраслях сельского хозяйства, в прудовом рыбоводстве применяют минеральные (азотные, фосфорные, калийные, кальциевые) и органические (навоз, навозная жижа, зеленые) удобрения.

#### **Минеральные удобрения**

**Фосфорные удобрения.** К числу наиболее важных и часто используемых в прудовом рыбоводстве удобрений относят фосфорные, которые повышают рыбопродуктивность прудов на всех почвах, за исключением легких, песчаных и закисных. Необходимые концентрации фосфора обеспечивают нормальное питание бактерий и водорослей, потребляющих фосфорную кислоту непосредственно из воды. В качестве фосфорных удобрений используют суперфосфат простой, содержащий 16 – 20 % растворимой в воде фосфорной кислоты; двойной суперфосфат, содержащий 30 % фосфорной кислоты; фосфоритную муку, содержащую 16 – 20 % фосфорной кислоты.

Почва может адсорбировать большое количество фосфора, поэтому фосфорные удобрения рекомендуется вносить в воду дробно, порциями.

Это позволяет поддерживать концентрацию фосфора в воде на желательном уровне.

**Азотные удобрения.** Азотные удобрения повышают интенсивность биологических процессов, вызывают усиленное развитие планктонной и донной фауны прудов. Поэтому внесение в пруды селитры (35 % азота), сульфата аммония (около 20 % аммиачного азота) или синтетической мочевины (46 % азота) оказывает положительное действие на повышение продуктивности прудов. Наилучший результат азотное удобрение дает в сочетании с фосфорным (действие каждого из них при этом усиливается).

Азотные удобрения рекомендуется вносить в воду весной до активного включения биогенных элементов в круговорот. При устойчивом повышении температуры воды, более чем до 16 °С, концентрацию азота в воде необходимо довести не менее чем до 2 мг/л.

**Калийные удобрения.** Такие удобрения нужны не всегда, так как калий может содержаться в почве в достаточном количестве. Калий обеспечивает полноценное развитие растений в водоеме, а его недостаток проявляется коричневыми пятнами на листьях.

В качестве калийных удобрений используются: сильвит (17 %), каинит (21 %), древесная зола (10 % калия), сульфат калия (42 – 53 %), хлорид калия (54 – 57 %). Рекомендуется совместное использование фосфорных удобрений. Калий особенно важен, если почва песчаная или подзолистая. Перед внесением в пруд калийные удобрения растворяют в воде и разбрызгивают их по поверхности пруда.

**Кальциевые удобрения.** Кальций является одним из питательных веществ, используемых растительными и животными организмами. Он влияет также на химические и физические процессы в водоеме, способствуя улучшению условий внешней среды. Внесение кальциевых удобрений усиливает минерализацию органических веществ и жизнедеятельность нитрифицирующих бактерий, обогащающих воду нитратным азотом. Эти удобрения способствуют также развитию фитопланктона. К кальциевым удобрениям относятся мел ( $\text{CaCO}_3$ ), гипс, доломит (доломитовая мука), молотый известняк (известняковая мука), известковый туф, торфяная зола.

**Известкование почвы и воды.** Известкование прудов применяют для улучшения условий внешней среды и повышения рыбопродуктивности. Известкование нейтрализует кислую реакцию воды и грунта, ускоряет

процесс минерализации органических веществ почвы и толщи воды, сдерживает развитие болотной растительности, содействует обогащению воды биогенными элементами. Известкование необходимая предпосылка для действия азотных и фосфорных удобрений, которые в условиях кислой среды могут оказаться не только бесполезными, но даже вредными. Известкование также проводят в целях профилактики от болезней рыб, обогащения воды кальцием как питательным элементом всей водной флоры и фауны, мелиорации водоемов.

Для известкования прудов применяют в основном три вида извести: окись кальция  $\text{CaO}$ , которая называется негашеной известью, гашеная известь  $\text{Ca(OH)}$  и известняк, состоящий в основном, из углекислого кальция  $\text{CaCO}$ . Природный известняк применяется в виде порошка. Действие его значительно более медленное, чем гашеной и негашеной извести из-за малой растворимости, в связи, с чем снижается риск передозировки при его использовании. При обжиге природного известняка в специальных печах получают негашеную известь  $\text{CaO}$ .

При соединении с водой негашеная известь «гасится» и превращается в гашеную:  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} > \text{Ca(OH)}$ . Нейтрализующая способность разных видов извести различна. Для гашеной извести она в 1,3 раза, а для известняка в 1,8 раза меньше, чем для негашеной. Чаще всего в рыбководных прудах используют гашеную известь, представляющую собой тонкий порошок серовато-беловатого цвета, «пушонку». Поэтому когда говорят «известь», не уточняя, какого она вида, то подразумевают именно гашеную известь, «пушонку». Связано это с тем, что негашеную известь трудно хранить, она поглощает воду из воздуха и «гасится».

Не все пруды одинаково нуждаются в извести. На почвах с нейтральной, особенно щелочной, реакцией вносить известь не нужно, а при сильнощелочной реакции – даже вредно. Потребность в известковании с целью нейтрализации почвенной кислотности возникает, когда рН почвы в солевой вытяжке ниже 6,0. Путем известкования следует доводить рН до 6,5.

**Органические удобрения.** По сравнению с минеральными удобрениями, органические в практике прудового рыбоводства, применяют более длительное время. На малопродуктивных песчаных, суглинистых и подзолистых почвах при недостаточном слое ила они часто дают больший эффект, чем минеральные. Органические удобрения усиливают развитие

бактерий, являющихся пищей для планктонных и бентосных организмов. В ряде случаев бактерии в качестве пищи могут использовать и некоторые представители водной фауны. В то же время чрезмерно уплотненная посадка рыбы и ее кормление исключают внесение органических удобрений, так как водоем в таких случаях бывает, насыщен органическим веществом в виде продуктов обмена рыб и остатков корма.

Из органических удобрений в рыбоводстве используют навоз и навозную жижу, компосты, зеленую растительность.

Одним из лучших органических удобрений является хорошо перепревший навоз. Желательно применять его на новых прудах. Вносят навоз обычно в ложе осушенного пруда с последующей культивацией удобренной площади. На 1 га ложа вносят не более 2 т навоза.

Примерно так же вносят и компосты, приготовленные из хозяйственных отбросов, торфа, водной растительности. К смешанным компостам добавляют навоз и 2 – 3 % извести или золы (по отношению к массе растительности). На 1 га вносят до 4 т готового компоста.

**Зеленая растительность.** Зеленая растительность, как наиболее доступное и достаточно эффективное органическое удобрение, находит все большее применение в рыбоводстве. Она состоит из высшей жесткой и мягкой водной растительности прудов или является специально возделываемой культурой. Водную растительность выкашивают и выбирают на берег для подвяливания, в результате чего ее дальнейшее разложение ускоряется. Затем растительность собирают в снопы или уплотненные кучи и размещают вдоль берега. Центральную часть пруда оставляют свободной от разлагающейся растительности. При внесении зеленых удобрений обязателен регулярный контроль за содержанием в воде кислорода, уровень которого должен быть в следующих пределах 4,0 – 74,5 мг/л. По истечении 7 – 10 дней остатки снопиков надо убрать.

Разлагающаяся жесткая и мягкая водная растительность, используемая в качестве удобрения, благоприятствует развитию бактерий, инфузорий и водорослей, являющихся пищей зоопланктона, количество которого в результате этого значительно увеличивается, и заметно повышается естественная рыбопродуктивность пруда. Норма внесения подвяленной водной растительности колеблется от 2 до 6 т/га.

Одним из способов применения зеленых удобрений служит засев ложа прудов бобовыми или злаковыми культурами – люпином, донником, викой

с овсом и др. Выращенную культуру скашивают, а пожнивные остатки и корневая система служат хорошим удобрением для водоема. Иногда такие культуры целиком заливают водой. Однако это связано со значительным потреблением кислорода и возможным его дефицитом в воде, из за чего указанный способ следует применять с большой осторожностью.

Увеличение естественной рыбопродуктивности за счет внесенных минеральных и органических удобрений в первую очередь зависит от наличия биогенных элементов в воде пруда.

Биогенными называют все элементы, постоянно присутствующие в живых организмах и играющие какую-либо биологическую роль, в первую очередь O, C, H, Ca, N, K, P, Mg, S, Cl, Na, Fe.

Так, высокопродуктивные пруды могут вообще не нуждаться в удобрениях или нуждаются, но в небольших количествах. Повышение рыбопродуктивности в таких прудах за счет внесения удобрений будет небольшим.

В малопродуктивных прудах путем внесения минеральных и органических удобрений можно увеличить рыбопродуктивность в 3 – 3,5 раза и более.

Планирование прироста рыбопродуктивности за счет минеральных и органических удобрений должно базироваться на изучении состояния пруда и химическом анализе воды.

Бесконтрольное внесение удобрений ведет к перерасходу последних и может вызвать излишнее интенсивное развитие водорослей. Лишь при содержании того или иного биогенного элемента в воде ниже концентрации, оптимальной для водорослей доминирующих видов, внесение удобрений может вызвать увеличение рыбопродуктивности. Удобрения рекомендуется рассчитывать и вносить с интервалами 7 – 10 дней.

Потребность прудов в удобрениях зависит от температурного режима, степени развития фитопланктона, плотности посадки рыбы, количества применяемых комбикормов, продуктивности водоема.

Для определения разовой дозы внесения удобрений на 1 га пруда можно пользоваться следующей формулой:

$$X = \frac{(A-B) \times H \times 1000}{P},$$

где X – нужная доза удобрений, кг/га;

A – рекомендуемая концентрация биогена, мг/л;

Б – фактическая концентрация биогена в воде, мг/л;

Н – средняя глубина пруда, м;

Р – содержание биогена в удобрении, %.

В высокопродуктивных прудах выше расход азотных и фосфорных удобрений, а в среднепродуктивных – извести, поэтому необходимо рассчитать нормы внесения минеральных удобрений и извести по каждому пруду. Важно отметить, что кислородный баланс, являющийся одним из основных показателей продуктивности водоема, при систематическом нормированном внесении извести и азотно-фосфорных удобрений повышается.

При недостатке фосфора наблюдается плохое развитие дафний, их мало в планктоне, внесение необходимых доз фосфора в водоем вызывает их размножение в массовом количестве. Также хорошо развиваются при содержании в воде фосфора циклопы и коловратки.

Частота внесений удобрений и разовые дозы определяются содержанием в воде биогенных элементов и степенью развития фитопланктонных организмов. Если в воде достаточно биогенов (более 2 мг/л минеральных форм азота и более 0,5 мг/л минерального фосфора), водоем удобрять не следует.

При содержании в воде меньшего количества названных биогенов и слабом развитии фитопланктона необходимо внести азотное удобрение с таким расчетом, чтобы довести их концентрацию до 2 мг/л N и 0,5 мг/л P.

Потребность в удобрениях прудов определяют по разному: с помощью биологических испытаний (используют склянки с различным содержанием биогенов), путем гидрохимических исследований, способом визуального наблюдения за развитием фитопланктона.

Наиболее простым методом контроля развития фитопланктона является метод определения с помощью диска Секки.

Для этого измеряют прозрачность и определяют цвет столба воды над белой поверхностью. С увеличением развития фитопланктона прозрачность уменьшается, и вода над диском имеет зеленоватый цвет. С падением биомассы фитопланктона прозрачность увеличивается, а цвет воды приобретает буроватый оттенок. Если прозрачность по диску Секки составляет 10 – 15 см, то от внесения удобрений следует воздержаться, даже при малом содержании азота и фосфора в воде пруда. При прозрачности воды более 0,5 м удобрения нужно вносить через каждые 5 – 6 дней каж-

дый раз доводя концентрацию минерального азота до 2 мг/л, а фосфора до 0,4 – 0,5 мг/л.

На эффективность действия удобрения влияют такие факторы среды, как температура воды, газовый режим, рН почвы и воды пруда, а также техническое состояние водоема. Удобрения могут оказывать эффективное действие лишь в условиях нейтральной или слабой щелочной реакции в почве и воде прудов. Поэтому нужно следить за реакцией воды и в случае необходимости вносить известь.

Удобрения вносят по плану, который составляют на весь вегетационный период. В нагульные пруды первую дозу вносят при весеннем прогреве воды до 12 °С, в первой половине сезона каждая последующая доза должна вноситься через 10 дней, во второй половине сезона через 15 дней, а последнюю вносят при осеннем охлаждении воды в пруду до 12 °С или за 20 – 30 дней до облова. Удобрение выростных прудов следует начинать за 7 – 10 дней до начала зарыбления, еще до залития прудов, в первой половине сезона удобрения вносят через 5 дней, во второй половине через 10 дней. При понижении температуры до 12 °С и замедлении биологических процессов удобрение прудов следует прекращать.

Даты внесения первой и последней доз устанавливают по средним многолетним датам устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 12 °С весной и осенью для соответствующей зоны. Так устанавливается количество возможных порций удобрений, в течение вегетационного сезона оно корректируется в зависимости от фактического состояния пруда по вышеперечисленным критериям.

### **Примеры расчета количества удобрений в пруду**

Необходимо рассчитать потребность в минеральных удобрениях для выростных прудов площадью 120 га, которые содержат азота в воде – 0,3 мг/л, фосфорной кислоты – 0,1 мг/л, глубина пруда – 0,9 м, в хозяйстве используется аммиачная селитра (34 % азота) и суперфосфат гранулированный (20 % фосфорной кислоты).

Определяют разовую дозу внесения удобрений:

Аммиачной селитры:

$$y = \frac{(A-B) \times H \times 1000}{P} = \frac{(2,0-0,3) \times 0,9 \times 1000}{34} = 45 \text{ кг/га};$$

Суперфосфата гранулированного:

$$y = \frac{(0,5-0,1) \times 0,9 \times 1000}{20} = 18 \text{ кг/га.}$$

Для прудов площадью 120 га их будет необходимо:

аммиачной селитры:  $45 \times 120 = 5400$  кг;

суперфосфата гранулированного:  $18 \times 120 = 2160$  кг.

Так как выростные пруды удобряют 10 раз за вегетационный период, то хозяйству потребуется минеральные удобрения:

аммиачной селитры:  $5400 \text{ га} \times 10 = 54000$  кг

суперфосфата гранулированного:  $2160 \text{ га} \times 10 = 21600$  кг.

### **Задания:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.

2. Рассчитать, сколько азотного удобрения нужно внести на 1 га пруда, чтобы довести концентрацию азота до 2 мг/л, если его содержание в воде пруда 0,2 мг/л. Средняя глубина пруда 1,5 м. Содержание азота в удобрении 40 %.

3. Рассчитать, необходимое количество суперфосфата двойного (49 % действующего вещества) на 1 га для внесения в выростные пруды, если в воде пруда содержится фосфора 0,1 мг/л. Средняя глубина пруда 2 м. Рекомендуемая концентрация фосфора в воде 0,5 мг/л.

4. Рассчитать потребность хозяйства в минеральных удобрениях для нагульных прудов площадью 350 га, средняя глубина 0,6 м, количество азота в воде 0,6, фосфорной кислоты 0,2 мг/л. В хозяйстве используют сульфат аммиака (21 % азота) и суперфосфат простой (19 % фосфорной кислоты).

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего вносят удобрения в пруды?
2. Какие виды удобрений используются в рыбоводстве?
3. Какие минеральные удобрения используются в рыбоводстве?
4. Какие существуют особенности внесения минеральных удобрений в пруды?
5. Какие органические удобрения используются в рыбоводстве?

6. Какие существуют особенности внесения органических удобрений в пруды?
7. Что такое известкование прудов, какие вещества используют для известкования?
8. Что такое зеленые удобрения?
9. Как определяют потребность в удобрениях прудов?
10. Как определяют разовую дозу внесения удобрений?

## 6 ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РЫБОВОДСТВЕ

### Занятие 15. Определение необходимого количества утят и гусят для посадки в нагульные пруд

**Цель работы:** ознакомиться с методами расчета посадки рыбы и водоплавающей птицы (утят, гусят) при совместном выращивании.

#### Общие положения

Эффективность рыбохозяйственного использования прудов рыбхозов и прудов комплексного назначения значительно повышается при интеграции рыбоводства с другими отраслями сельского хозяйства. Такое сочетание является экономически целесообразным и способствует увеличению выхода суммарной продукции с единицы водной площади.

Наибольшее распространение получили такие интегрированные технологии, как совместное выращивание рыбы и водоплавающей птицы (уток, гусей).

Комбинированное рыбо-утиное или рыбо-гусиное хозяйство позволяет более полно использовать кормовые ресурсы водоемов и за счет получения двух видов продукции рыбы и птицы получать больше пищевой продукции с единицы площади при низких затратах. Повышение эффективности совместного выращивания рыбы и водоплавающей птицы обуславливается следующими факторами:

- утки и гуси не являются врагами рыб. В порядке исключения в желудках уток можно обнаружить мальков. Однако, как правило, это ослабленные, отстающие в росте рыбы;

- утки и гуси не являются конкурентами в питании основным видам рыб. Поедая, кроме растительности, головастиков, мелких лягушек и их икру, а также водных насекомых и иногда мелких сорных рыб, являющихся врагами и конкурентами в питании выращиваемых рыб, они способствуют повышению их темпа роста;

- утки и несколько в меньшей степени гуси – прекрасные мелиораторы. Поедая мягкую подводную и плавающую растительность, в основном ряску, они способствуют очищению водоема, увеличению прозрачности воды;

- утиный и гусиный помет – высокоценные и почти бесплатные орга-

нические удобрения, богатые соединениями азота, фосфора, калия, кальция, микроэлементами, значительная часть которых содержится в виде водорастворимых форм, доступных для усваивания фито-, зоопланктоном и донными организмами, служащими пищей для рыбы. Естественная рыбопродуктивность прудов повышается вдвое. В результате совместного выращивания с утками и гусями конечная масса и общий выход рыбы с единицы площади увеличивается в зависимости от плотности посадки птицы на 10-30%.

### **Совместное выращивание рыбы и уток**

Технология выращивания товарной рыбы с утками наиболее приемлема для нагульных прудов и малых водоемов сельхозпредприятий. Целесообразность совместного выращивания уток и рыбы объясняется следующим. Прежде всего, значительно увеличивается выход продукции (уток и рыбы) с одного гектара водной площади. Улучшаются условия выращивания рыбы, так как утки выполняют мелиоративную функцию, потребляют высшую водную растительность и повышают содержание в воде биогенных веществ, за счет чего активизируется развитие естественной пищи для рыб, в особенности для толстолобиков. Наряду с этим водный выгул уток позволяет пополнить их рацион за счет водной растительности и мелких животных. Взрослая утка съедает за сутки до 1 кг водной растительности и быстро ее переваривает. Утки на воде растут более интенсивно, меньше подвержены эпизоотиям; получаемая продукция более высокого качества. В рыбоводных хозяйствах уток разводят преимущественно для получения мяса. Наиболее подходящие для этих целей породы уток: пекинская, зеркальная, белая московская и др.

Полученных в инкубаторе утят перевозят в помещение, где они выращиваются до 18 – 21 суток. В помещении поддерживается высокая температура: первые 10 суток 26 °С в последующие снижается до 18 °С. В первые дни жизни утят кормят сваренными вкрутую яйцами, которые для экономии можно смешивать с дробленой крупой зерновых злаков, со второй недели в рацион вводят творог и измельченную свежую зелень. Выращивать уток совместно с рыбами желательно в проточных прудах и водоемах, зарастающих водной растительностью. Они должны иметь выраженные береговые границы, глубину 0,8 – 2,0 м и площадь не более 50 га. Совместно с утками в нагульных прудах или водоемах выращивают двухлетков и других представителей аквакультуры. Белого

амура использовать в поликультуре нежелательно. Зарыбление проводят сразу после разгрузки зимовальных прудов. При посадке индивидуальная масса рыб не должна быть меньше 25 г.

Уток на мясо выращивают до наступления ювенальной линьки, которая проходит в 60 – 90 дневном возрасте и зависит от условий содержания и кормления. В этот период у птиц резко замедляется рост, выпадают старые и образуются зачатки новых перьев (пеньки), что приводит к ухудшению качества тушек. Поэтому уток забивают в 56 – 60 дневном возрасте, т. е. до линьки, при живой массе 2,5 – 3,0 кг.

На воде уток выращивают с трехнедельного возраста, когда у них начинает функционировать копчиковая железа.

Используют два способа содержания уток на водоеме – прибрежный и акваториальный.

**При прибрежном** способе утки содержатся на берегу под навесом, а водный выгул в основном в береговой зоне пруда (рис. 47).



Рисунок 47 – Прибрежный способ выращивания уток и рыбы

**При акваториальном** способе утят содержат на площадках под навесами, установленными на плотках, понтонах, баллонах или смонтированных на сваях, непосредственно на пруду (рис. 48).



Рисунок 48 – Акваториальный способ выращивания уток и рыбы

Они рассчитаны на содержание 300 – 400 утят с плотностью посадки 15 гол./м<sup>2</sup>. Площадка (пол) монтируется из металлической сетки (на 40 – 50 %) и досок.

Выращивание утят начинают после зарыбления пруда, при прогреве воды до 15 °С. Контакт с водой нежелателен до 20 дневного возраста. На площадки навесы утят переводят в первой половине дня. Желательно подбирать для одной площадки одинаковых по размеру утят; плотность посадки 15 гол. на 1 м<sup>2</sup> пола.

Плотность посадки птиц в пруды зависит от количества растительности в водоеме и проточности, глубины и гидрохимического режима.

Для рыбоводных прудов установлена средняя норма посадки 200 – 250 уток на 1 га водной площади с глубиной до 1 м или 100 – 125 уток в расчете на 1 га общей водной площади. Эти нормы могут изменяться в зависимости от количества водной растительности и характера грунтов прудов.

Высокая плотность посадки птиц приводит к быстрому уничтожению утками пищевых организмов и увеличению риска заражения птиц гельминтами, промежуточными хозяевами которых являются дафнии, гамарусы и т. д.

Высокая концентрация уток на единицу площади может привести к загрязнению пруда и создать условия для возникновения вспышки эпизоотии.

В возрасте восьми недель, перед наступлением линьки, уток перегоняют на берег для убоя и переработки. Живая масса птиц к этому времени достигает 2,5 – 3,0 кг и более. За один тур выращивания получают от 0,6 до 0,9 т утиного мяса с одного гектара пруда.

За летний период на прудах можно вырастить 2 – 3 партии уток. Уток можно с большим экономическим эффектом выращивать на прудах и в поликультуре рыб.

На прудах и водоемах, помимо уток на мясо, выращивают маточное поголовье для получения яиц. У уток, выращенных на воде, хороший экстерьер, лучшая резистентность организма и высокие воспроизводительные качества. Их яйценоскость на 20 – 30 % выше, чем у уток, выращенных в помещениях с обычным выгулом. Маточное поголовье уток находится на прудах в течение всего периода эксплуатации.

При совместном выращивании в пруду рыбы и уток должен быть налажен четкий ветеринарно-санитарный контроль за состоянием водоема, рыбы и уток. Вследствие изменений органики под действием утиного помета могут возникнуть неблагоприятные зоны повышенной окисляемости с критическими концентрациями  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_2$  и  $\text{NO}_3$ . При этом чаще всего проявляются такие заболевания рыб, как бронхионекроз, бронхиомикоз, метгемоглобинемия и цестозы (ботриоцефалез, кавиоз, кариофиллез). В связи с этим запрещается совместное выращивание рыбы и уток в рыбоводных хозяйствах, неблагополучных по инфекционным заболеваниям.

**Совместное выращивание рыбы и гусей.** Технология совместного выращивания рыбы и гусей наиболее приемлема для небольших водоемов, зарастающих водной растительностью. Ее использование позволяет облегчить рыбоводные процессы и уход за птицей на выпасе и водном выгуле, уменьшить затраты на строительные работы. Причем в неглубоких водоемах достигается большой мелиоративный эффект – гуси поедают на мелководье молодую водную растительность, более эффективно утилизируется помет птицы, служащий удобрением для развития естественной кормовой базы. При этом отпадает необходимость внесения в пруды других удобрений. При выгуле на мелководье птица разрыхляет верхний слой почвы на дне пруда, способствуя вымыванию и поступлению в воду биогенных элементов.

Гуси отличаются способностью переваривать большой объем корма с

высоким содержанием клетчатки. Они поедают наземную и водную растительность. Например, 1000 гусят в возрасте 10 – 15 недель могут за месяц очистить от ряски пруд площадью 1,6 га. Взрослый гусь массой 3,5 кг съедает за сутки до 200 г тростника и 180 г ряски.

В настоящее время в России чаще всего разводят следующие породы гусей: холмогорские, крупные серые, китайские, горьковские, кубанские, псковские, рейнские и др.

Технология интегрированного выращивания рыбы и гусей наиболее перспективна для небольших фермерских хозяйств, с ограниченными водными и земельными ресурсами, а также на водоемах комплексного назначения. Оптимальный мелиоративный эффект достигается при нагрузке 50 голов на 1 га пастбищ и 350 гусей на 1 га зеркала пруда (водоема).

При совместном выращивании рыбы и гусей в зоне Нечерноземья пруды зарыбляют годовиками, двухлетками и трехлетками карпа. В Черноземной зоне используют поликультуру (карпа и толстолобиков). Завезенных птенцов из инкубатора необходимо поместить в теплое помещение, где в первые дни поддерживается температура воздуха 28 – 30 °С, с последующим снижением до 18 – 20 °С. В первые четыре дня жизни гусят кормят сваренными вкрутую яйцами, творогом, овсянкой и мелко нарезанной зеленью. Далее в их пищу добавляют мясокостную муку, затем вареный картофель, свеклу. При переводе гусят на пастбище в их рацион включают комбикорм или зерносмесь в виде влажной мешанки.

При достижении 18 – 20 дневного возраста гусят выпускают на пастбище и водоем. Вначале выращивания они потребляют ряску, а затем переходят на злodeю, рдесты и наземные растения – тысячелистник, мятлик, мать и мачеху и др. В рационе гусей растения составляют от 40 до 60 %, остальная часть представлена комбикормом. На 1 кг прироста массы гусей необходимо 2 – 2,5 кг комбикорма. При правильном уходе и содержании мясные гуси в возрасте 60 дней достигают массы от 2 до 4,5 кг. Как правило, при выращивании на мясо и реализации через мясокомбинат гусей содержат не более 65 дней, так как далее у них начинается ювенальная линька, появляются пеньки, они менее интенсивно растут, а такую птицу на мясокомбинат не принимают.

Гуси являются санитарями водоема, они потребляют головастиков,

лягушек, моллюсков, червей, жуков, личинок насекомых и других гидробионтов, которые могут быть врагами рыб или переносчиками болезней.

Выращивание гусей в пруду при плотности 350 шт./га не оказывает отрицательного воздействия на качество воды. Однако в акватории, которая является водным выгулом для птицы, накапливается до 10 т/га помета, что вызывает повышение содержания аммонийного азота и окисляемости воды выше норм, установленных для рыбоводных прудов.

Для недопущения вспышки заболеваний (бронхиомикоза и др.) у рыб и нормализации химического состава воды на этом участке пруда необходимо вносить по воде 2 – 3 ц/га негашеной извести, а после спуска воды 25 – 30 ц/га.

### **Пример расчета рыбопосадочного материала и количества утят при совместном выращивании**

Определить количество рыбопосадочного материала в нагульные пруды общей площадью 410 га и рассчитать потребное количество утят при выращивании их в две партии при следующих условиях:

естественная рыбопродуктивность – 200 кг/га;

повышение естественной рыбопродуктивности за счет выгула уток – 43 % (0,43);

плотность посадки утят 220 экз./га на площади пруда с глубинами до 1 м;

площадь пруда с глубинами до 1 м – 65 %;

средняя масса годовиков – 30 г;

планируемая масса двухлеток – 500 г;

выход двухлеток – 80 %.

1. Определяем площадь пруда с глубинами до 1 м:

410 га – 100 %

x – 65 %

$410 \times 65 / 100 = 266,5$  га.

2. Определяем потребное количество утят:

$266,5 \times 220 \times 2 = 117260$  голов.

3. Определяем потребное количество рыбопосадочного материала:

Для этого используем формулу

$$X = \frac{(П \times Г + К \times П \times Г_1) 100}{(В - в) Р},$$

где X – количество годовиков, необходимых для посадки в нагульный пруд с учетом выгула на нем уток;

П – естественная рыбопродуктивность;

Г – площадь пруда;

Г<sub>1</sub> – площадь пруда с глубиной до одного метра, га;

К – повышение рыбопродуктивности за счет уток;

100 – постоянный расчетный коэффициент;

В – масса карпа в конце периода (двухлеток), кг;

в – масса карпа в начале периода (сеголеток), кг;

Р – планируемый выход двухлеток осенью, %.

$$X = \frac{(200 \times 410 + 0,43 \times 200 \times 266,5) 100}{(0,5 - 0,03) 80} = 279040 \text{ штук}$$

### **Задания:**

1. Ознакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.

2. Определить количество утят для посадки в нагульный карповый пруд, площадью 320 га, глубина 1 м. Норма посадки утят 230 голов на 1 га водной площади. За летний период на пруду будет выращиваться 3 партии уток.

3. Определить количество рыбопосадочного материала в нагульные пруды и рассчитать потребное количество утят при выращивании их в две партии при следующих условиях:

Естественная рыбопродуктивность, 250 кг/га

Повышение рыбопродуктивности за счет выгула уток, 48 %

Площадь нагульного пруда, 300 га

Площадь пруда с глубинами до 1 м, 76 %

Плотность посадки утят, 250 гол./га

Средняя масса годовиков при посадке, 33 г

Планируемая средняя масса двухлетков, 600 г

Планируемый выход двухлетков, 88 %

## Контрольные вопросы

1. Что такое интегрированные технологии в рыбоводстве?
2. На каких прудах запрещен выгул уток?
3. Целесообразность совместно выращивания рыбы и уток?
4. С какого возраста, и при какой температуре утят выпускают на воду?
5. Плотность посадки утят в расчете на 1 м<sup>2</sup> площади пруда с глубинами до 1 м.
6. Какие существуют способы содержания уток на водоеме?
7. Для чего используется совместное выращивание гусей и рыбы?
8. С какими видами рыб выращивают гусей на водоемах?
9. Что нужно предпринимать на пруду, чтобы не допустить вспышки заболеваний у рыб?
10. Как рассчитывается необходимое количество водоплавающей птицы и рыбопосадочного материала при совместном выращивании?

## 7 ПЛЕМЕННАЯ РАБОТА В РЫБОВОДСТВЕ

### Занятие 16. Составление бонитировочной карточки производителей и ремонта карпа в период инвентаризации. Мечение рыб

**Цель работы:** изучить методы учета, бонитировки и мечения рыб в хозяйстве.

#### Общие положения

Во всех рыбоводных хозяйствах (фермах) ежегодно проводят *инвентаризацию* (учет) поголовья, а в хозяйствах, где воспроизводят карпа, кроме того, осуществляют и *бонитировку* (оценка рыб по комплексу показателей).

В процессе инвентаризации производителей и ремонтного поголовья определяют пол, массу, состояние здоровья (по внешним признакам) рыб и количество особей в каждой возрастной группе, а также выбраковывают травмированных, больных, с дефектами телосложения и отстающих в росте рыб. При инвентаризации также осуществляют мечение рыб, пополняют стадо производителей из групп ремонта старшего возраста.

Цель бонитировки производителей и ремонтного поголовья – определение их племенной ценности путем комплексной оценки с учетом данных инвентаризации, происхождения, телосложения, продуктивности и качества потомства. По данным бонитировки выбраковывают карпов, форель, осетров и др. рыб, не отвечающих требованиям данного стада, лучших производителей переводят в племенное ядро основного стада, составляют план подбора производителей, определяют необходимое количество ремонтного поголовья.

Инвентаризацию и бонитировку ремонтного поголовья и стада производителей выполняет рыбовод, при подозрении на заболевание рыб к работе привлекают ихтиопатолога.

#### Инвентаризация

Учет (инвентаризацию) рыб проводят два раза в год: весной и осенью при разгрузке зимовальных и летних маточных прудов.

В процессе ее у производителей и ремонтного поголовья определяют пол, возраст, массу, состояние здоровья (по внешним признакам), количество особей в каждой возрастной группе.

Возраст производителей и ремонта устанавливают на основании индивидуальных номеров и серийных меток. Если производителей ранее не метили, то возраст определяют по числу годовых колец на чешуе, а у малочешуйчатых особей – ориентировочно по показателям массы и другим признакам. Массу особей ремонтного поголовья в пользовательных хозяйствах устанавливают по средней пробе на основании группового взвешивания (50 – 100 экз.). В племенных хозяйствах массу рыб определяют путем индивидуального взвешивания не менее 100 особей ремонтной молодежи и 50 особей ремонта старшего возраста. Массу сеголеток и годовиков определяют с точностью до 1 г, двухлеток и двухгодовиков – до 10 г, трех и четырехлеток и трех-четырёхгодовиков – до 50 г. Массу производителей устанавливают на основании индивидуального взвешивания с точностью до 50 г.

При проведении инвентаризации выбраковке подлежат травмированные, больные, с дефектами телосложения и отстающие в росте рыбы, а также не отвечающие по племенной ценности требованиям хозяйства.

Во время инвентаризации рыбу метят. Серийные метки ставят карпам в возрасте двух полных лет. Индивидуальный номер присваивают при переводе ремонта старшего возраста в стадо производителей. Данные инвентаризации ремонтного поголовья и производителей записывают в журнал определенной формы

Осенью при облове прудов и посадке производителей и ремонтного молодняка на зимовку устанавливают только массу рыб для определения прироста за вегетационный период.

### **Бонитировка производителей**

В племенных хозяйствах бонитировку производителей проводят трижды в течение срока их использования: первую – при переводе рыб из группы старшего ремонта в стадо производителей, вторую – после второго нереста и третью – при достижении самками восьми и девяти, а самцами семи и восьмигодовалого возраста (для карпа).

В пользовательных хозяйствах производителей ежегодно оценивают по данным инвентаризации, а также собственной продуктивности и ка-

честву потомства. Производителей, не удовлетворяющих требованиям хозяйства, выбраковывают.

Бонитировку производителей проводят с использованием данных инвентаризации. Производителей карпа оценивают по происхождению (только при первой бонитировке), комплексу признаков (возраст, телосложение, масса, соответствие желательному типу), собственной продуктивности и качеству потомства.

Происхождение (породная принадлежность) карпов устанавливают по племенным документам и путем оценки соответствия показателей телосложения признакам определенной породы или группы карпов.

Индивидуальному взвешиванию и измерению подлежат все производители, а из ремонтной группы берут среднюю пробу в количестве не менее 30 рыб. Для взятия промеров у производителей используют доску, треугольник и мерную ленту. Измерения проводят с точностью до 0,5 см. При измерении рыба должна лежать на правом боку, касаясь спиной боковой стенки измерительной доски, а концом рыла – передней. Рот рыбы при определении длины тела должен быть закрыт.

По данным взвешиваний и измерений рассчитывают показатели экстерьера рыб: коэффициент упитанности ( $K_y$ ), индекс высоты тела ( $l/H$ ), индекс толщины тела ( $t/l$ ) и индекс обхвата тела ( $O/l$ ). Коэффициент упитанности рассчитывают по формуле

$$K_y = 100 \times P/l^3,$$

где  $P$  – масса тела рыбы, г;

$l$  – длина тела рыбы, см.

Остальные индексы рассчитывают путем обычного деления соответствующих значений. Показатели  $t/l$  и  $O/l$  выражают в процентах.

Результаты измерений и рассчитанные индексы телосложения записывают в журнал инвентаризации и бонитировки производителей, где указывают также породность (чистопородный – ч/п, соответствует временному стандарту группы – в/с. беспородный – б/п). Материалы индивидуального учета массы тела рыбы, расчетных экстерьерных показателей обрабатывают статистически, что позволяет судить о среднем уровне хозяйственных признаков и об их изменчивости.

Бонитировку производителей по возрасту, телосложению, соответствию желательному типу выполняют на основании комплексной шка-

лы, которую разрабатывают для каждой породы или группы карпа. На основании измерений и осмотра рыб оценивают значение каждого признака в баллах.

Шкала оценки по комплексу признаков карпа сарбоянской породы приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Шкала оценки производителей сарбоянской породы карпа по комплексу признаков

Показатели	Баллы						Коэффициент	Класс		
	5		4		3			Элита	I	II
	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы				
Возраст лет	7 – 11	6 – 10	5 – 6	4 – 5	13 – 16	старше 12	3	15	12	9
			11 – 12							
Индексы										
Высоко-спинности	2,5–2,65	2,5–2,65	2,66–2,75	2,66–2,80	2,76–2,95	2,81–2,90	5	25	20	15
Обхвата	88–85	83–80	84–80	79–75	79–77	74–71	4	20	16	12
Коэффициент упитанности	3,6–3,5	3,2–3,1	3,1–2,9	2,9–2,7	2,8–2,7	2,6–2,5	1	5	4	3
Сумма баллов при оценке возраста и телосложения								65	52	39
Масса, г в возрасте, лет										
5 лет	4500	3500	3700	3100	3000	2700	–	–	–	–
6 лет	5500	4300	4600	3900	3700	3300	3	15	12	9
7 лет	6300	5100	5300	4500	4300	4000	–	–	–	–
8 лет	7000	5700	6000	5100	4900	4500	–	–	–	–
Сумма баллов при оценке соответствия желательному типу								20*	16**	12**
Итого								100	80	60

Примечание. \* Полное соответствие стандарту. Гармоничное развитие телосложения. Половой диморфизм ясно выражен. Чешуйчатый покров сплошной без смещения в рядах. Длина головы не более 1/5 длины тела. \*\* Отклонение от стандарта по высоте тела. Переразвитость в сторону увеличения обхвата. Плавники не редуцированы. Чешуйчатый покров сплошной с незначительными смещениями чешуи в рядах. \*\*\* Отклонение от стандарта по массе и одному из индексов. Переразвитость в сторону увеличения относительной высоты тела. Половой диморфизм выражен слабо, но пол различается глазомерно. Чешуйчатый покров сплошной.

В комплексной шкале изменяют коэффициенты значения признака, которые тем выше, чем важнее для племенной характеристики производителя оцениваемый показатель. Суммированием баллов по каждому

признаку определяют общий балл, на основании которого производителю присваивают соответствующий класс. Карпам утвержденных пород присваивают классы элитарекод и элита.

После проведения первой зимовки производителей оценивают по качеству потомства (таблица 9). Такую проверку можно проводить разными способами. Наиболее распространенным является сравнение потомств, полученных от разных пар или гнезд производителей. Главным затруднением при проверке производителей по потомству является сложность содержания многочисленных потомств в одинаковых условиях.

Таблица 9 – Шкала оценки производителей по продуктивности и качеству потомства

Показатели	Баллы	Зоны рыбоводства					
		1	2	3	4	5	6
Выход:							
семидневных мальков от 1 самки, тыс. шт.	5	160	170	180	190	200	210
	4	130	140	150	160	170	180
	3	100	110	120	130	140	150
	2	70	80	90	100	110	120
трехдневных личинок при заводском способе от одной самки, тыс. шт.	5	400 для всех зон					
	4	350 для всех зон					
	3	250 для всех зон					
	2	150 для всех зон					
сеголеток от посадки не подращенных личинок, %	5	40	41	41	42	43	44
	4	36	38	38	39	40	41
	3	33	35	35	36	37	38
	2	30	32	32	33	34	35
сеголеток от посадки подращенных личинок, %	5	80 для всех зон					
	4	73 для всех зон					
	3	68 для всех зон					
	2	65 для всех зон					
годовиков из зимовальных прудов, %	5	80	83	83	87	87	90
	4	77	80	80	85	85	88
	3	73	78	78	83	83	87
	2	70	75	75	80	80	85

Суммирование баллов по каждому признаку дает общий балл, на основании которого производителю присваивают соответствующий класс, служащий показателем племенной ценности рыбы (100 баллов – элита-

рекорд, 90 – 99 – элита, 80 – 89 – I класс и 60 – 79 – II класс). Классы элита-рекорд и элита присуждают только карпам утвержденных пород.

Для оценки самцов в период нереста применяют также показатели качества спермы, устанавливаемые по пятибалльной шкале: все спермии подвижные, движение поступательное – 5; спермии подвижные, но небольшая часть их совершает колебательные движения – 4; спермии подвижны, но большее количество их совершает колебательные движения – 3; значительная часть спермиев подвижна, но движение преимущественно колебательное – 2; большинство спермиев неподвижно – 1. Для воспроизводства используют самцов с оценкой качества спермы 5 и 4 балла. Оценку качества спермы заносят в журнал бонитировки производителей в качестве дополнительного показателя.

В племенных хозяйствах и фермах документом для каждого производителя является индивидуальная карточка проведенной бонитировки (таблица 10).

Таблица 10 – Карточка производителя карпа

Порода	Оценка производителя
Происхождение	20... г., 20... г., 20... г.
Номер. Год рождения	1. Оценка по комплексу признаков
Пол	Возраст
Промеры и индексы телосложения	$K_n$ (коэффициент высокоспинности)
20... г., 20... г., 20... г.	$K_o$ (коэффициент обхвата)
Масса тела	$K_y$ (коэффициент упитанности)
Длина тела	Масса
Высота тела	Соответствие желательному типу
Обхват	
$K_n$ (коэффициент высоты тела)	Сумма баллов
$K_o$ (коэффициент обхвата тела)	Класс
$K_y$ (коэффициент упитанности)	2. Оценка по продуктивности и качеству потомства
Особенности экстерьера	Выход личинок
	Выход сеголетков
	Выход годовиков из зимовки
	Класс
	3. Суммарный класс
Ф. И. О. бонитера 20... г.	4. Качество спермы, баллы
Ф. И. О. бонитера 20... г.	
Ф. И. О. бонитера 20... г.	

При бонитировке ремонтного поголовья учитывают класс родителей, причем предпочтение отдают качеству самок. Класс по массе определяют путем сравнения фактической массы с зональными стандартными показателями. Устанавливают суммарный класс ремонтного поголовья на основании сопоставления класса по происхождению и массе.

При племенной работе необходимы длительные наблюдения за отдельными особями, что невозможно без мечения.

**Мечение племенных рыб.** Различают серийное и индивидуальное мечение рыб. Серийное (групповое) мечение применяют при маркировке групп, различающихся по происхождению, возрасту, полу. Индивидуальное мечение, при котором каждая особь имеет свою метку, необходимо для паспортизации производителей, а также при специальных работах, таких как оценка производителей по потомству, изучение возрастной и сезонной динамики селекционных признаков и т.п.

Мечение рыб проводят при весеннем учете племенного материала. Маркировку рыб по породной принадлежности и возрасту можно начинать с 2 – 3-годовалого возраста. Однако у молодых рыб в связи с их относительно быстрым ростом метки быстро исчезают и требуют ежегодного обновления. Самцов метят обычно в 3 – 5-летнем возрасте при четком проявлении половых признаков.

Рыб метят следующими способами: подрезанием плавников, нанесением меток красителями, термальным клеймением и криоклеймением, прикрепление различных пластиковых меток.

**Подрезание плавников** (грудных, брюшных, хвостового) – наиболее простой способ группового (серийного) мечения. Плавники подрезают примерно на 3/4 длины лучей прямыми ножницами. В течение первого же сезона выращивания рыб плавники отрастают, но на месте среза остается рубец, который заметен в течение нескольких лет. При мечении этим способом разнополых групп принято самкам подрезать верхнюю лопасть, а самцам – нижнюю лопасть хвостового плавника. Разновозрастные группы маркируют путем нанесения метки на одном из парных плавников: грудном правом, грудном левом, брюшном левом. Следует иметь в виду, что подрезание грудных плавников может несколько снизить выживаемость рыб, особенно у групп младшего возраста (рис. 49).

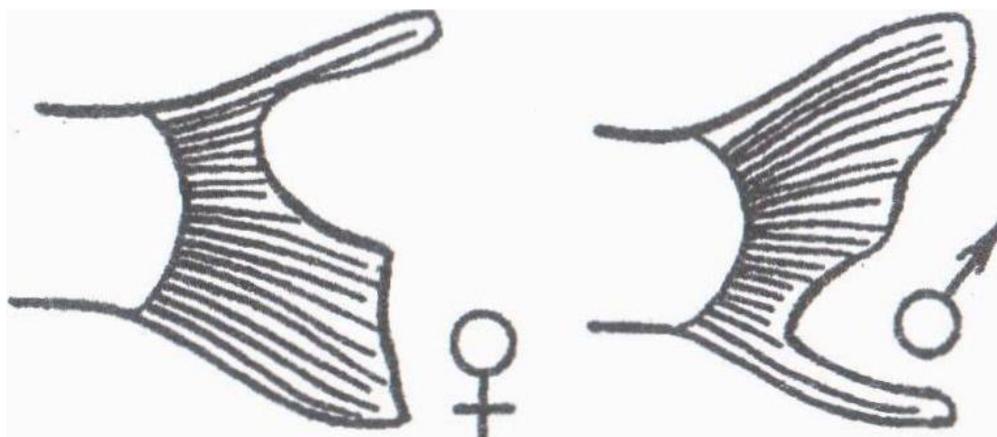


Рисунок 49 – Мечение рыб методом подрезания плавников.

**Нанесением меток красителями.** Для этого используют 4-процентные водные растворы холоднорастворимых активных красителей, используемых в текстильной промышленности. Раствор красителя вводят с помощью медицинского шприца с иглой в чешуйчатые кармашки (у чешуйчатых рыб) или под верхний эпителиальный слой кожи (у рыб с редуцированным чешуйчатым покровом). На месте введения образуются яркие пятна соответствующего цвета, которые остаются хорошо заметными у старших групп ремонта и производителей практически в течение всей жизни.

Подкожную инъекцию растворов красителей используют как для индивидуального мечения рыб, так и для группового (серийного).

При индивидуальном мечении рыб используют растворы оранжевого, красного и синего красителей. Метки наносят на брюшке по трафаретной системе (рис. 50, 51).

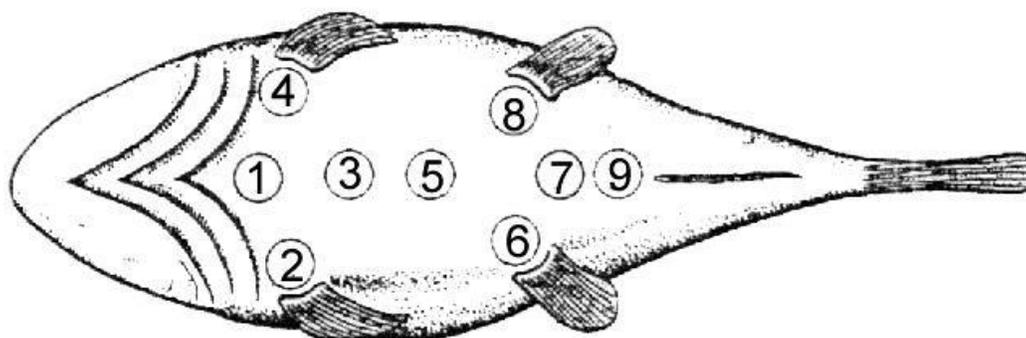


Рисунок 50 – Схема индивидуального мечения рыб красителями

На рисунке точками и цифрами обозначены места введения красителей и соответствующие цифровые значения меток.

При этом место введения красителя соответствует определенной цифре числа (от 1 до 9), а цвет красителя – разряду цифры: синий цвет – единицы, красный – десятки, оранжевый – сотни.

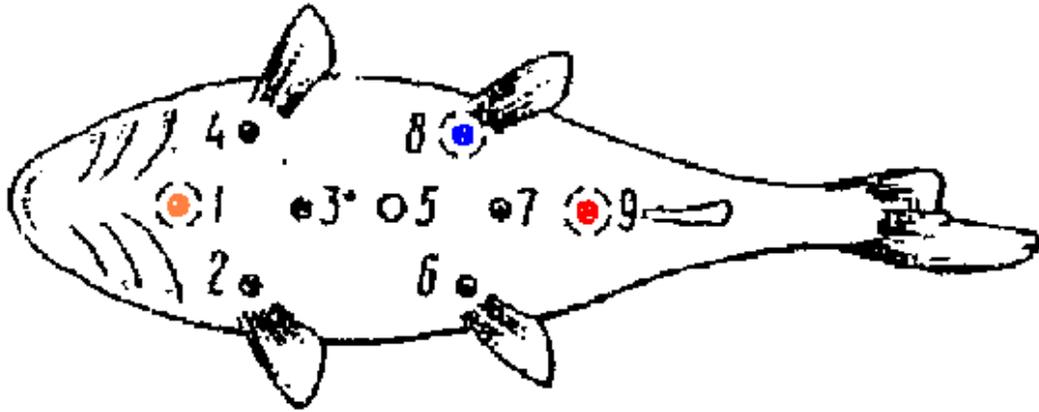


Рисунок 51 – Рыба с индивидуальным номером 198:

1 – оранжевая; 9 – красная; 8 – синяя

Красители применяют также *при групповом (серийном) мечении* разных возрастных групп. В этом случае метки наносят оранжевым красителем в области спины, по определенной трафаретной системе, присваивая каждой рыбе серийный номер от 0 до 9, в зависимости от последней цифры года рождения (рис. 52, 53).

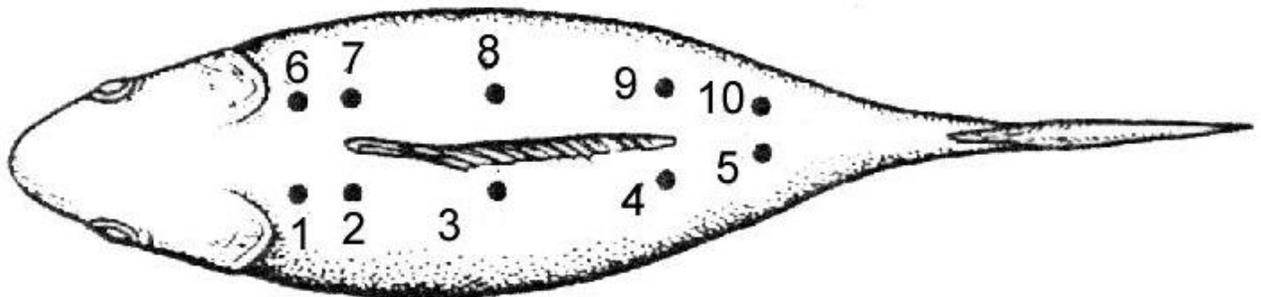


Рисунок 52 – Схема группового мечения рыб разного возраста. Вид рыбы сверху

На рисунке линией посередине тела рыбы изображен спинной плавник. Точками и цифрами обозначены места введения оранжевого красителя. Цифры означают год генерации рыбы.

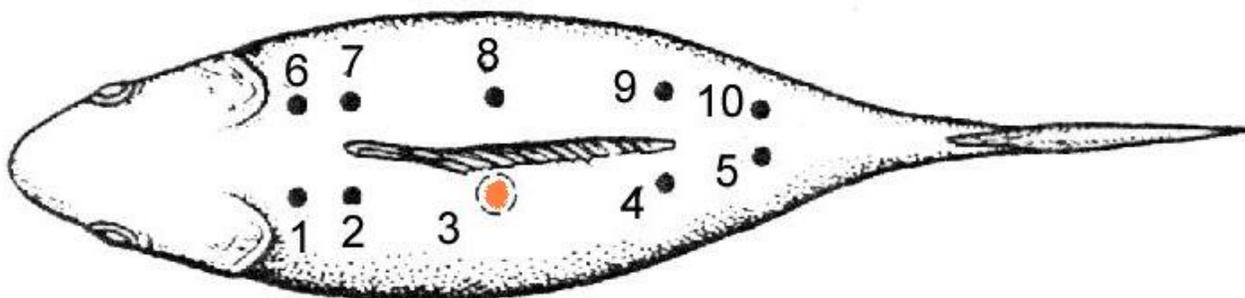


Рисунок 53 – Возрастная метка в группе рыб. Рыба 2023 года рождения

При маркировании групп, различающихся по происхождению, используют растворы красителей любого цвета, вводимые в боковые части тела рыб (ближе к боковой линии).

Метки, нанесенные растворам красителей хорошо различимы в течение нескольких лет.

Метку пола наносят только самцам путем введения раствора красного красителя под чешуйки в области затылка.

#### **Термальным клеймением и криоклеймением**

Для мечения ремонтного поголовья и производителей используют также термальное клеймение и криоклеймение. В первом случае клеймо нагревают, во втором – охлаждают до низких температур с помощью жидкого азота или твердой углекислоты (диоксида углерода). При термальном клеймении применяют специальное приспособление, состоящее из разрезной державки с отверстиями для закрепления матриц со штоком и рукоятки. Матрицы изготавливают из листовой стали и крепят к штокам сваркой (рис. 54).

Приспособление позволяет набрать любую комбинацию, состоящую из трех цифр.

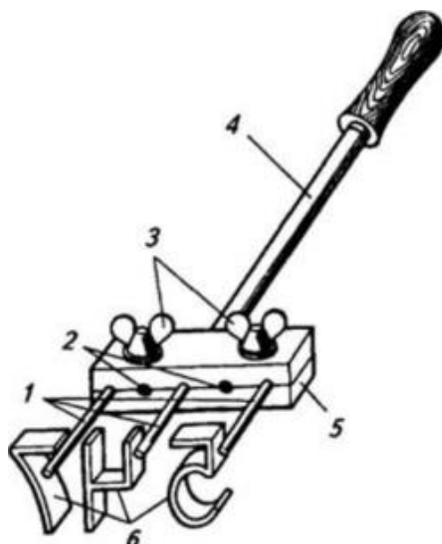


Рисунок 54 – Приспособление для термального мечения рыб:  
1 – штоки; 2 – отверстия для закрепления матриц; 3 – винты; 4 – рукоятка; 5 – державка; 6 – матрицы

Наиболее распространённым способом мечения рыб является прикрепление меток у основания первого луча спинного плавника и к жаберной крышке (рис. 55). Но этот способ малопригоден, поскольку сохранность прикрепленных меток в условиях частого отлова производителей составляет 12 – 15 %. Прикрепление металлических меток к жаберной крышке приводит к ее разрушению и заболеванию жаберного аппарата. Кроме того, рыба, помеченная таким способом, очень беспокоится, трется о дно водоема, камни, коряги, и в большинстве случаев освобождается от метки в течение 1 – 2 недель.

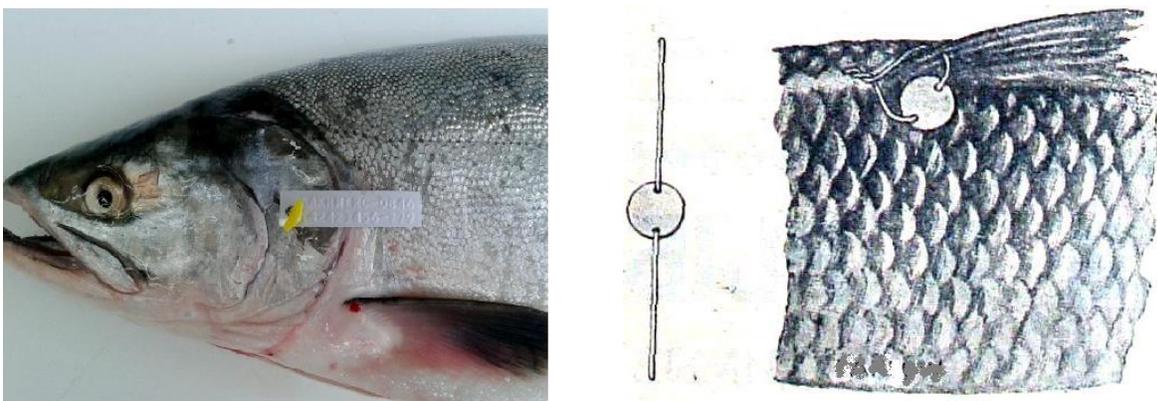


Рисунок 55 – Прикрепленные метки

Наиболее перспективным, современным и точным методом идентификации рыб является чипирование (рис. 56). Чип доступен для сканирования специальным сканирующим прибором сразу после вживления рыбе. Чтобы узнать номер чипа, достаточно поднести сканер к месту, куда внедрен микрочип. Вживление чипа рыбам осуществляется с помощью стерильного одноразового шприца, который входит в комплект с самим устройством.

Устанавливаемые рыбам чипы гарантируют постоянство присвоенного кода на протяжении всей жизни особи, исключают утрату индивидуального номера и обеспечивают безболезненность, гуманность и быстроту внедрения.



Рисунок 56 – Чипирование рыбы

**Задания:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.

2. Заполнить бонитировочную карточку:

Рыбхоз «Пара» Рязанской области разводят карпа «Парской» породы.

Работы по созданию парского карпа были начаты в рыбхозе в 1950 г. по инициативе К.А. Головинской и впоследствии продолжены Ю.П. Бобровой.

Создание парской породы карпа проводили на основе гибридизации местного стада карпа с амурским и астраханским сазанами.

Самка карпа парской породы имеет индивидуальный номер 356, родилась в 2016 году. Бонитировка была проведена в 2021 году.

Самка имеет гармонично-развитое телосложение. У нее хорошо выражены вторичные половые признаки, она имеет мягкое, широкое и округлое брюшко, нежную и гладкую поверхность тела. Масса тела самки при бонитировке составила 3,8 кг, длина тела 52,2 см, длина головы 14,2 см, высота тела 18,6 см, обхват тела 37 см.

Карпы парской породы имеют высокий темп роста, сеголетки достигают массы 45 – 50 г, двухлетки 700 – 800 г, трехлетки 1800 – 2000 г.

Средняя рабочая плодовитость самок парского карпа при заводском методе получения потомства составляет 570 – 700 тыс. шт., при естественном нересте выход личинок от одной самки составляет 400 – 450 тыс. шт. Продуктивность самки номер 356 при заводском методе получения потомства составила 450 тыс. шт. личинок.

Карпы парской породы характеризуются высокой выживаемостью, выход сеголетков от неподрощенных личинок из выростных прудов 40 – 60 %, а от подрощенных личинок 70 – 80 %. У самки номер 356 выход сеголетков от неподрощенных личинок составил 40 %, от подрощенных личинок 70 %.

Выход годовиков из зимовальных прудов достигает 80 – 90 %, а двухлетков из нагульных прудов 80 – 90 %. У самки номер 356 выход годовиков из зимовальных прудов достиг 85 %.

3. Зарисуйте контур рыбы. Сделать на контуре рыб метку при помощи красителя: индивидуального номера (236, 782, 167, 158, 493), года происхождения (2022, 2021, 2013, 2016).

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое инвентаризация и учет?
2. Что такое бонитировка?
3. Какие показатели используют при проведении инвентаризации и бонитировке племенного поголовья карпа?
4. Какие рыбы подлежат выбраковке:
5. Какие индексы телосложения используют при определении экстерьера производителей и как их рассчитывают?
6. По каким показателям определяют племенной класс производителей карпа?
7. Перечислите основные методы мечения рыб?

8. Что такое подрезание плавников?
9. Охарактеризуйте методы клеймения рыб.
10. Обоснуйте целесообразность нанесения меток стойкими красителями.

## 8 ПЕРЕВОЗКА ЖИВОЙ РЫБЫ

### Занятие 17. Расчеты перевозки молоди и товарной рыбы в различных емкостях

**Цель работы:** познакомиться с методами и расчетами по перевозки молоди и товарной рыбы.

#### Общие положения

Перевозка живой рыбы – важное звено в общей цепи рыбоводных мероприятий. В процессе выращивания рыбы возникает необходимость в ее многократных перевозках, связанных с пересадкой рыбы из одних водоемов в другие, специализацией хозяйств, освоением новых объектов рыборазведения и новых водоемов, а также необходимостью доставки выращенной продукции в живом виде в торговую сеть для реализации. Перевозка живой рыбы является сложным и ответственным процессом в технологии выращивания, от которого во многом зависит успех отрасли. При выращивании рыбы в прудовом хозяйстве предусмотрена перевозка рыбы разного возраста из прудов одной категории в пруды другой категории. Товарная рыба за 2 – 3 года выращивания подвергается 5 – 7 перевозкам. При закупке рыбопосадочного, ремонтного материала и производителей в племенных хозяйствах перевозку осуществляют в течение 2 – 3 сут.

При перевозке живой рыбы из одного хозяйства в другое необходимо соблюдать следующие ветеринарные и гидрохимические правила:

- 1) получить разрешение ветеринарного надзора на право перевозки;
- 2) обработать рыбу перед перевозкой солевым или аммиачным дезинфицирующим раствором;
- 3) не вывозить рыбу из хозяйств, неблагополучных по заболеваниям (краснуха, бранхиомикоз, фурункулез, вертеж лососевых, инфекционная анемия и дискотилозофорели); (рыбу, пораженную триходиниозом, хилодонеллезом, дактилогирозом, перевозить после антипаразитарной обработки);
- 4) доставленную рыбу при обнаружении заболевания поместить в изоляторные пруды для лечения;
- 5) не сбрасывать воду, использованную для перевозки рыбы, в водое-

мы.

Перевозят живую рыбу в воде и без воды. Наиболее распространена перевозка живой рыбы в воде. Перед перевозкой рыбу необходимо выдерживать в течение 2 – 10 ч без кормления в чистой проточной воде. Истощенную, побитую и вялую рыбу перевозить нежелательно.

Исход перевозки живой рыбы зависит от качества и объема воды. Качество воды определяется: ее температурой; количеством взвешенных органических и минеральных веществ; количеством растворимых в воде газов (главным образом, кислорода), органических и минеральных веществ; активной реакцией (рН) воды. Емкости следует заполнять чистой, насыщенной кислородом водой, не содержащей вредных и ядовитых веществ, имеющей ту же температуру, что вода в водоеме, где выращивалась рыба. В летнее время температура воды для перевозки большинства теплолюбивых рыб 10 – 12 °С, холодолюбивых 6 – 8 °С. В осенне-весенний период 5 – 6 °С и 3 – 5 °С соответственно.

Это обусловлено, прежде всего, тем, что рыба, перевозимая в прохладной воде, потребляет меньше кислорода, выделяет меньше продуктов обмена, а, следовательно, ее можно перевозить при более высокой плотности посадки. Потребление кислорода в единицу времени также зависит от вида и возраста рыбы. При перевозке рыбы важным показателем является соотношение между массой рыбы и объемом воды (таблица 11).

Таблица 11 – Количество воды для перевозки рыбы

Продолжительность перевозки, ч	Количество воды (литров на 1 кг рыбы)								
	Карп, сазан		Линь		Карась	Щука	Стерлядь	Лещ	Форель
	сеголетки и годовики	старше 2 лет	сеголетки и годовики	старше 2 лет					
До 2	5	3	7	3	2	4	6	7	8
3–4	6	4	8	4	3	5	7	8	9
5–6	7	5	9	5	4	6	8	9	10
7–8	8	6	11	6	5	7	10	11	12
9–10	10	7	14	7	5	9	12	14	15
11–15	13	10	17	10	8	12	15	17	18
16–20	15	12	21	12	10	14	18	21	23
21–24	20	15	26	15	12	18	23	26	28
Свыше 24	25	20	32	20	15	23	28	32	35

Процесс перевозки должен быть построен правильным путем. За 2 ч до транспортировки рыбу отлавливают, осматривают для выявления различных повреждений и отсаживают в отдельную тару. Перевозить поврежденную или больную рыбу нельзя. Нельзя также допускать резких перепадов температуры при смене воды, именно поэтому ее меняют постепенным дозированным доливанием. Аэрирование производят путем взбалтывания воды в таре или с помощью специальных приборов – воздуходувов или мотопомп. Перед загрузкой автоцистерны рыбой воду доводят до необходимой температуры. Для насыщения воды кислородом перед загрузкой за 10 – 15 мин включают компрессор, который постоянно должен работать в течение всего периода транспортирования. Желательно полнее заполнять цистерну водой во избежание гибели рыбы от волнобоя. Вместе с тем необходимо оставлять воздушное пространство высотой 3 – 4 см для выхода отработавшего воздуха.

В пути (особенно во время перевозки рыбы при повышенных температурах воздуха) воду постоянно охлаждают. Для этого применяют чистый натуральный (ни в коем случае не искусственный) лед, который в неплотном ящике или чистой мешковине (марле) помещают над водой транспортной тары. Образующаяся от таяния льда вода стекает в воду и охлаждает ее. Прямо в воду лед класть нельзя, так как он может поранить рыбу, особенно при движении. Очень важно, чтобы во время транспортировки было меньше остановок в пути. Во время движения вода перемешивается и обогащается кислородом, что в известной мере компенсирует его потребление на дыхание рыбы.

При остановках такого перемешивания и обогащения воды кислородом не происходит, а убыль кислорода идет очень быстро. В результате рыба погибает от удушья. Поэтому в пути, помимо естественного обогащения воды кислородом за счет перемешивания (и особенно на стоянках, когда этого не происходит), производят принудительную аэрацию через воду (с помощью распылителей) продувают воздух, чистый кислород, перемешивают воду в таре переливанием или другими возможными способами.

Если охлаждение воды и ее аэрация в пути и на остановках не помогают и рыба чувствует себя плохо (держится все время на поверхности, заглатывая воздух, становится вялой, ложится на бок и т. д.), производят частичную, а иногда и полную смену воды. Для этого воду берут только чистой, без запаха и взвесей и обязательно из открытых водоемов (рек, прудов).

дов, озер). Менее пригодна водопроводная вода, конечно, если она не хлорированная. Не рекомендуется брать воду из колодцев, так как в ней почти нет кислорода.

Грузят рыбу в тару для перевозки осторожно, чтобы не помять и не травмировать ее, но возможно быстрее, чтобы время между началом и концом погрузки было не более часа, максимум 1,5 ч.

При выпуске рыбы из транспортной тары в водоем разница температуры воды в таре и водоеме должна быть не более 1,5 – 2,0 °С для мальков и 3 – 4 °С для годовиков и рыбы старшего возраста.

Поэтому перед выпуском температуру воды в таре уравнивают с такой в водоеме, постепенно доливая воду в тару из водоема, в который высаживается рыба.

Выпускают рыбу в нескольких местах, чтобы она быстрее могла разойтись по всему водоему.

В последнее время для повышения плотности посадки рыбы во время перевозки стали широко использовать анестезирующие препараты. Анестезирующие вещества вводят рыбу в состояние наркоза. У рыб серьезно снижается обмен веществ, газообмен и метаболизм, движения становятся замедленными, рыбы требуют меньше кислорода, и поэтому переносят более плотную посадку, транспортировка при этом не вызывает у них серьезного стресса. Наркотизирующее действие на рыб оказывают следующие препараты: хинальдин, пропоксан, амиленгидрат, комбелен, третичный бутиловый спирт, трихлорбутанол, хлорэтан, менакаин, новокаин. При их использовании плотность посадки перевозимой рыбы увеличивается в 4 – 5 раз.

Физиологическое состояние перевозимой рыбы во многом зависит от концентрации в воде экскрементов, продуктов метаболизма, а также слизи. Для уменьшения негативного влияния этих веществ на организм рыбы применяют абсорбенты. Для абсорбции аммиака используют пермутит, активированный древесный уголь, красноезем, катионит КУ-2, цеолит. Для снижения концентрации катионов (нитратов, нитритов и др.) применяют ионообменные смолы. Наиболее эффективным для поглощения углекислого газа является анионит АВ-17. Использование этих препаратов способствует увеличению продолжительности перевозки и повышению плотности посадки рыб в емкостях.

Живую рыбу можно перевозить и без воды. Для разных возрастных

групп карпа, сазана, карася, клариевого сома продолжительность перевозки может составлять до 4 ч. Рыб перевозят в ящиках, где их размещают в один-два ряда. Необходимым условием при перевозке является регулярное, через 20 – 30 мин, орошение рыб охлажденной водой.

### **Транспортные средства и оборудование для перевозки живой рыбы**

Расстояние, на которое перевозят живую рыбу, может составлять несколько сот метров (внутри хозяйства) и несколько тысяч километров (например, при заселении водоемов западных районов страны рыбами Дальнего Востока). Возрастающий спрос на самую ценную по пищевым качествам живую рыбу требует доставки ее населению в течение круглого года.

Живую рыбу перевозят автомашинами, железнодорожным, водным и авиационным транспортом. В качестве транспортной тары используются как открытые, так и герметические емкости. К емкостям открытого типа относят автоцистерны, съемные контейнеры, чаны, деревянные ящики, специальные суда и вагоны, ваннные и изотермические контейнеры; к закрытым - полиэтиленовые пакеты.

#### **Автомашины для перевозки живой рыбы**

Автомобильный транспорт – наиболее распространенный способ перевозки живой рыбы. Для этих целей используются автомобили, оснащенные контейнерами, бочками, живорыбными цистернами и механизмами, обеспечивающими поддержание жизнедеятельности рыбы. Они объединяются в общее название – автомашины «Живая рыба». На автомобиле ЗИЛ-164 монтируется автоцистерна АЦЖР-3 вместимостью 3000 л, имеющая две верхние изотермические крышки (рис. 57). В задней верхней части стенки имеется водомерное стекло, а в нижней части люк для выгрузки рыбы. Обогащение воды кислородом осуществляется воздушным компрессором производительностью 10 м<sup>3</sup>/ч, работающим от основного двигателя автомашины. При перевозке рыбы в холодных условиях в цистерну подается теплый воздух из теплообменника, а в жаркое время добавляется лед, перевозимый в специальном отсеке.

Перед загрузкой автоцистерны рыбой воду доводят до необходимой температуры. Для насыщения воды кислородом перед загрузкой за 10 – 15 мин включают компрессор, который постоянно должен работать в течение всего периода транспортирования. Желательно полнее заполнять

цистерну водой во избежание гибели рыбы от волнобоя. Вместе с тем необходимо оставлять воздушное пространство высотой 3 – 4 см для выхода отработанного воздуха.



Рисунок 57 – Автоцистерна для перевозки живой рыбы АЦЖР-3

Незначительно отличается от АЦЖР-3 автоцистерна АЦТП-2,8 (рис. 58). Она смонтирована на шасси автомобиля ГАЗ-53А6. Вместимость цистерны составляет 2800 л. Обогащение кислородом воды осуществляется воздушным компрессором производительностью 10 м<sup>3</sup>/ч. В передней части автоцистерны находится отсек для хранения до 100 кг льда. Принцип загрузки и выгрузки рыбы такой же, как и в автоцистерне АЦЖР-3. Однако цистерна АЦТП-2,8 на 2 т тяжелее.



Рисунок 58 – Автоцистерна для перевозки живой рыбы АЦТП-2,8

Существуют специализированные живорыбные машины, обеспечивают высокую надежность при перевозке живой рыбы. Например, живорыбный прицеп фирмы «Koegel». На нем установлены 12 стеклопла-

стикových термоизолированных контейнеров вместимостью по 2 м<sup>3</sup>. Контейнеры имеют два люка для погрузки-выгрузки рыбы и сливные трубы. Прицеп оборудован двумя сосудами для жидкого кислорода вместимостью 185 л каждый. Из сосудов жидкий кислород поступает в испаритель, откуда в газообразном состоянии через редуктор и регуляторы расхода (ротаметры) подается в контейнеры. В качестве распылителей кислорода используются перфорированные резиновые армированные шланги. На прицепе установлены также два винтовых компрессора с приводом от собственных дизельных двигателей. Подача воздуха в контейнеры осуществляется по воздушной магистрали, не связанной с кислородной системой. Регулировка расхода воздуха в контейнерах осуществляется с помощью шаровых кранов. Распыление воздуха происходит через перфорированные металлические трубки. Для аэрации воды на стоянке на прицепе имеется третий винтовой компрессор с приводом от электродвигателя. Для регулирования температуры на прицепе установлена система кондиционирования воздуха, способная летом охлаждать воздух под тентом, а зимой подогревать его. Зимой теплый воздух забирается из-под тента, а при прохождении через воду отдает ей свое тепло. За счет этого даже в сильные морозы температура воды в контейнерах не опускается ниже 1 – 3 °С. Платформу с установленными контейнерами закрывают плотным тентом. Летом воздух под тентом имеет температуру ниже температуры воздуха окружающей среды на 10 – 15 °С (рис. 59).



Рисунок 59 – Живорыбные прицепы фирмы «Koegel»

### **Железнодорожный транспорт для перевозки рыбы**

При перемещении больших партий живой рыбы идеальным вариантом становится железная дорога. Для безопасного рыбного транзита ис-

пользуют вагоны и цистерны, предназначенные для этого.

Для перевозки рыбы железнодорожным транспортом используют вагоны типов В-20 и В-329, оснащенные двумя резервуарами общей вместимостью 29 – 30,5 т (рис. 60). Вода аэрируется с помощью 120 форсунок и в виде мелких капель попадает в резервуары. В этих резервуарах можно перевозить в осенне-зимний период до 8 – 12 т товарной рыбы. Предварительно воду в резервуарах нужно проаэрировать в течение 1 ч и не выключать аэрационную систему во время погрузки рыбы. В пути необходимо удалять снулую рыбу. При перевозке молоди рыб массой 1–20 г всасывающие клапаны насосов и резервуаров обтягивают мелкоячейной капроновой делью или латунной сеткой, для того чтобы не допустить попадания рыбы в магистральные трубы аэрационной системы и избежать засорения форсунок. Вода охлаждается в холодильной установке. Два насоса производительностью 15 л/с перекачивают воду по замкнутому циклу, при этом она очищается от взвесей и слизи и обогащается кислородом.



Рисунок 60 – Перевозка рыбы железнодорожным транспортом

Количество перевозимой рыбы зависит от ее индивидуальной массы, температуры воды, содержания кислорода. Так, например, плотность посадки карповых рыб средней массой 20 г при содержании кислорода 5 мг/л, температуре 10 °С составляет 1100 кг, при 15 °С – 570 кг. Для рыб средней массой 500 г при тех же условиях плотность посадки будет соответственно 2800 и 1400 кг.

**Водный транспорт.** Перевозка по водным направлениям осуществ-

ляется живорыбными баржами, лодками со специально оборудованными плавучими резервуарами из рыболовных сетей.

**Авиатранспорт.** Живую рыбу (чаще молодь) на большие расстояния перевозят авиатранспортом.

Для перевозки авиатранспортом применяются изотермические контейнеры и герметические емкости. В первых перевозят оплодотворенную икру, молодь рыб и кормовые организмы.

Контейнеры изготавливают из пенопластовых плит. Масса загруженного контейнера 30 – 40 кг. Размеры контейнера (158X51X46 см) позволяют производить погрузку через все люки самолетов различных типов. Внутри контейнера помещают рамки, обтянутые металлической сеткой, или марлей, или хамсоросом в зависимости от назначения контейнера.

Среди герметических емкостей наиболее широкое применение получили полиэтиленовые пакеты (рис. 61).

Существует два типа пакетов: стандартные (емкостью 40 л) и крупногабаритные (до 300 л), согласно размерам перевозимых рыб. Пакеты изготавливаются из полиэтиленового рукава шириной 40 – 80 см, толщиной 0,07 – 0,15 мм; стандартный пакет объемом 40 л изготавливают из рукава шириной 50 см, длиной 95 см. Для увеличения надежности пакетов их изготавливают из нескольких слоев.

В пакет с водой помещают рыбу и вставляют в него резиновую трубку длиной 5 – 6 см. Конец пакета обертывают изоляционной лентой и надевают на него зажим. Освободив пакет от воздуха, присоединяют к резиновой трубке шланг от кислородного баллона и подают кислород; заполненный пакет герметизируют с помощью зажима или других приспособлений и помещают в картонную коробку. Упакованный таким образом пакет можно транспортировать на любые расстояния. Если во время транспортировки ожидается резкая смена температуры, то в картонные коробки вокруг пакетов следует помещать теплоизоляционный материал (вату, поролон, бумагу). Для охлаждения воды в коробки закладывают лед, упакованный в полиэтиленовые пакеты.

Больших особей перемещают под анестезией. Это уменьшает стресс от переезда, и уменьшает риск травмирования.



Рисунок 61 – Перевозка рыбы в пакетах

При выпуске рыбы пакеты помещают в водоем и вскрывают их после выравнивания температуры воды в пакете с температурой воды в водоеме.

### **Пример расчета перевозки рыбы**

Требуется перевезти 180 тыс. годовиков карпа средним весом 36 г, 220 линей-производителей средней массой 0,7 кг и 90 карпов производителей средней массой 5,5 кг. Длительность перевозки 8 ч.

Определить количество рейсов автомашины, вмещающей 4 т груза.

1. Рассчитать общую массу перевозимых карпов-годовиков:

$$0,036 \times 180000 = 6480 \text{ кг.}$$

2. Рассчитать количество воды, необходимое для перевозки годовиков:

$$6480 \times 8 = 51840 \text{ кг.}$$

3. Рассчитать общую массу перевозимого груза:

$$6480 + 51840 = 58320 \text{ кг.}$$

4. Рассчитать общую массу линей-производителей:

$$220 \times 0,7 = 154 \text{ кг.}$$

5. Рассчитать количество воды для перевозки линей:

$$154 \times 6 = 924 \text{ кг.}$$

6. Рассчитать общую массу перевозимых линей и воды:

$$154 + 924 = 1078 \text{ кг.}$$

7. Рассчитать общую массу карпов-производителей:

$$90 \times 5 = 450 \text{ кг.}$$

8. Рассчитать количество воды для перевозки карпов-производителей:

$$450 \times 6 = 2700 \text{ кг.}$$

9. Рассчитать общую массу карпов-производителей и воды:

$$450 + 2700 = 3150 \text{ кг.}$$

Производителей и линей и карпов можно перевозить совместно, а карпов-годовиков отдельно.

10. Рассчитать количество рейсов для перевозки карпов-годовиков:

$$58320 : 4000 = 15 \text{ рейсов.}$$

11. Рассчитать количество рейсов для перевозки карпов-производителей и линей:

$$1078 + 3150 = 1 \text{ рейс.}$$

### **Задания:**

1. Познакомиться с содержанием темы, изучить тему, сделать краткий конспект.

2. Хозяйство закупило 25 тыс. годовиков карпа средней массой 26 г, 10 тыс. годовиков форели средней массой 18 г и 70 голов карпов-производителей средней массой 5 кг. Перевозка рыбы будет осуществлена на молоковозе, в цистернах емкостью 3 т. Продолжительность перевозки – 10 ч. Рассчитать, сколько необходимо сделать рейсов.

### **Контрольные вопросы**

1. Для каких целей осуществляются межхозяйственные перевозки рыб?

2. Для каких целей осуществляются внутрихозяйственные перевозки рыб?

3. Какие ветеринарные и гидрохимические правила соблюдаются при перевозке рыбы?

4. Какими показателями определяется качество вода при перевозке рыбы?

5. При какой температуре перевозится рыбы?

6. Как перевозится рыба без воды?

7. Какой транспорт используется для перевозки живой рыбы?

8. Какой автомобильный транспорт используется для перевозки живой рыбы?

9. Как перевозится рыба железнодорожным транспортом?

10. Как перевозится рыба авиатранспортом?

## Литература

1. Асанов, А.Ю. Значение зоотехнии в развитии регионального рыбоводства / А.Ю. Асанов, А.А. Галиуллин / Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сб. материалов VI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Чебоксары, 15 ноября 2022 г.) – Чебоксары, 2022. – С. 336-339.
2. Асанов, А.Ю. Развитие рыбоводства в Пензенской области / А.Ю. Асанов // Рыбоводство – 2020 – №1-2. – С. 26-29.
3. Асанов, А. Ю. Аквакультура (рыбоводство) / А. Ю. Асанов // Энциклопедия Пензенской области – 2019, с. 24.
4. Бестаева Р.Д., Кебеков М.Э., Дзеранова А.В., Демурова А.Р., Битиева И.А. Производство и переработка продукции рыбоводства / Методические указания для лабораторно-практических занятий / Р.Д. Бестаева, М.Э. Кебеков, А.В. Дзеранова, А.Р. Демурова, И.А. Битиева / – Владикавказ: ФГБОУ ВО «Горский ГАУ», 2019. - 136 с.
5. Богданов, Н.И. Прудовое рыбоводство. – 4-е издание. / Н.И. Богданов, А.Ю. Асанов – М.: Издательство «Перо», 2019 г. – 89 с.
6. Богданов Н. И. Прудовое рыбоводство / Н. И. Богданов, А. Ю. Асанов. – 3-е изд., доп. – Пенза, 2011. – 89 с.
7. Власов В. А. Технология производства продукции биоресурсов: учебник / В. А. Власов, А. В. Жигин. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 400 с.: ил.
8. Ворошилина З.П., Саковская В.Г., Хрусталева Е.И. Товарное рыбоводство. Практикум (второе издание, переработанное и дополненное). Учебное пособие. – Калининград: Калининградский государственный технический университет, 2005, – 275с.
9. Иванов, В. П. Ихтиология: лабораторный практикум: учебное пособие / В. П. Иванов, Т. С. Ершова. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 352 с.
10. Кучко, Тамара Юрьевна. Методы получения половых продуктов от производителей рыб: учебное пособие для студентов эколого биологического и агротехнического факультетов / Т. Ю. Кучко; М-во науки и образования Рос. Федерации, федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования Петрозавод. гос. ун-т. – Петрозаводск: Издательство ПетрГУ, 2015. – 63 с.

11. Комлацкий В. И. Рыбоводство: учебник для вузов / В. И. Комлацкий, Г. В. Комлацкий, В. А. Величко. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 200 с.
12. Методы экологических исследований водоемов Арктики: монография / С. С. Сандимиров [и др.]. – Мурманск: Изд-во МГТУ, 2019. – 180 с.
13. Основы рыбоводства: Практикум. Часть 1. Биология и хозяйственная характеристика рыб / О.Л. Янкина; ФГБОУ ВО ПГСХА. - Уссурийск, 2019. - 75 с.
14. Основы рыбоводства. Практикум. Часть 2. /Сост.: О.Л. Янкина; ФГБОУ ВО ПГСХА – Уссурийск, 2016. – 120с.
15. Пономарев, С. В. Индустриальное рыбоводство: учебник / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 448 с.
16. Рыжков Л. П. Основы рыбоводства: учебник для вузов / Л. П. Рыжков, Т. Ю. Кучко, И. М. Дзюбук. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 528 с.
17. Рыбоводство: учебное пособие / составитель А. С. Давыдова – пос. Караваяево: КГСХА, 2021. – 87 с.
18. Товарное рыбоводство: учебное пособие / С. У. Темирова, Т. А. Нечаева. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2021. – 178 с.
19. Технические средства аквакультуры: учебное пособие / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2016. – 138 с.
20. Учебно-методическое пособие по рыбоводству (лабораторные занятия): учебно-методическое пособие / составители А. Б. Хабжоков, С. Ч. Казанчев. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2019. – 90 с.
21. Фаритов Т. А. Кормление рыб: Учебное пособие. – СПб.:Издательство «Лань», 2022. – 352 с.
22. Хабжоков А. Б. Биологические основы развития аквакультуры в Кабардино-Балкарской республике на современном этапе / А.Б. Хабжоков, С.Ч. Казанчев, З.С. Шибзухова, Л.А. Казанчева. Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2019. 136 с.

Учебное издание

Зыкина Елена Анатольевна

Рыбоводство

Учебное пособие

Компьютерная вёрстка Е.А. Зыкиной  
Корректор Л.Н. Каменская

Дата подписания к использованию 1.03.2023 Уч. изд. – 8,37  
№5 в реестр электронных ресурсов ПГАУ  
Объём издания – 3,64 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет» 440014, Пенза, ул. Ботаническая, 30, [www.pgau.ru](http://www.pgau.ru)