

Ю. А. ПРИВЕЗЕНЦЕВ

ПРАКТИКУМ ПО ПРУДОВОМУ РЫБОВОДСТВУ

Допущено Главным управлением
высшего и среднего
сельскохозяйственного образования
Министерства сельского хозяйства СССР
в качестве учебного пособия
для студентов высших сельскохозяйственных
учебных заведений
по специальности «Зоотехния»



Москва «Высшая школа» 1982

ОГЛАВЛЕНИЕ

Рецензенты:

кафедра прудового рыбоводства Херсонского
сельскохозяйственного института (зав. кафедрой
А. К. Чижик); кафедра ихтиологии и рыбоводства ВЗИПП
(зав. кафедрой проф. П. А. Моисеев); проф. Г. Д. Поляков
(Институт морфологии животных АН СССР)

Привезенцев Ю. А.

П75 Практикум по прудовому рыбоводству: Учеб.
пособие для зооинженерных фак. с.-х. вузов. — М.:
Высш. школа, 1982.—208 с., ил.

40 к.

Предлагаемый практикум — первое специализированное руководство по прудовому рыбоводству. Он разделен на главы, соответствующие основным разделам курса; включает сведения о биологии рыб, производственных процессах прудового рыбоводства и методах его интенсификации, племенной работе и пр. Это позволит студентам выполнять практические работы с параллельным изучением основных положений курса.

Книга может быть использована студентами ветеринарных факультетов, где читается общий курс по прудовому рыбоводству, а также работниками прудовых хозяйств.

ББК 47.2

636

П 4002030100—361 65—85
001(01)—82

Юрий Алексеевич Привезенцев

ПРАКТИКУМ ПО ПРУДОВОМУ РУКОВОДСТВУ

Редактор Ю. А. Елков. Младший редактор И. М. Павлова.
Художник А. И. Шавард. Художественный редактор Г. А. Коленкова.
Технический редактор Н. В. Яшукова. Корректоры Г. Н. Буханова,
Г. И. Кострикова

ИБ № 3045

Изд. № Е-379. Сдано в набор 10.03.82. Подп. в печать 25.05.82.
Т-03798. Формат 84×108^{1/32}. Бум. тип. № 3. Гарнитура литературная.
Печать высокая. Объем 10,92 усл. печ. л. 11,13 усл. кр.-отт. 11,53 уч.-
изд. л. Тираж 10 000 экз. Зак. № 51. Цена 40 коп.

Издательство «Высшая школа», Москва, К-51, Неглинная ул., д. 29/14

Владимирская типография «Союзполиграфпрома» при Государственном
комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

© Издательство «Высшая школа», 1982

Введение	4
Глава 1. Биология рыб	5
Анатомия и физиология рыб (5). Систематика рыб и их определение (11). Основные звенья жизненного цикла рыб (13). Размножение рыб (14). Рост и развитие рыб (16). Питание рыб (28). Биологическая и хозяйственная характеристика основных видов рыб (33)	
Глава 2. Вода как среда обитания рыб	45
Методы изучения гидрохимического режима водоемов (46). Физические свойства воды и их определение (50). Химический состав воды и методы его изучения (52). Определение свободной углекислоты, карбонатов и бикарбонатов (57). Определение рН воды (62)	
Глава 3. Естественная рыбопродуктивность прудов	66
Методы исследования кормовой базы прудов (66). Методы измерения первичной продукции (74). Определение видового состава, численности и биомассы фитопланктона (80). Определение видового состава, численности и биомассы зоопланктона (85). Определение видового состава, численности и биомассы бентоса (93). Оценка результатов гидробиологических исследований (98)	
Глава 4. Устройство прудового рыбоводного хозяйства	100
Типы и системы рыбоводных хозяйств (100). Категории рыбоводных прудов (102). Расчет площадей прудов различных категорий (106). Гидротехнические сооружения в прудовом хозяйстве (109). Расчет водопотребления в прудовом хозяйстве (114)	
Глава 5. Производственные процессы в тепловом прудовом хозяйстве	119
Содержание производителей и ремонтного молодняка (119). Получение личинок (121). Методы подращивания личинок (130). Выращивание посадочного материала (133). Зимовка посадочного материала (135). Выращивание товарной (столовой) рыбы (137). Расчет посадки рыбы в выростные и нагульные пруды (139)	
Глава 6. Методы интенсификации прудового рыбоводства	141
Удобрение рыбоводных прудов (141). Кормление рыбы (149). Выращивание рыб в поликультуре (163). Разведение и выращивание растительных рыб (164)	
Глава 7. Племенная работа в рыбоводстве	173
Методы выращивания племенного молодняка и производителей (174). Отбор племенного молодняка и производителей (175). Подбор производителей (180). Гибридизация в рыбоводстве (181). Мечение рыб (182). Рыбоводные расчеты (183)	
Глава 8. Комбинированные и специальные виды тепловодного прудового хозяйства	185
Рыбоводство на торфяных карьерах (186). Рысо-рыбное хозяйство (186). Рыбоводно-утиное хозяйство (187). Выращивание рыбы с использованием геотермальных и сбросных вод тепловых электростанций (189)	
Глава 9. Холодноводное (форелевое) прудовое хозяйство	191
Содержание маточного стада (192). Получение личинок (192). Выращивание молоди и столовой рыбы (194). Рыбоводные расчеты (197)	
Глава 10. Перевозка живой рыбы	201
Транспортные средства и оборудование (202). Расчеты, применяемые при перевозке рыбы (209)	

ПРЕДИСЛОВИЕ

В постановлении июльского (1978) Пленума ЦК КПСС «О дальнейшем развитии сельского хозяйства СССР» подчеркивается, что главная задача сельского хозяйства — всестороннее, динамичное развитие и значительное повышение эффективности всех отраслей, надежное снабжение страны продовольствием и сельскохозяйственным сырьем.

Важную роль в питании человека занимают рыба и рыбные продукты. В последние два десятилетия улов рыбы в нашей стране неуклонно рос. Основной прирост добычи рыбы был получен за счет океанического рыболовства. Однако запасы рыбы в морях и океанах не безграничны. Снижение ресурсов и ограничение зон океанического рыболовства ставят задачу быстрее развития и рационального использования внутренних водоемов для рыбоводства.

В основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года записано: «Нарастающими темпами развивать производство рыбы в прудовых, садковых, озерных и других рыбоводных хозяйствах, обеспечить рост производства продукции в этих хозяйствах в 1,8—2 раза».

Перспективы развития прудового рыбоводства в стране чрезвычайно велики, особенно в колхозах и совхозах. Опыт передовых колхозов и совхозов показывает, что прудовое рыбоводство — высокопродуктивная и доходная отрасль. Развитие ее идет по пути специализации и концентрации производства, дальнейшего повышения уровня интенсификации, внедрения новых промышленных методов выращивания рыбы, механизации производственных процессов.

Все это требует совершенствования подготовки специалистов, ознакомлению их с современной технологией ведения рыбоводства. Решению этой задачи будет способствовать и предлагаемый «Практикум» — первое специализированное руководство по прудовому рыбоводству для зооинженерных факультетов.

Глава I

БИОЛОГИЯ РЫБ

АНАТОМИЯ И ФИЗИОЛОГИЯ РЫБ

Среди позвоночных животных рыбы — наиболее богатая видами группа, включающая около 22 тыс. ныне живущих представителей. Различные абиотические и биотические условия жизни рыб определяют и большое их разнообразие. Однако наряду с большим разнообразием в строении и образе жизни у них есть общие черты, определяемые приспособленностью к жизни в воде. Общим наиболее характерным признаком рыб являются жабры (через них для дыхания проходит вода с растворенным в ней кислородом), а также плавники — органы движения и кожа с многочисленными железами, которые выделяют слизь, снижающую трение при движении рыбы в воде.

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

Внешние признаки рыб имеют большое значение при их определении. Основные части тела — голова, туловище, хвост, плавники — сильно варьируют у разных видов по размеру и форме. Весьма разнообразна в связи с этим и форма тела рыб. Рыбы, приспособленные к длительному плаванию в толще воды (тунцы, лососевые, сельдевые), имеют веретенообразную, хорошо обтекаемую форму тела; рыбы, не приспособленные к длительному передвижению и развивающие большую скорость на коротком расстоянии, — стреловидную форму с непарными плавниками, отодвинутыми назад (хищники — щука, сарган). Встречаются рыбы и со змеевидной, лентовидной, плоской, шаровидной формами тела (рис. 1).

С разнообразием питания рыб тесно связаны форма головы и строение ротового аппарата. Различают следу-

ющие положения рта: верхний (планктонояды), конечный (хищники), нижний (бентосояды), а также переходные типы — полуверхний и полунижний (рис. 2). У многих рыб рот выдвижной, благодаря чему они могут отыскивать и брать пищу в иле (сазан, карп, лещ). Не-

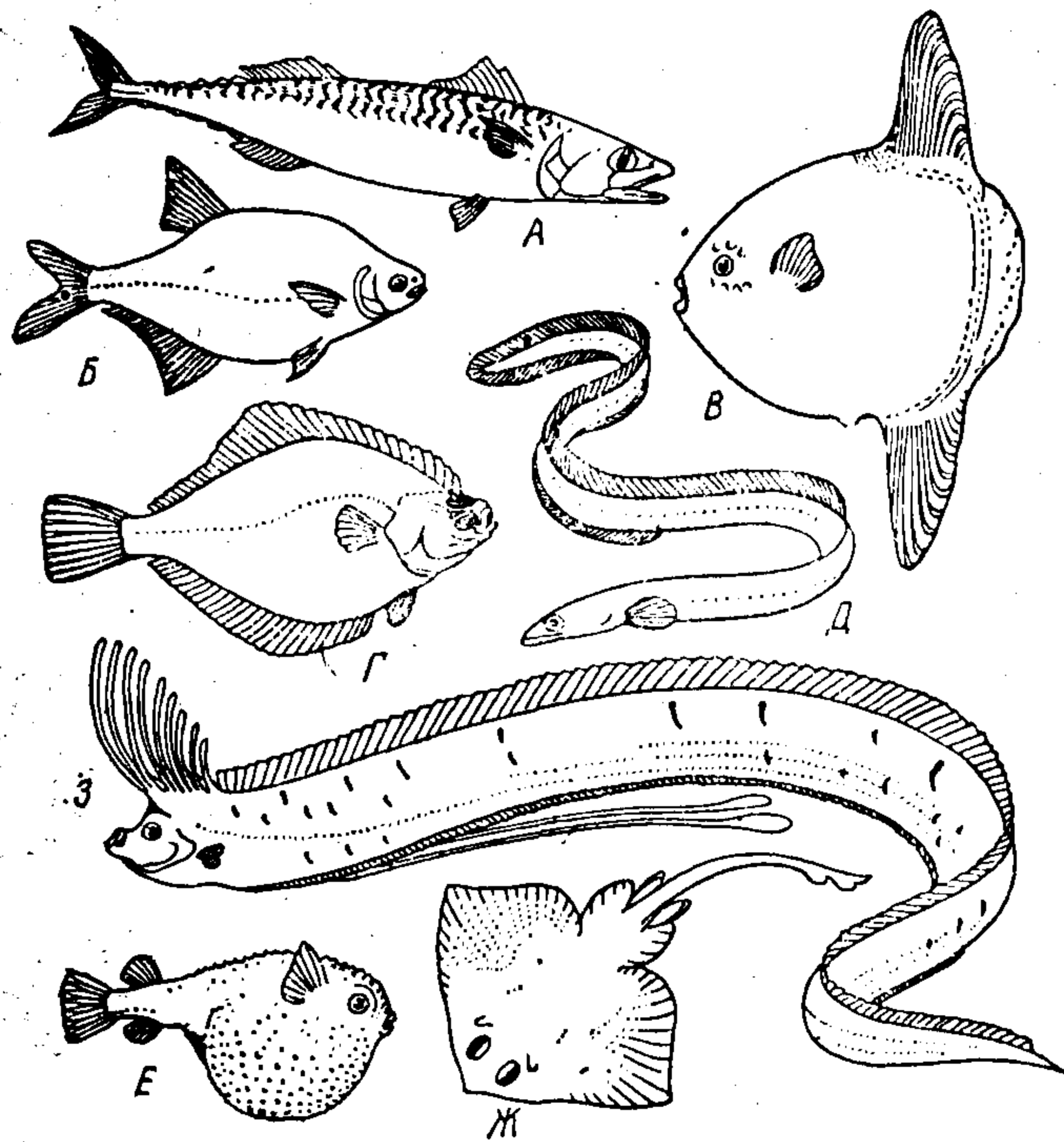


Рис. 1. Формы тела рыб:

А — скумбрия; Б — лещ; В — луна-рыба; Г — камбала; Д — угорь; Е — кузовок; Ж — скат; З — сельдяной король

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

На туловище и хвосте рыб расположены плавники: парные — грудные и брюшные и непарные — спинной, анальный и хвостовой. Лососевые между спинным и хвостовым плавниками имеют жировой плавник.

Кожа рыб состоит из двух слоев: наружного — эпидермиса и внутреннего — собственно кожи, или дермы.

Через кожу происходит частичное выделение конечных продуктов обмена веществ и поглощение некоторых компонентов из внешней среды (кислорода, солей и т. д.). Выделяемая кожей слизь не только уменьшает трение тела о воду, но и предотвращает попадание в организм паразитов и бактерий, так как обладает бактерицидными свойствами, регулирует проникновение воды и солей, вы-

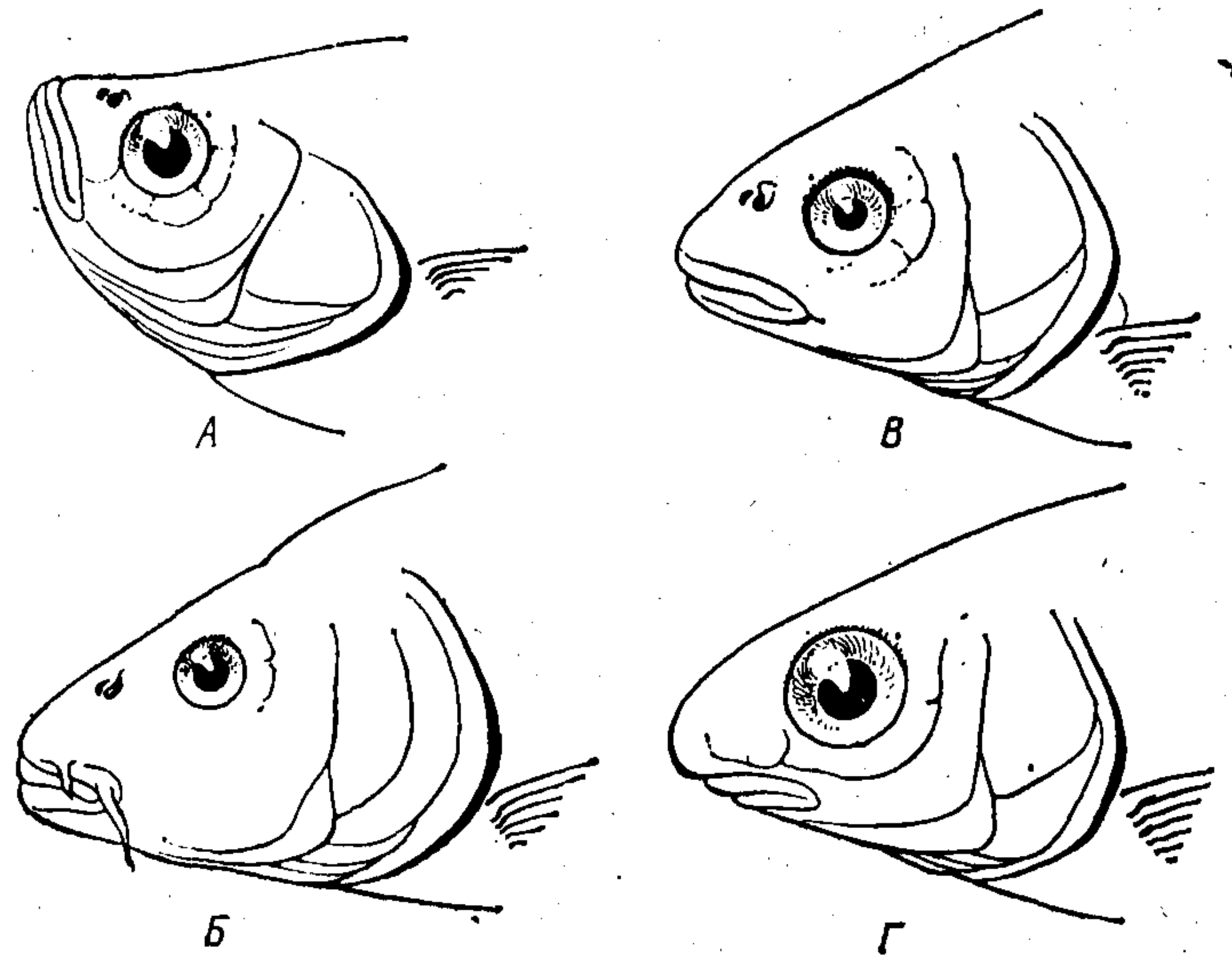


Рис. 2. Положение рта у карповых рыб:

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

деляет специфический видовой запах и т. д. В коже возникают костные образования — чешуи. Основное назначение чешуи — механическая защита тела. У костистых рыб различают две формы чешуи: циклоидная — округлая с гладкими краями (карп) и ктеноидная — с зазубренным задним краем (судак, окунь). Чешуя располагается по телу рядами. Число рядов и количество чешуек в продольном ряду являются систематическими признаками. Костная чешуя не сменяется и растет, как и рыба, в течение всей ее жизни. По годовым кольцам на чешуе можно определить возраст и темп роста рыбы.

Внутренний скелет состоит из осевого скелета, скелета головы, грудного и тазового поясов и плавников.

Органы дыхания. Большинство рыб дышит растворенным в воде кислородом, но есть рыбы, использующие дополнительно и кислород атмосферы (змееголов, выюн и др.). Газообмен происходит в жабрах. В процессе эволюции для переноса колебания кислородного режима водоемов появились способность кожи использовать растворенный в воде кислород (кожное дыхание) и способность плавательного пузыря, кишечника и специальных добавочных органов дыхания использовать атмосферный воздух. У эмбрионов и личинок, когда жаберный аппарат еще не сформирован, а кровеносная система уже функционирует, органами дыхания служат сеть капилляров на желточном мешке, в плавниковой кайме, жаберной крышке и наружные жабры. Эти временные органы впоследствии исчезают.

Кровеносная система. У рыб один круг кровообращения. Сердце двухкамерное с одним желудочком и одним предсердием. Рассмотрим схему кровообращения. Венозная кровь, наполняющая сердце, при сокращении желудочка выбрасывается вперед, по брюшной аорте доходит до приносящих жаберных артерий и поднимается в жабры. В жаберных лепестках кровь проходит через капилляры и, обогащаясь кислородом, поднимается по уносящим сосудам в корни аорты. От спинной аорты идут ветви к органам. Во всех органах и тканях артерии распадаются на капилляры, образующие, например, воротные системы печени и почек. Затем капилляры собираются в вены, которые, сливаясь во все более крупные, проводят кровь к венозному синусу, из которого она поступает в сердце (рис. 3).

Органы пищеварения. В пищеварительном тракте рыб различают ротовую полость, глотку, пищевод, желудок и кишечник, заканчивающийся анусом. К органам пищеварения относятся печень и поджелудочная железа. Ротовая полость обычно снабжена зубами. У нехищных рыб на челюстях зубов нет, но на пятой жаберной дуге имеются широкие, большие глоточные зубы, которые вместе с расположенным на нижней стороне черепной коробки «жерновком» служат для перетирания пищи. Наиболее развиты глоточные зубы у карповых рыб. Не все рыбы имеют желудок. У карповых, бычков и некоторых других рыб желудка нет. У некоторых видов, например окуневых и лососевых, ниже границы желудка имеются мешковидные отростки — пилорические придатки.

Строение и длина пищеварительного тракта разнообразна у разных рыб в связи с особенностями потребляемой пищи. У толстолобика, питающегося растительной пищей, длина кишечника превосходит длину тела в 15 раз; у всеядных — карася и карпа — в 2—3 раза; у хищных — щуки, окуня, судака составляет 0,6—1,2 длины тела.

Нервная система и органы чувств. В нервной системе выделяют центральную — головной и спинной мозг — и периферическую — отходящие от головного и спинного

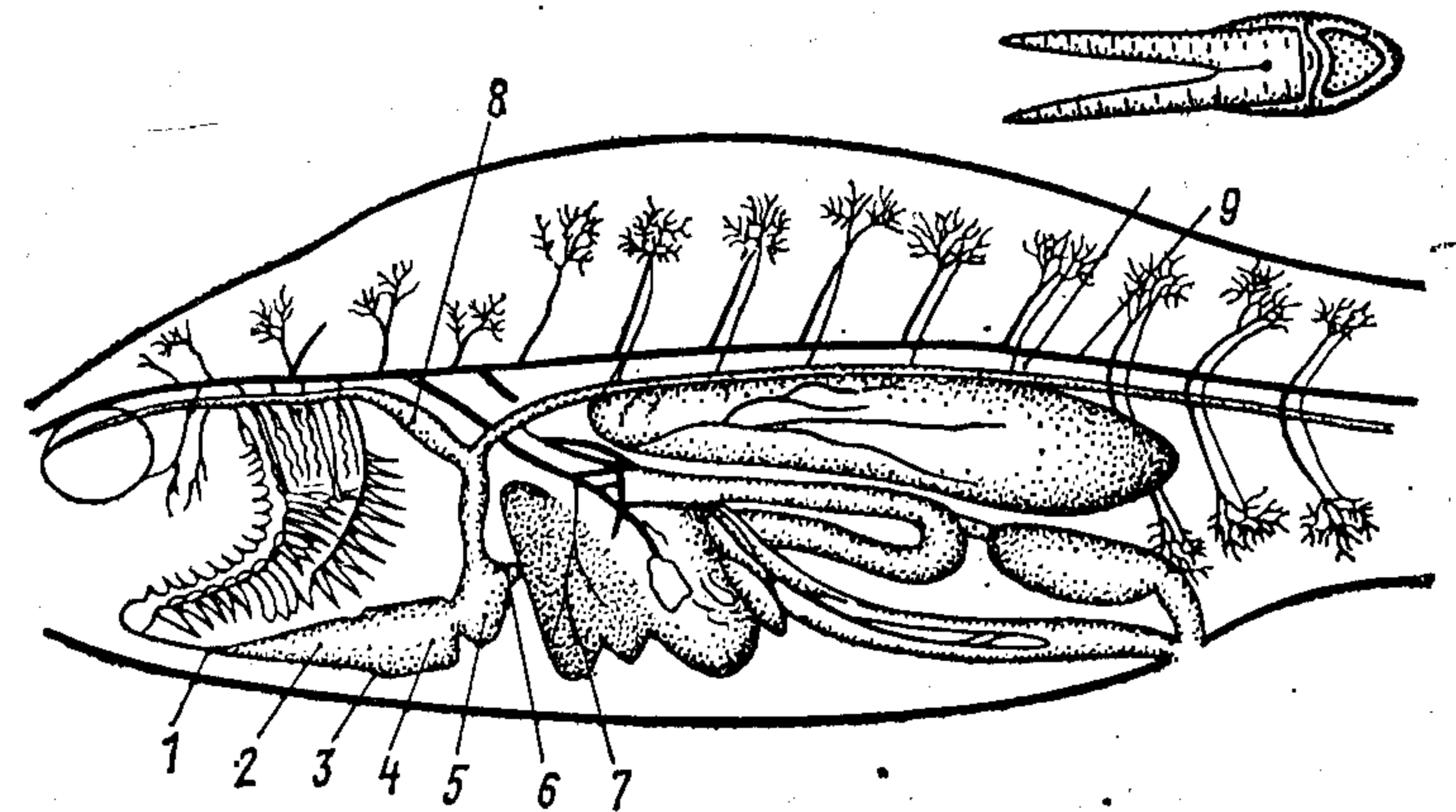


Рис. 3. Схема кровообращения окуня:

1 — артериальный ствол; 2 — луковица аорты; 3 — желудочек; 4 — предсердие; 5 — венозный синус; 6 — печеночная вена; 7 — воротная вена; 8 — яремная вена; 9 — аорта

мозга нервы и их ганглии. К периферической нервной системе относятся и симпатическая, иннервирующая гладкие мышцы внутренних органов, кровеносных сосудов сердца.

У рыб можно выработать условные рефлексы на свет, запах, вкус, звук. По сравнению с высшими позвоночными у рыб условные рефлексы образуются 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).

Рыбы могут улавливать раздражения как физической природы (давление, звук, цвет, температуру, элект-

рический ток и магнитные поля), так и химической (запах и вкус). Боковая линия — специализированный орган, свойственный только рыбам и живущим в воде амфибиям, позволяет рыбе ощущать изменение давления воды, отчасти звуковые волны.

Органы зрения у рыб устроены в основном так же, как и у других позвоночных. Сходен с остальными позвоночными и механизм восприятия зрительных ощущений. Роль зрения для большинства рыб очень велика: она помогает ориентироваться во время миграций, встречи с опасностью, брачных игр, при поиске пищи.

Способность рыб воспринимать свет издавна использовалась в рыболовстве (лов рыбы на свет факела, костра и т. д.).

Температурное чувство рыб связано с рецепторами, находящимися в коже. Простейшей реакцией рыб на изменение температуры воды является переход в места, где температура для них более благоприятна. Рыбы не имеют механизмов терморегуляции, температура их тела непостоянна и соответствует температуре воды или немного отличается от нее (при движении, заболевании температура тела превышает окружающую температуру на $0,2-0,7^{\circ}\text{C}$).

Органы обоняния у рыб находятся в носовой полости. Они обладают тонким обонянием. Способность рыб обнаруживать пищу по запаху используют в любительском рыболовстве.

Органы вкуса представлены вкусовыми точками, которые расположены как во рту и на губах, так и на усиках, жаберных лепестках, плавниковых лучах и по всему телу.

Централизованным органом выделения из организма воды, солей, жидких продуктов распада белков (мочевины и мочевой кислоты) и т. д. являются почки. Регулируя выведение из организма жидких продуктов обмена, в том числе серной, фосфорной, мочевой и других кислот, почки служат и основным органом, обеспечивающим определенный уровень осмотического давления в организме, которое у пресноводных рыб больше, чем в окружающей среде.

Органы размножения. Половые органы представлены у самцов семенниками, у самок — яичниками. Зрелые половые клетки по выводным протокам — яйцеводам и семяпроводам — выводятся наружу через половое или

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

СИСТЕМАТИКА РЫБ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

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

Научное (латинское) название вида обозначается двумя словами: родовым и видовым. Например, сазан называется *Cyprinus carpio* L. После названия вида указывается фамилия автора, который впервые описал этот вид.

Принято, что единицы до отряда включительно имеют в своих латинских названиях определенное окончание: семейство оканчивается на *idae*, отряд — на *formes*. Например, семейство карповые — *Cyprinidae*, отряд карпообразные — *Cypriniformes*.

Задачей определения является установление вида данной рыбы. Для определения рыб пользуются специально изданными определителями.

Определитель состоит из таблиц (семейств, родов и видов рыб), составленных по принципу противопоставления — тезы и антитезы, в которых указывается какой-либо признак или комплекс признаков. Все положения тезы и антитезы пронумерованы по порядку. Каждая теза обозначена номером слева. В скобках за этим номером значится номер антитезы. Все таблицы рассматривают с первой тезы. Если признаки рыбы совпадают с указанными в тезе, можно переходить к следующей по порядку тезе. При несоответствии признаков данной тезе необходимо обратиться к антитезе, обозначенной в скоб-

ках. Так ведут определение до тех пор, пока не будет установлена систематическая группа (семейство, род), а затем видовая принадлежность.

Определение рыб связано с установлением признаков, характерных для определяемого вида. Ниже приведены необходимые сведения к терминологии, принятой в определениях.

Боковая линия — линия пор или трубочек в чешуях, тянущаяся по бокам тела, большей частью от головы до хвостового плавника. Есть виды рыб с неполной, прерывающейся боковой линией.

Брызгальце — отверстие, расположенное позади глаза (например, у осетровых).

Брюшная присоска — видоизменение брюшных плавников, образующееся путем их срастания.

Ганипоры — мелкие отверстия в коже или сосочки с отверстиями на вершине, иногда соединяющиеся в бахромки.

Глоточные зубы расположены на глоточных костях; у карповых они сидят на нижнеглоточных костях, на пятой жаберной дуге и располагаются в один, два или три ряда.

Горло — пространство между местом прикрепления жаберных перепонки и основанием грудных плавников.

Грудь — часть брюшной стороны тела непосредственно за основанием грудных плавников.

Губы — хрящевые образования вокруг рта.

Жаберные дуги — пластинки, на которых расположены тычинки и жаберные лепестки.

Жаберная крышка — костная пластина, закрывающая жаберную полость.

Жаберные лепестки — палочковидные и пластинчатые выросты, расположенные на внешней стороне жаберных дуг.

Жаберные лучи — костные выросты жаберной перепонки, поддерживающие жаберную перепонку.

Жаберные перепонки окаймляют сзади жаберные крышки и служат для более плотного закрывания жаберных отверстий.

Жаберные тычинки — костные или хрящевые палочки на передней стороне жаберных дуг.

Жерновок — твердое роговое образование на нижней стороне черепной коробки.

Жучки — костные образования у осетровых, имеют коническую форму и расположены на теле продольными рядами.

Киль — острый край тела (брюха, спины). Киль может быть покрыт чешуей или быть голым.

Лоб — промежуток между глазами.

Междужаберный промежуток — перегородка, разделяющая жаберные полости.

Панцирь — костные образования на теле и голове.

Подбородок — пространство на брюшной стороне головы, между нижней челюстью и местом прикрепления жаберных перепонки.

Расщеп — ряд расширенных чешуй, окаймляющих анальное отверстие и основание анального плавника.

Рыло — передняя часть головы до глаз.

Фулькры — крупные измененные чешуйки на хвостовом плавнике у осетровых.

Щеки — пространство между глазом и задним краем жаберной предкрышки.

Определять рыбу лучше всего в свежем виде, когда у нее хорошо выражены окраска и все другие признаки. Если же рыбу необходимо сохранить, ее помещают в фиксатор — формалин или спирт (70-градусный).

ОСНОВНЫЕ ЗВЕНЬЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА РЫБ

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

Жизненный цикл рыб складывается из следующих периодов:

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

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

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

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

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

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

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

готовляют поперечный срез в виде тонкой пластинки, шлифуют до прозрачности, а затем приклеивают к предметному стеклу канадским бальзамом и в таком виде определяют возраст.

Возраст у тресковых, камбалы и других рыб определяют по отолитам — ушным камням. Отолиты предварительно обезжиривают и подшлифовывают.

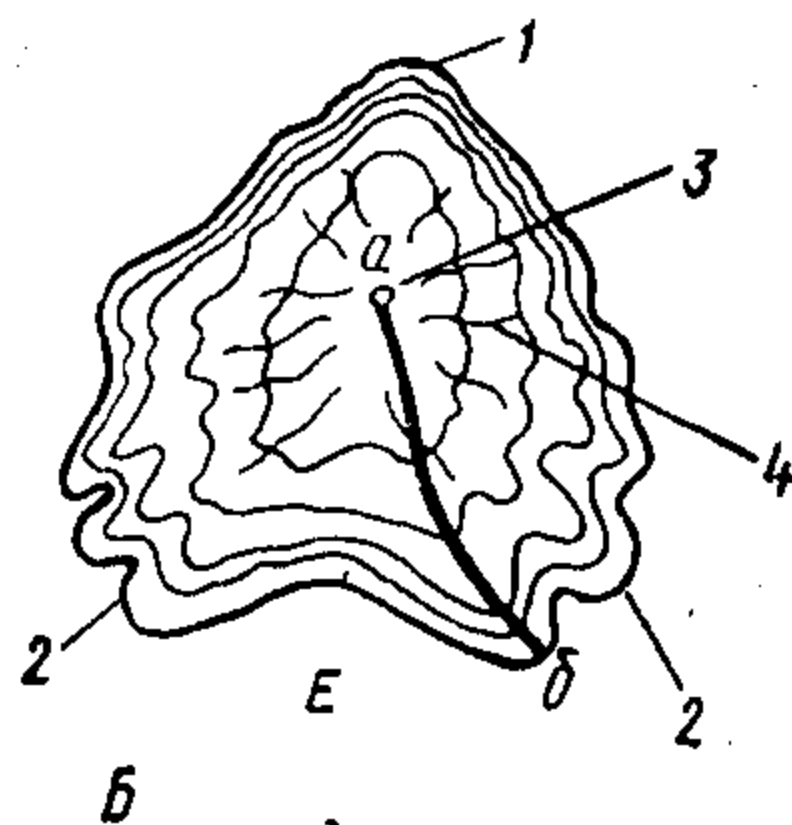
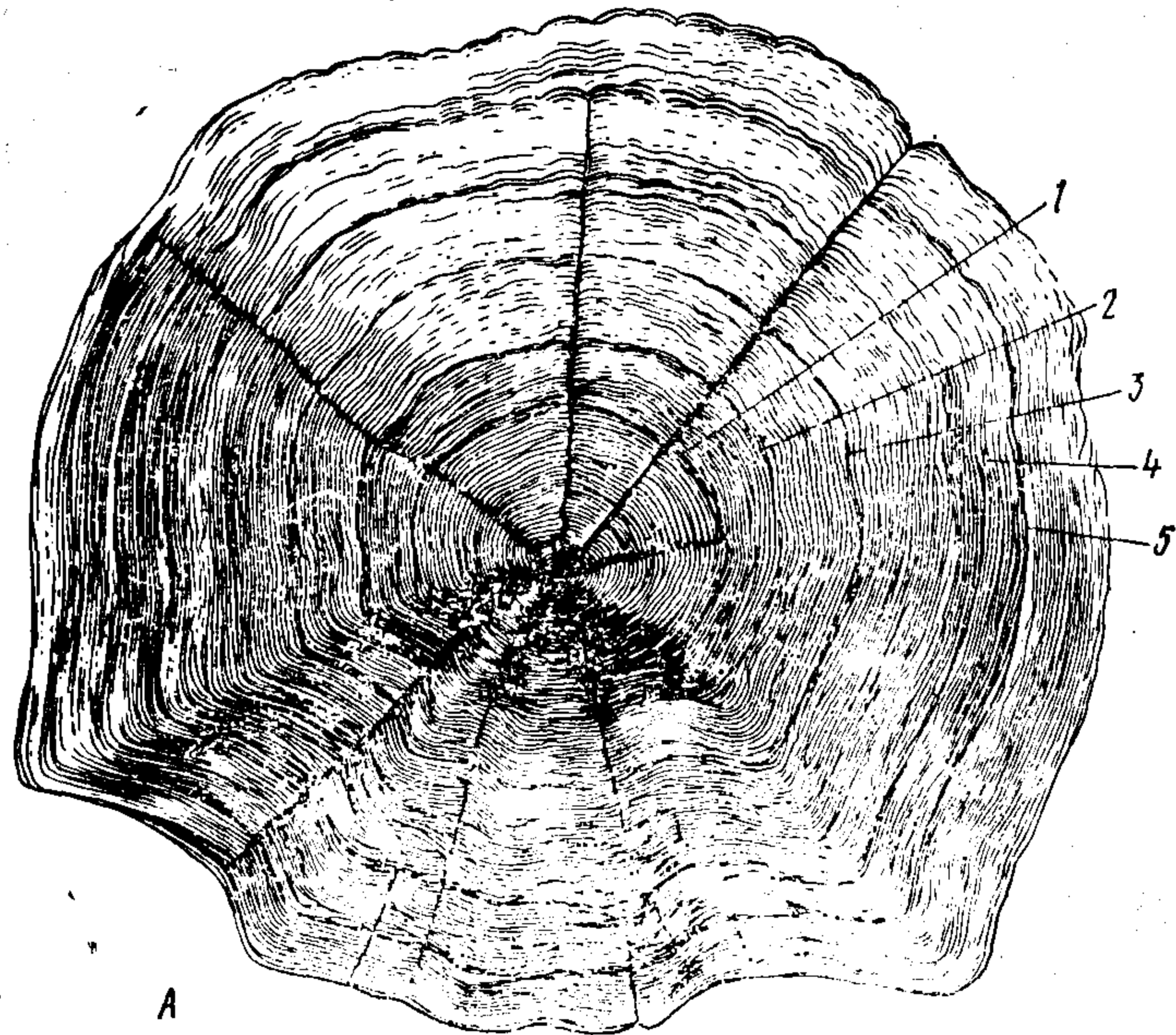


Рис. 6. Годичные кольца

А — чешуя воблы; 1, 3, 5 — годовые кольца, 2, 4 — добавочные кольца; Б — срез луча осетра; 1 — верхняя часть; 2 — боковые лопасти; 3 — центр; 4 — радиальная бороздка; а-б — линия измерения.

Наличие на костях и чешуе рыб годовых отметок позволяет восстановить путем соответствующих вычислений рост рыбы за предшествующие годы жизни. Способ основан на закономерности, заключающейся в том, что рост чешуи прямо пропорционален росту рыбы в длину. Зная длину всей чешуи, ее длину за данный год и всю длину рыбы, можно определить прирост за изучаемый

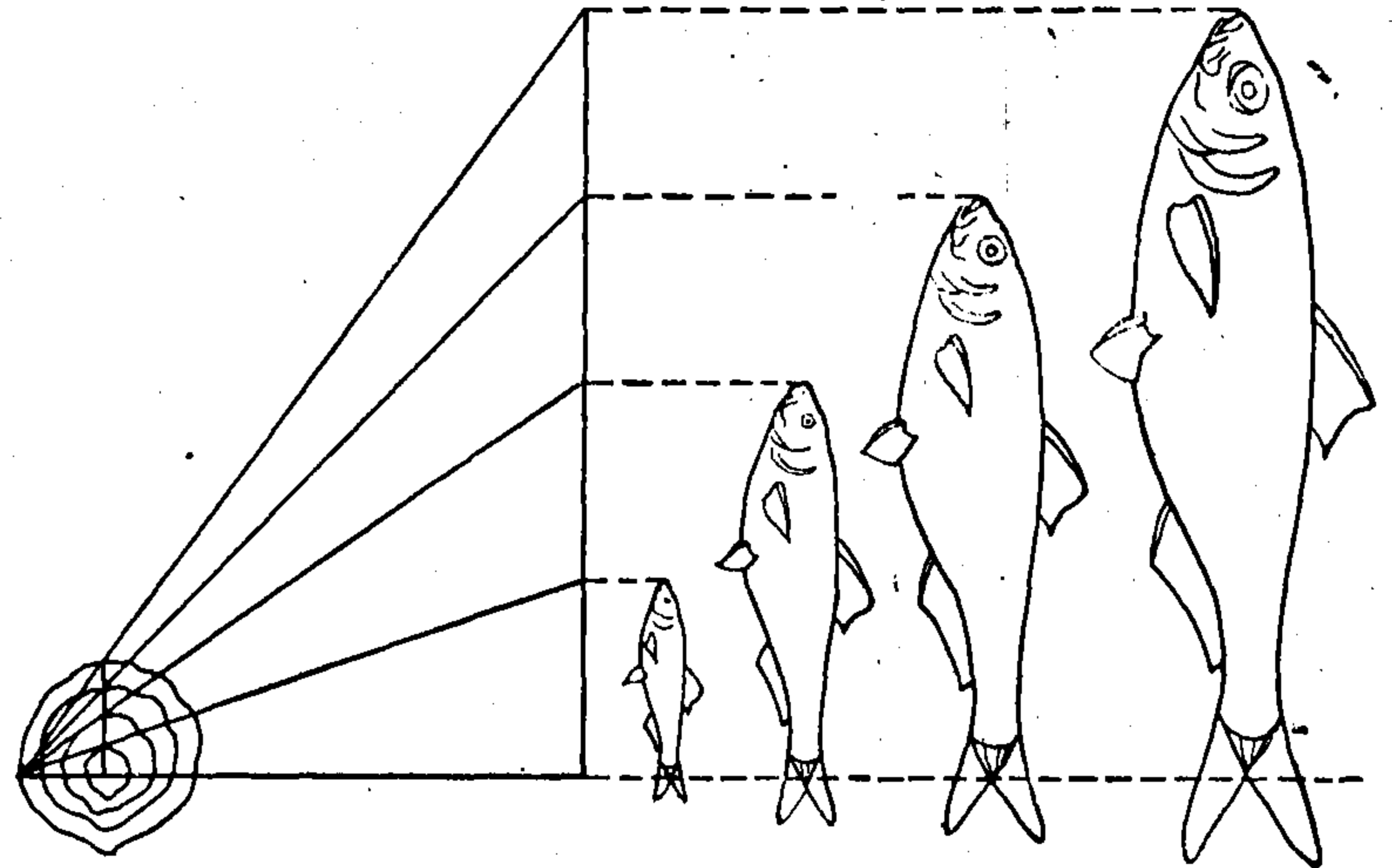


Рис. 7. Измерение роста по чешуе

год. Для этого можно воспользоваться следующей формулой:

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

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

Для измерения чешуи используют рисовальный аппарат. На бумаге, которая лежит под зеркалом рисовального аппарата, отмечают карандашом центр, все годовые кольца и край чешуи. Затем измеряют миллиметровой линейкой расстояние от центра до колец и края чешуи (по прямой линии). Удобны для исследования проекционные аппараты, которые позволяют измерять ширину годовых колец непосредственно по проекции миллиметровой линейкой (рис. 7).

$$A (30. VII - 14. VII) = \frac{15,80 - 10,40}{15} = 0,36;$$

$$A (14. VIII - 29. VII) = \frac{20,60 - 15,80}{15} = 0,32;$$

$$A (29. VIII - 13. IX) = \frac{23,40 - 20,60}{15} = 0,18;$$

$$A (13. IX - 28. IX) = \frac{25,20 - 23,40}{15} = 0,12.$$

Относительная скорость роста по периодам, %, будет равна:

$$O (10. VI - 20. VII) = \frac{0,145 - 0,008}{1/2 (0,145 + 0,08)} \cdot 100 = 180;$$

$$O (20. VI - 30. VII) = \frac{0,87 - 0,145}{1/2 (0,89 + 0,145)} \cdot 100 = 123;$$

$$O (30. VI - 10. VII) = \frac{2,96 - 0,87}{1/2 (2,96 + 0,87)} \cdot 100 = 109;$$

$$O (10. VII - 20. VII) = \frac{5,96 - 2,96}{1/2 (5,96 + 2,96)} \cdot 100 = 67;$$

$$O (20. VII - 14. VIII) = \frac{15,8 - 10,4}{1/2 (15,8 + 10,4)} \cdot 100 = 41;$$

$$O (14. VIII - 29. VIII) = \frac{20,6 - 15,8}{1/2 (20,6 + 15,8)} \cdot 100 = 26;$$

$$O (29. VIII - 13. IX) = \frac{23,4 - 20,6}{1/2 (23,4 + 20,6)} \cdot 100 = 13;$$

$$O (13. IX - 28. IX) = \frac{25,2 - 23,4}{1/2 (25,2 + 23,4)} \cdot 100 = 7.$$

Проведенные расчеты показывают, что на протяжении первого года выращивания у сеголетков карпа отмечается определенная закономерность роста. Если абсолютные приросты постепенно, до определенного периода времени, возрастают, то относительная скорость роста бывает максимальной в начальный период, а затем с увеличением массы рыб значительно снижается.

Определение возраста рыб. Продолжительность жизни разных видов рыб весьма различна. Максимальные размеры и возраст специфичны для каждого вида. Одни виды имеют малую продолжительность жизни и небольшие размеры, другие живут более 25—30 лет, некоторые — свыше 100 лет и достигают крупных размеров.

Так, отмечены случаи вылова белуг в возрасте более 100 лет, длиной свыше 5 м и массой более 1 т.

При ведении рыбоводного хозяйства необходимо знать возраст отдельных особей и возрастной состав стада рыб. Если в условиях прудового хозяйства возраст выращиваемой рыбы обычно известен, то при ведении рыбоводства на естественных водоемах (озерах, водохранилищах) возникает необходимость определения возраста рыб, что имеет важное значение для рационального использования водоемов.

В настоящее время применяются в основном два метода определения возраста рыб: метод анализа размерного состава и метод, основанный на подсчете элементов (колец, зон, слоев) регистрирующих структур — чешуи, костей, отолитов.

Второй метод применяется гораздо шире. Использование этого метода основано на том, что рост рыбы идет неравномерно как в течение года, так и в процессе онтогенеза. Неравномерность роста рыбы в разные сезоны года связана с образованием на элементах скелета (чешуе, отолитах, плоских костях) так называемых годовых колец (рис. 6).

У большинства рыб основной объект для определения возраста — чешуя, так как чешую легко собрать и обработать. У карповых и лососевых рыб чешуя позволяет надежно определить возраст. Для определения берут чешую, расположенную под основанием первого спинного плавника. Если определение возраста не проводится на месте, то чешую помещают в сложенные листки блокнота или особой чешуйной книжки, при этом записывают данные об экземпляре, у которого взята чешуя, — массу, длину, пол, место вылова.

Для определения возраста чешую промывают в слабом растворе нашатырного спирта, закладывают между двумя предметными стеклами, просматривают под лупой или под микроскопом (в зависимости от ее размеров) и подсчитывают количество годовых колец.

У рыб, которые не имеют чешуи или годовые кольца на ней слабо различимы (окуневые, налим и др.), определение возраста ведут по плоским костям, как, например, жаберная крышка. Для определения кость предварительно очищают от мяса, обезжиривают и высушивают.

У осетровых и сома возраст определяют по лучу плавника. Для этого с помощью режущего прибора из-

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 (l/H); индекс относительной толщины тела — отношение наибольшей толщины к длине ($m/l \times 100\%$); индекс большеголовости — отношение длины головы к длине рыбы ($C/l \times 100\%$); индекс компакт-

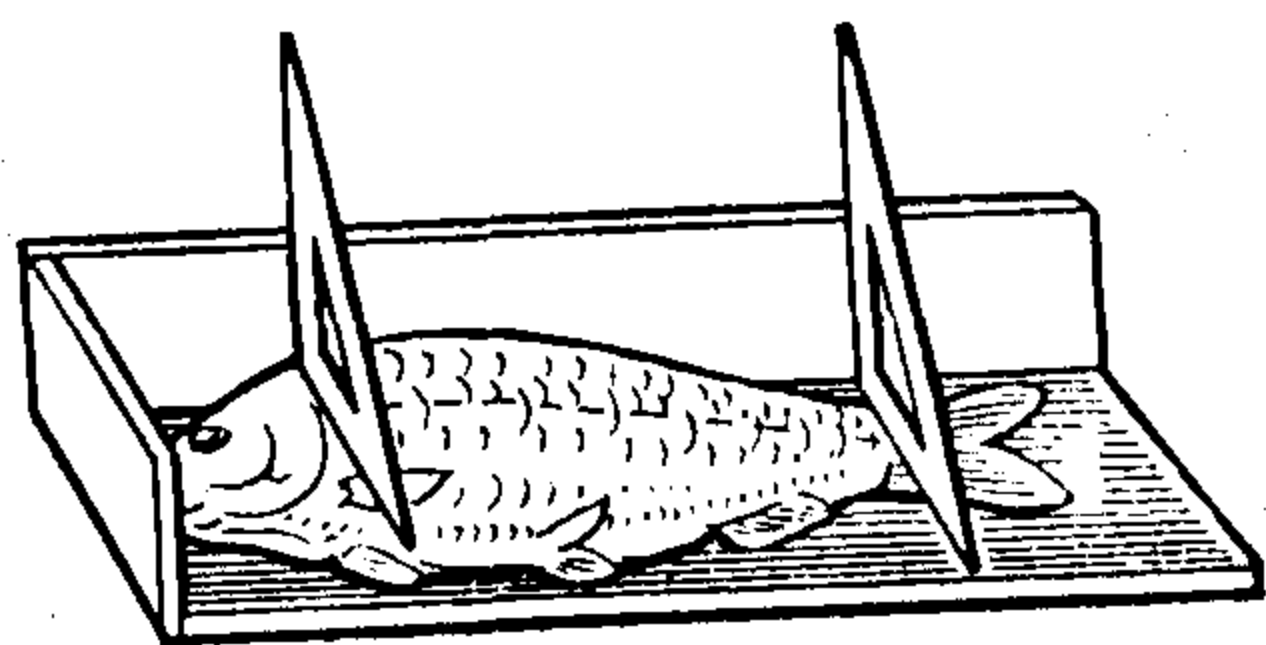
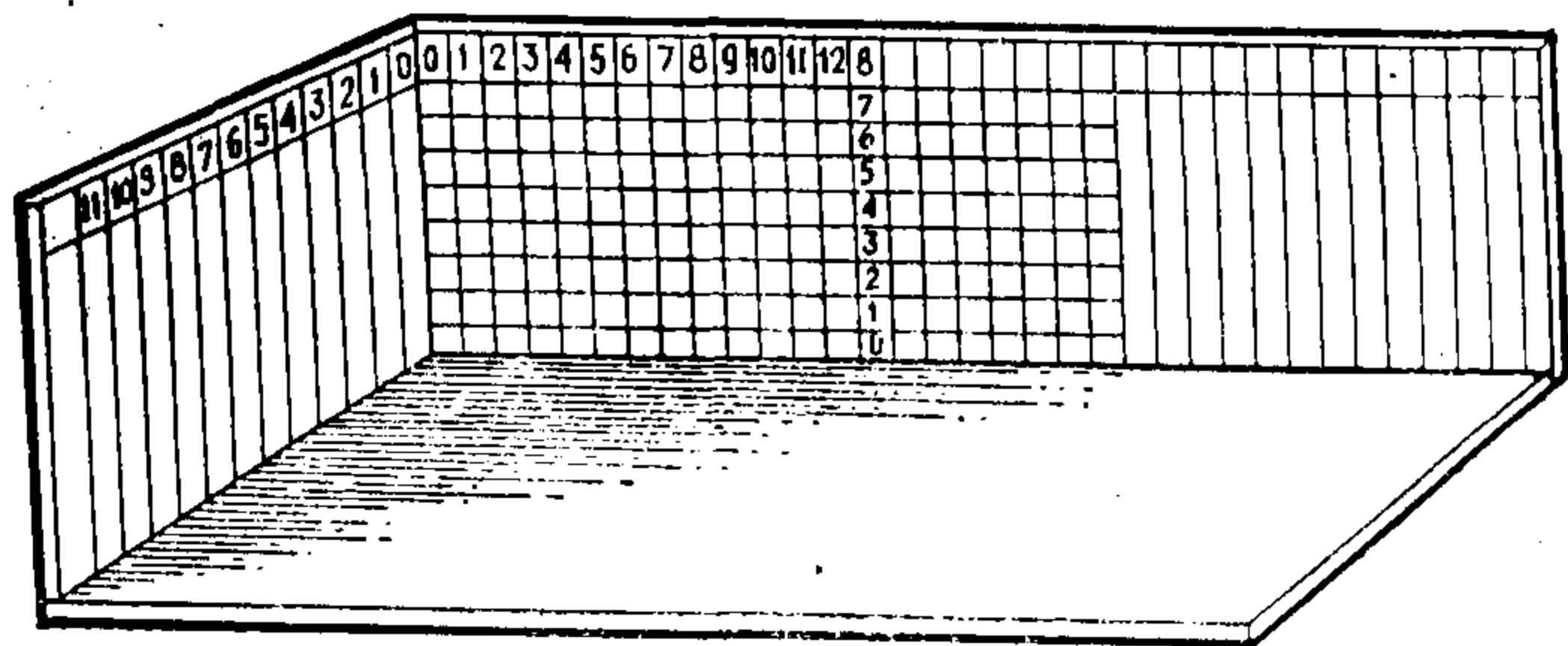


Рис. 5. Измерительная доска

ности — отношение обхвата тела к длине рыбы ($O/l \times 100\%$).

Взвешивание рыбы, в зависимости от ее размеров, проводят на торсионных, технических или других весах. При взвешивании рыбу предварительно обсушивают фильтровальной бумагой или марлей.

По данным систематических измерений и взвешиваний можно определить скорость роста. Скорость роста измеряют в абсолютных или относительных величинах.

Скорость роста в величинах абсолютного прироста может быть выражена формулой

$$A = \frac{V_1 - V}{t_1 - t},$$

где A — абсолютный прирост рыбы; V_1 — размер, или масса, рыбы в конце периода; V — размер, или масса, рыбы в начале периода; $t_1 - t$ — время периода.

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

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

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

Расчет. Требуется рассчитать абсолютную и относительную скорость роста сеголетков карпа. Масса их, г, по результатам контрольных ловов была следующей:

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

Абсолютные среднесуточные приросты, г, в течение периода выращивания составят:

$$A (10. VI - 20. VI) = \frac{0,145 - 0,008}{10} = 0,01;$$

$$A (20. VI - 30. VI) = \frac{0,87 - 0,145}{10} = 0,071;$$

$$A (30. VI - 10. VII) = \frac{2,96 - 0,87}{10} = 0,21;$$

$$A (10. VII - 20. VII) = \frac{5,96 - 2,96}{10} = 0,30;$$

$$A (20. VII - 30. VII) = \frac{10,40 - 5,96}{10} = 0,44;$$

движения (рост грудных плавников, обособление спинного и хвостового). Все эти изменения способствуют более совершенному протеканию процессов дыхания, питания и передвижения и приводят к более интенсивному росту организма.

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

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

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

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

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

На втором году выращивания контрольные ловы проводятся один раз в 10—15 дн. В старшем возрасте контроль за ростом рыбы осуществляют обычно весной и осенью.

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

Измерение личинок и мальков на ранних стадиях развития производится под микроскопом с помощью окуляра-микрометра. Более крупную молодь измеряют штангенциркулем, обыкновенным циркулем или линейкой. Для измерения крупной рыбы пользуются линейкой или измерительной доской (рис. 5).

Основные промеры, употребляющиеся для установления характера роста и оценки экстерьера карпа:

1) длина всей рыбы, или общая длина (L), — расстояние от вершины рыла до вертикали конца более длинной лопасти хвостового плавника;

2) длина тела без хвостового плавника (l) — 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 (m).

ровок в результате качественных изменений (Е. Я. Борисенко, 1952).

Развитие организма начинается с момента оплодотворения женской половой клетки мужскими половыми клетками с образованием зиготы и последующего ее дробления. В этом процессе увеличиваются не только масса и количество клеток, но, что особенно важно, происходит сложный процесс качественных превращений, связанный с закладкой и последующим формированием всех органов и тканей.

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

Эмбриональный период развития карпа начинается с момента оплодотворения икринки. После оплодотворения начинается дробление зародышевого диска, происходит увеличение количества клеток. Эта стадия носит название морулы (рис. 4).

В дальнейшем формируется два слоя клеток: верхний слой отличается более крупными клетками. Их формирование заканчивается через 12—16 ч после осеменения. Образуется так называемая бластула. К началу 2—3-х суток (в зависимости от температуры воды) происходит быстрое увеличение количества клеток вокруг желтка. Можно заметить утолщение клеток — место будущего зародыша. Эта стадия носит название гастролы. В последующей стадии эмбрионального развития — органогенеза — идет закладывание и образование зародышевых листков, из которых впоследствии образуются ткани эмбриона. Эмбрион имеет пигментированные глаза с заметным головным мозгом, плавниковую кайму; начинает функционировать кровеносная система. При температуре воды 18—20°C на 3—4-е сутки происходит выклев эмбриона.

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

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

Личинка — с момента смешанного питания до начала закладки чешуи.

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

Сеголеток — вполне сформировавшаяся рыбка со второй половины первого лета жизни и осенью.

Годовик — перезимовавший сеголеток.

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

Двухгодовик — перезимовавший двухлеток и т. д.

Возраст рыбы обозначается по следующей схеме:

Возрастная группа		0	I	II	III	IV
Название возрастных (весной)	возрастных групп	Молодь	Годовик	Двух-годовик	Трех-годовик	Четырех-годовик
Обозначение	возраста	0	1	2	3	4
Название возрастных (осенью)	возрастных групп	—	Сеголеток	Двух-леток	Трех-леток	Четырех-леток
Обозначение	возраста	—	+0	1+	2+	3+

В постэмбриональном развитии рыб особо важный этап — личиночно-мальковая стадия. Она делится на четыре биологических цикла, в которых наблюдается чередование повышенной скорости роста с его депрессией (К. С. Олифан, 1949).

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

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

Третий цикл — от 8—10-дневного до 18—20-дневного возраста — характеризуется новым подъемом дыхания и роста. Дыхание совершается с помощью лепестков внутренних жабр, формируются органы пищеварения, пере-

менники на IV стадии зрелости имеют наибольшую величину и молочно-белый цвет. При разрезании семенника края его оплывают, закругляются и на срезе выступает капля густой спермы. На этой стадии зрелости завершается сперматогенез и семенные каналцы содержат спермии, вышедшие из цист.

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

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

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

Приведенная шкала зрелости пригодна для рыб с единовременным нерестом. У рыб с порционным икрометанием проявляется асинхронность в развитии половых продуктов. После вымета икры яичник переходит не в VI, как у единовременно нерестующих рыб, а в VI—III₂ стадию, характеризующуюся наличием пустых фолликулов помимо овоцитов трофоплазматического роста. Пустые фолликулы наблюдаются и на IV₂ стадии зрелости (Г. В. Никольский, 1974).

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

РОСТ И РАЗВИТИЕ РЫБ

Рост и развитие — это две стороны единого сложного процесса — онтогенеза (развития особи). Рост сопровож-

дается увеличением размеров и накоплением массы тела при постоянной ее смене и является фактором, определяющим возникновение нового качества — дифференци-

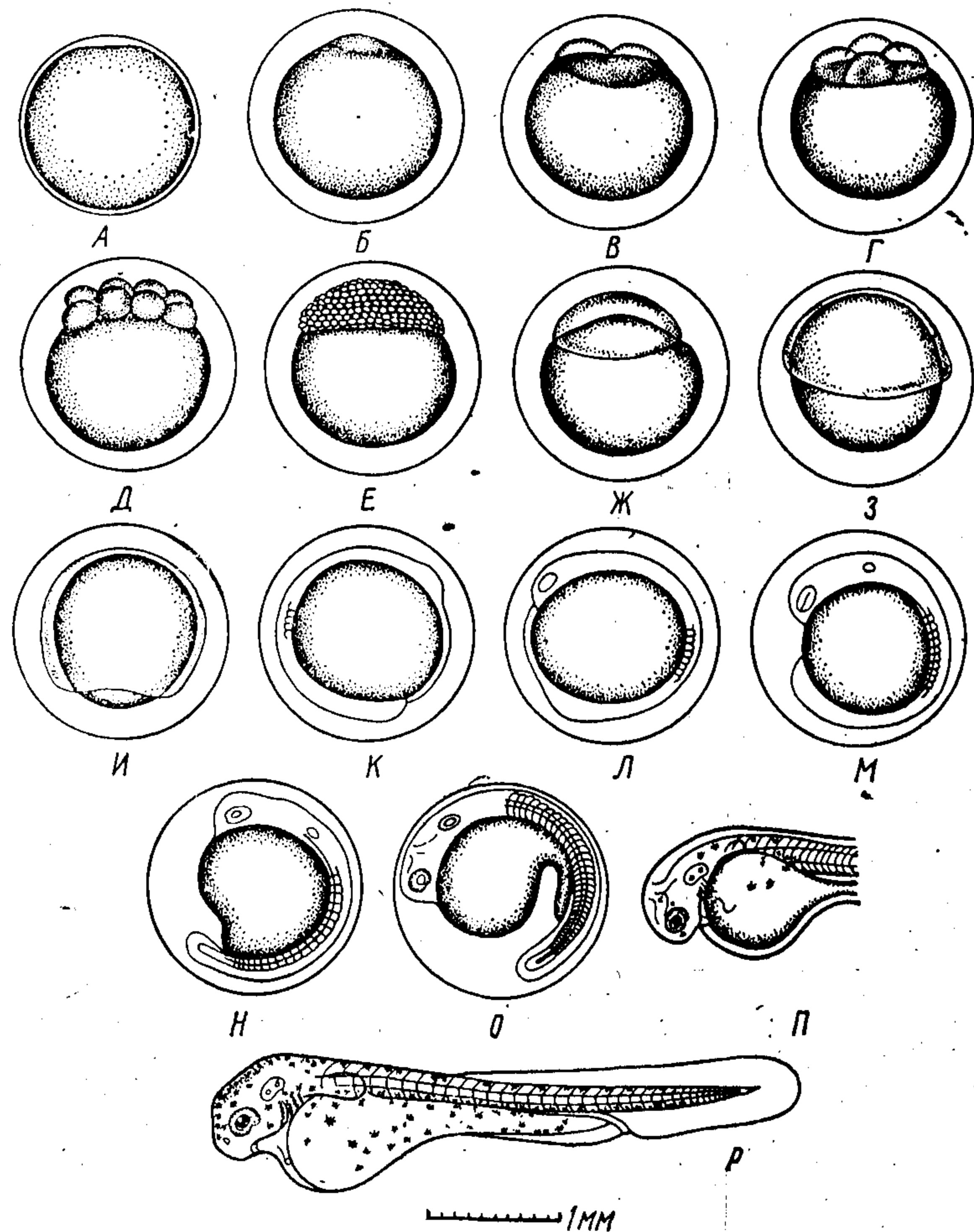


Рис. 4. Развитие икры карпа:

А — неоплодотворенная икринка; Б — набухшая икринка с образовавшимся зародышевым диском; В — стадия двух blastомеров; Г — стадия четырех blastомеров; Д — стадия восьми blastомеров; Е — стадия крупноклеточной морулы; Ж — стадия blastулы; З — стадия blastодерма охватывает половину валика; И — стадия замыкания желточной пробки и появления зародышевого образования глазных пузырей; К — стадия образования первых сомитов в туловище; Л — стадия формирования хрусталиков; М — стадия формирования слуховых плакод; Н — стадия формирования хрусталиков; О — стадия начала пигментации глаз; П — стадия появления в крови форменных элементов; Р — только что выклю-

нувшая личинка

БИ

РАЗМНОЖЕНИЕ РЫБ

Важным звеном жизненного цикла рыб является их размножение. Для каждого вида рыб характерны свои специфические особенности размножения. Приспособления рыбы к условиям размножения и развития отражают не только основные экологические моменты эмбрионального развития, но и существенные черты всех остальных периодов жизни. Они связаны с образом жизни взрослых рыб, с характером их миграций и другими звеньями жизненного цикла (Б. Ф. Крыжановский, 1949).

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

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

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

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

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

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

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

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

Время наступления половой зрелости у разных видов рыб различно. Так, осетровые созревают в 10—15 лет, а тилапия — в 3—6 мес. Оно сильно колеблется и у рыб одного и того же вида. У большинства видов половозрелость в высоких широтах наступает позднее, чем в низких. Оказывают влияние на сроки созревания условия

питания, температура, освещенность и другие факторы.

Для изучения хода созревания половых желез и разграничения отдельных стадий полового цикла может быть использована универсальная шкала, имеющая следующий вид.

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

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

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

IV стадия — половые железы достигли или почти достигли полного развития. Овоциты крупны и легко отделяются поодиночке. Цвет яичников у разных видов рыб неодинаков. Обычно он желтоватый, а у осетровых рыб — серый или черный. Половые клетки представлены овоцитами, завершившими трофоплазматический рост и имеющими сформированные оболочки и микропиле. Се-

Расчет. Необходимо определить рост рыбы по отдельным годам ее жизни. Возраст рыбы 4 года, длина 40 см, длина всей чешуи, считая ее от центра до края (V), равна 6 мм; от центра чешуи до первого годового кольца (V_1)—2,5 мм, до второго кольца (V_2)—4,5 мм и до третьего кольца (V_3)—5,5 мм. Находим размер рыбы на первом, втором и третьем году ее жизни:

$$L_1 = \frac{2,5 \cdot 40}{6} = 16,6 \text{ см};$$

$$L_2 = \frac{4,5 \cdot 40}{6} = 30 \text{ см};$$

$$L_3 = \frac{5,5 \cdot 40}{6} = 36,6 \text{ см}.$$

Таким образом, в годовалом возрасте эта рыба имела длину 16,6 см, в двухгодовалом —30 см и трехгодовалом—36,6 см. Прирост в длину составил соответственно на втором году жизни 30 см—16,6 см=13,4 см и на третьем году 36,6 см—30 см=6,6 см.

ПИТАНИЕ РЫБ

Рациональное прудовое хозяйство немыслимо без знания основных вопросов питания. Нормы посадки рыбы в пруды, потребность в отдельных питательных веществах, качественный состав кормов и нормы кормления неразрывно связаны с биологией питания рыбы.

За счет энергетических веществ, поступающих с пищей в организм, осуществляются его основные функции: развитие, рост, размножение и другие процессы. По характеру потребляемой пищи рыбы подразделяются на растительноядных и детритоядных, плотоядных, хищных. Это деление весьма условно, так как большинство рыб питается смешанной пищей. Рыбы, питающиеся разнообразными кормами, называют эврифагами, поедающие небольшой ассортимент кормов — стенофагами и каким-либо одним кормом — монофагами. Приспособленность к питанию определенными кормами не остается постоянной в течение жизни рыбы, она меняется по мере роста.

Количество потребляемого рыбой корма зависит от ряда причин, например, его калорийности; количества энергии, затрачиваемой на его добывание; температуры и других факторов. Для суждения о накормленности рыбы пользуются *индексом наполнения кишечника*, который представляет собой отношение сырой массы содержимого пищеварительного тракта к сырой массе тела рыбы. Его выражают в процентах или десятитысячных долях.

Для представления об интенсивности питания рыбы необходимо знать не только величину индекса наполнения, но также суточный ритм питания и скорость прохождения пищи через кишечник. Показателем интенсивности питания служит величина рациона, т. е. количество корма, потребляемого за сутки, сезон, год.

Методы изучения питания рыб. Изучение питания позволяет понять, за счет каких кормовых ресурсов воспроизводится биомасса выращиваемых рыб, оценить эффективность использования дополнительно задаваемых кормов, выяснить пищевые взаимоотношения между различными видами рыб при совместном их выращивании в прудах.

Сбор, обработка и анализ материалов по питанию рыбы проводятся с целью получить качественную характеристику питания; определить количество пищи, потребляемой рыбой в единицу времени; оценить влияние качества и количества потребляемой пищи на биологические показатели выращиваемой рыбы.

Сбор материала по питанию рыб проводится во время контрольных обловов нерестовых, выростных и нагульных прудов. Для изучения питания отбираются обычно 10—15 экземпляров рыб каждого вида (если выращивание рыбы проводится в поликультуре).

В нерестовых прудах личинок для анализа их питания отбирают ежедневно или через день. В выростных и нагульных прудах — по дням контрольных ловов (раз в 10—15 дн).

Одновременно со сбором материала по питанию рыб берут гидробиологические пробы (планктон, бентос и др.), отмечают температуру воды, условия погоды.

Рыбу, взятую на анализ, фиксируют в 4 %-ном формалине в стеклянной или металлической посуде. Экземпляры длиной до 20 см фиксируют целиком, делая у более крупных рыб надрез на брюшке. У рыб более 20 см фиксируют только желудочно-кишечный тракт. Перед извлечением желудочно-кишечного тракта рыбу измеряют и взвешивают. Данные промеров и взвешивания записывают на этикетку, которую помещают вместе с извлеченным кишечником в марлевую салфетку и кладут в банку с формалином.

При сборе материала для определения суточного ритма питания пробы на него отбираются в течение 28—32 ч, через равные промежутки времени 2—3—4 ч.

Анализ содержимого желудочно-кишечного тракта имеет свою специфику для рыб, различных по характеру питания.

Рекомендуется придерживаться следующих правил обработки: при анализе пищевого комка каждой личинки рыб определяют компоненты питания, устанавливают их размер и просчитывают количество съеденных организмов. Пользуясь таблицами стандартных весов, реконструируют массу пищевого комка.

При анализе пищи мальков, неполовозрелых и половозрелых рыб пищевой комок взвешивают, предварительно обсушив на фильтровальной бумаге, и определяют компоненты пищи. Содержимое кишечника извлекают с помощью шпателя или скальпеля и кладут на стекло или чашку Петри.

Весовое значение отдельных компонентов определяют по-разному. У планктофагов их просчитывают в определенном объеме, взятом штемпель-пипеткой, затем переводят на весь объем и, пользуясь стандартными весами, реконструируют массу каждого компонента. При небольшом числе компонентов можно пользоваться «методом площадей»: под биноклем визуальным образом определяют соотношение площади (%), занимаемой отдельными компонентами, а распределив соответственно массу пищевого комка, определяют значение массы каждого компонента.

У бентофагов из пищевого комка выделяют круглые объекты и взвешивают их, а для учета мелких берут небольшую навеску, определяют и просчитывают все компоненты и соответственно реконструируют их массу.

Для рыб со смешанным питанием обычно используют «метод площадей», допуская, что удельный вес разных компонентов близок, и по соотношению площадей устанавливают их массу. Исключение представляют моллюски, удельный вес которых с раковинной выше, поэтому при определении их массы пользуются соответствующими поправками.

Качественная характеристика питания. Качественный состав пищи рыб, выловленных в данный момент, характеризуется следующими показателями:

1. *Широта спектра питания.* Этот показатель дает определение о разнообразии потребляемой пищи. Определяется он количеством родов или видов организмов в пищевом комке рыб.

2. *Частота встречаемости* соответствующего компонента позволяет установить, у каких рыб он встречается. Определяется этот показатель числом пищеварительных трактов, содержащих данный компонент, выраженный в процентах от общего числа исследуемых. Пустые кишечника при этом не учитываются.

3. *Значение отдельных компонентов пищи по массе* дает более полное представление о значении каждого из них. Вычисляется он следующим образом: суммарную массу всех компонентов пищи для пробы принимают за 100 % и вычисляют суммарную массу каждого компонента. Последний определяется как сумма масс данного компонента из каждого желудочно-кишечного тракта, вычисленных либо реконструкцией массы предварительно просчитанных компонентов, либо непосредственным взвешиванием их, либо по методу площадей.

Количественная характеристика питания. Некоторое представление об интенсивности питания дает соотношение кормящихся и не кормящихся рыб, выраженное в процентах, а также общий индекс наполнения, характеризующий степень наполненности желудочно-кишечного тракта в момент поимки рыбы.

Индекс наполнения вычисляется как частное от деления массы пищевого комка на общую массу рыбы, выраженный в промилле (т.е. отношение увеличивается в 10 тыс. раз).

Для каждой пробы рыб средний индекс наполнения вычисляется как среднее арифметическое из индексов наполнения всех рыб, включая и не кормящихся.

О значении отдельных компонентов судят по их частным индексам наполнения. Для вычисления этого показателя величину общего индекса наполнения распределяют соответственно весовому значению отдельных компонентов.

При выращивании рыбы в поликультуре представляют интерес отношения, возникающие между отдельными видами рыб при использовании сходных компонентов кормовой базы водоема. Основными показателями, характеризующими эти отношения, являются индекс избирания, степень сходства пищи или объем конкуренции. Эти произвольные показатели можно вычислить, зная основные исходные показатели, характеризующие численность и биомассу кормовых объектов в водоеме,

величину суточного рациона и значение отдельных компонентов пищи по массе.

Графическое выражение данных, характеризующих качественную и количественную стороны питания. Результаты цифровой обработки материала представляются в виде таблиц, графиков, диаграмм. Часто для выражения результатов исследования используется график в виде кругов. Площадь круга соответствует общему индексу наполнения, квадратный корень которого равен радиусу круга. Отдельные секторы круга означают массы пищевых компонентов или частные индексы в процентах от общего индекса, практически процентах от длины окружности, или 360° .

Более точен метод построения гистограмм. В этом случае число столбиков соответствует числу анализируемых проб, их высота — величине индекса наполнения, расчленение по вертикали — значению отдельных компонентов, т. е. значение каждого компонента выражается в процимилле как общая часть общего индекса наполнения.

Расчет. Необходимо рассчитать общий и частные индексы наполнения и построить гистограмму по результатам обработки проб на питание молоди карпа, собранной в выростном пруду за период июль—сентябрь (табл. 1).

Таблица 1. Состав и количество пищи молоди карпа

Дата	Масса рыбы, мг	Масса содержимого кишечника, мг	Компоненты естественной пищи, мг			Корм, мг
			Cladocera	Copepoda	бентос	
5.VII	90	1,67	0,97	0,05	0,65	—
15.VII	840	8,37	0,23	0,09	0,05	—
25.VII	6 840	98,51	1,09	2,32	27,20	67,9
5.VIII	11 890	102,30	1,60	1,60	18,60	80,5
15.VIII	15 950	175,49	3,40	3,29	17,20	151,6
25.VIII	19 500	236,97	0,95	2,02	18,00	216,0
5.IX	23 300	199,76	2,77	2,39	24,00	170,6
15.IX	25 400	209,60	6,20	3,60	22,1	177,7

Общий индекс наполнения на 5.VII составит $\frac{1,67 \cdot 10\,000}{90} =$

$= 185,5 \text{‰}$. Частные индексы составят соответственно.

$$\text{Cladocera} = \frac{0,97 \cdot 10\,000}{90} = 107,7 \text{‰};$$

$$\text{Copepoda} = \frac{0,05 \cdot 10\,000}{90} = 5,6 \text{‰};$$

$$\text{бентос} = \frac{0,65 \cdot 10\,000}{90} = 72,2 \text{‰}.$$

Таким же образом рассчитываются данные по другим датам наблюдения. На основании проведенных расчетов составлена гистограмма, на которой приведены общие и частные индексы наполнения в процимилле (рис. 8).

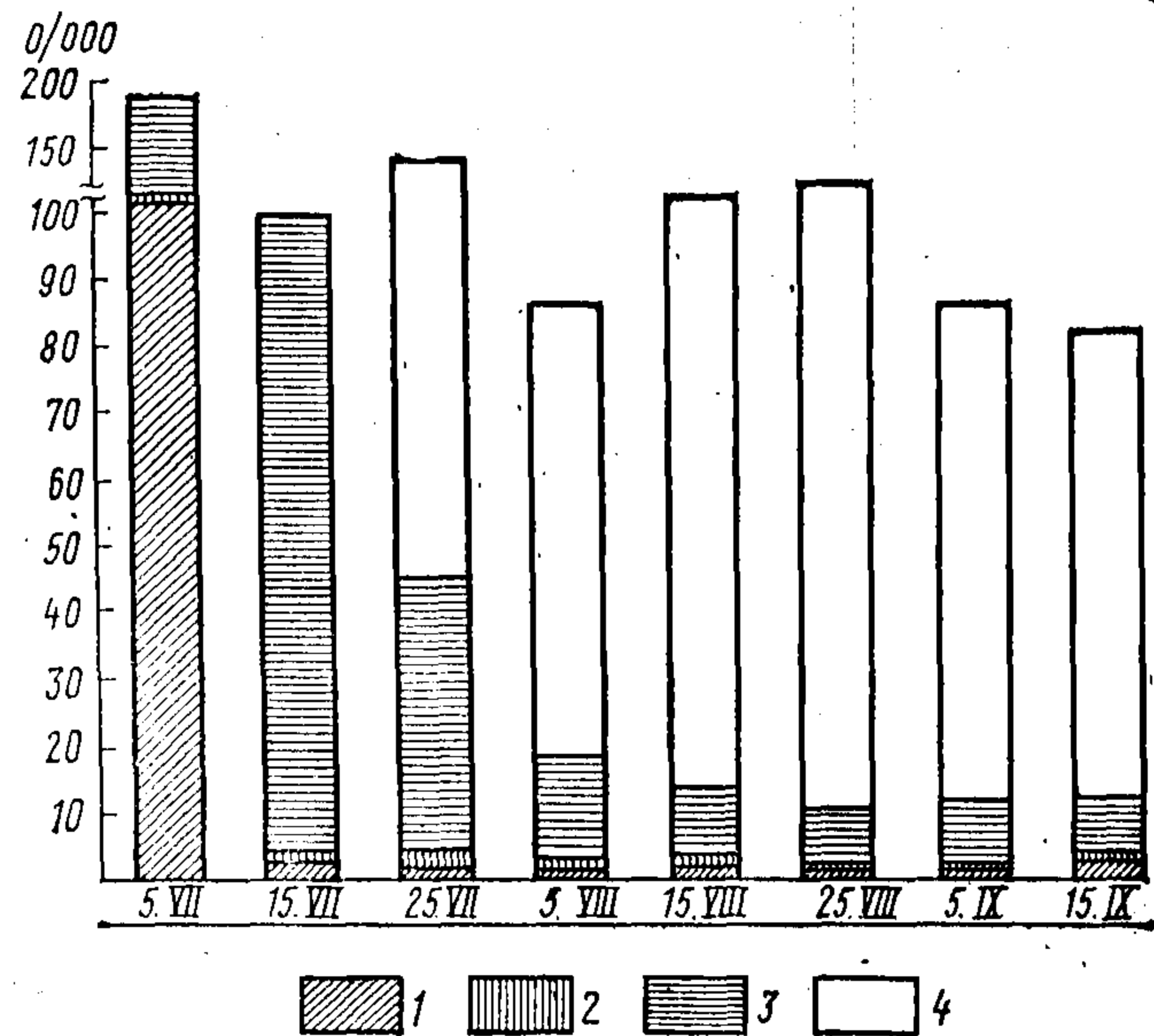


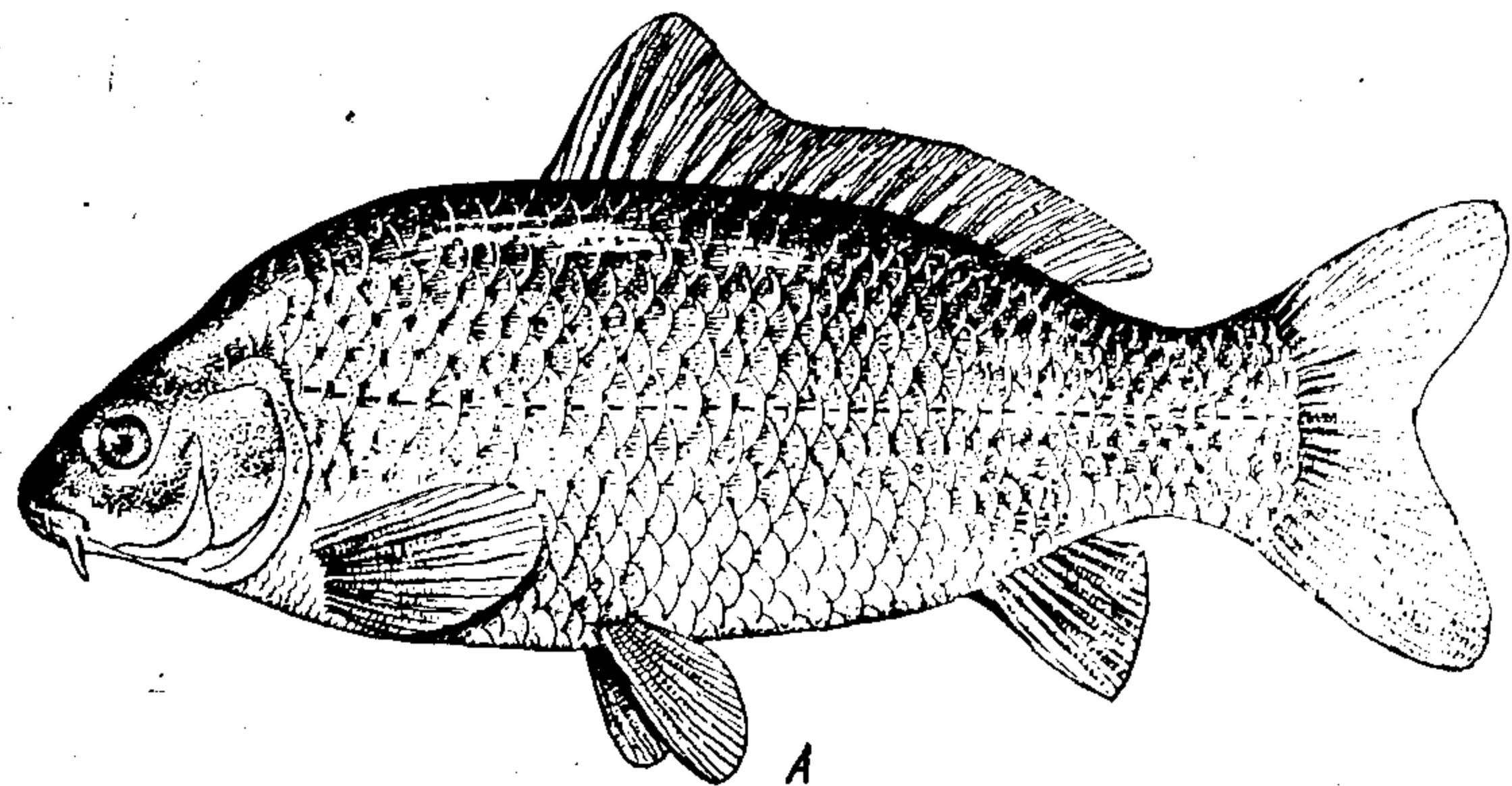
Рис. 8. Гистограмма.

1 — клadoцера; 2 — копепода; 3 — бентос; 4 — корм

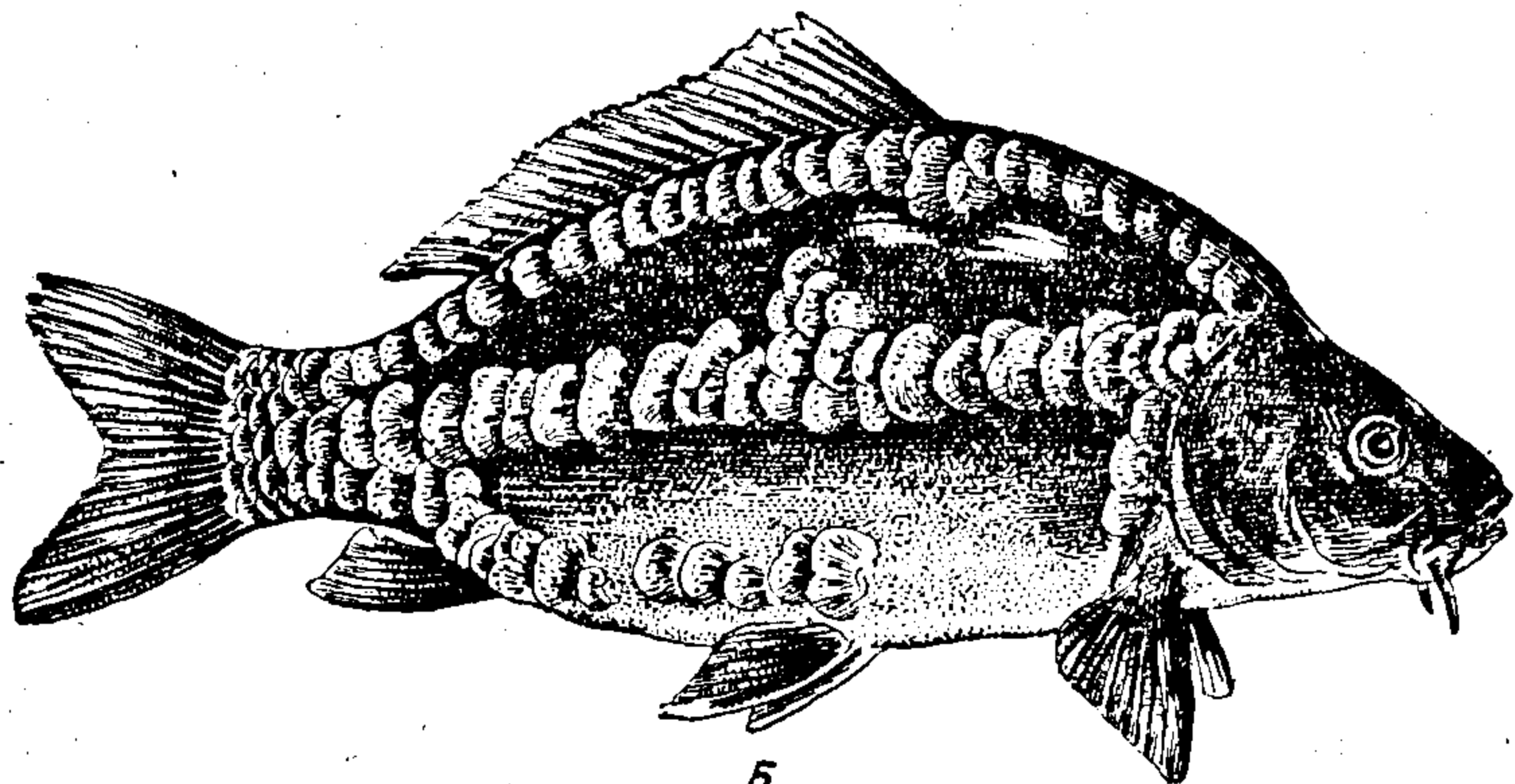
БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ РЫБ

Карп *Cyprinus carpio L.* — основной объект разведения в тепловодных прудовых хозяйствах страны (рис. 9). Карп выведен путем одомашнивания сазана. Это типично тепловодная рыба. Оптимальные условия для его питания, роста, размножения лежат выше 20°C . Карп ценен в хозяйственном отношении. Он относительно неприхотлив к условиям среды, всеяден, быстро растет, у него вкусное мясо.

Половозрелыми карпы становятся в центральных районах на 4—5-м году жизни, в южных — на 2—3-м году, причем самцы созревают на год раньше самок. Самки массой 5—8 кг выметывают до 1 млн. икринок и больше. Нерест проходит обычно при температуре 17—



А



Б

Рис. 9. Карп:

А — чешуйчатый; Б — зеркальный

20°C на прибрежных участках, поросших растениями, которые служат субстратом для личинок икринок.

Длительность инкубации икры зависит от температуры воды и составляет 3—6 сут. Переходя на активное питание, молодь использует планктон — сначала мелкие формы, потом крупные — главным образом низших ракообразных, а затем и донную пищу, прежде всего ли-

чинок, хирономид, роль которых по мере роста рыб возрастает. Карп хорошо использует дополнительные задаваемые корма, как растительные, так и животные.

Потенциальные возможности роста у карпа весьма велики. При благоприятных условиях выращивания (оптимальном температурном режиме и хорошей кормовой базе) карп уже на 1-м году выращивания может

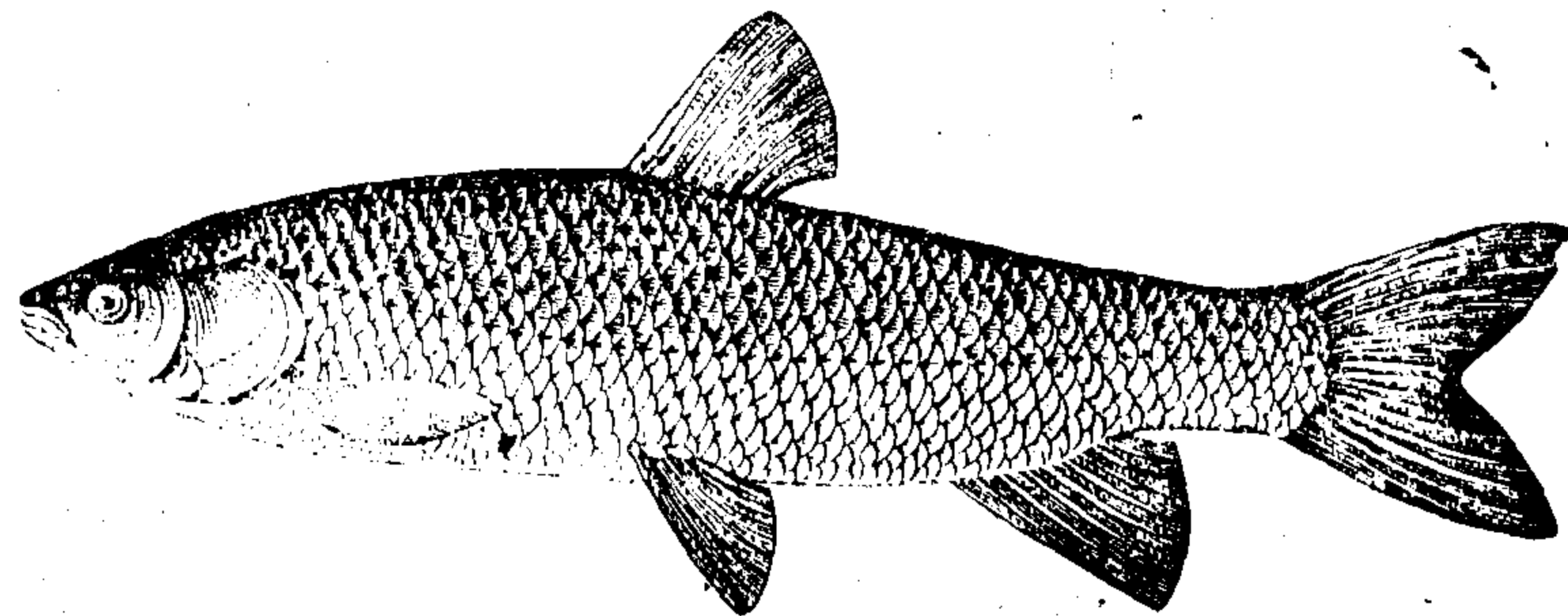


Рис. 10. Белый амур

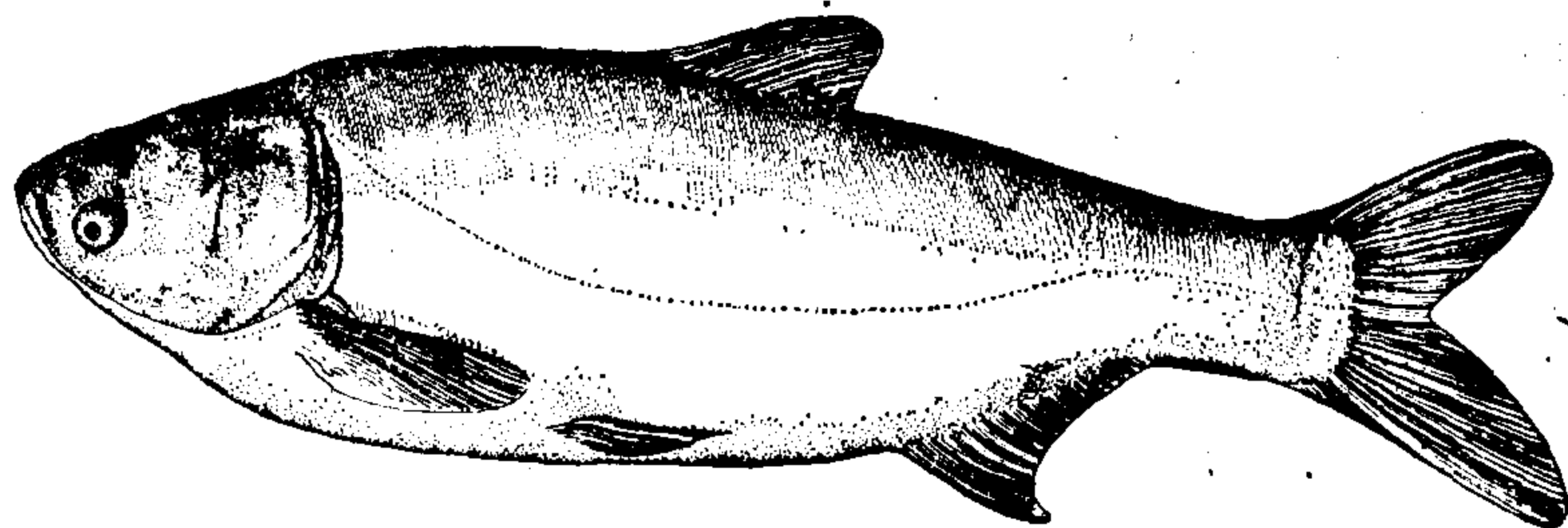


Рис. 11. Белый толстолобик

достигать массы 1—1,5 кг, на 2-м году — 2—4 кг. При интенсивном ведении хозяйства получают по 25—30 ц рыбы с гектара.

Белый амур *Stenopharingodon idella* Val. (рис. 10), белый толстолобик *Hypophthalmichthys molitrix* Val. (рис. 11) и пестрый толстолобик *Aristichthys nobilis* Val. (рис. 12) относятся к семейству карповых рыб. Северная граница ареала дальневосточных растительных рыб — река Амур.

Белый амур — быстрорастущая рыба, достигает массы 30—50 кг. Питается белый амур высшей водной рас-

тительностью, охотно поедает и наземную растительность. Суточный рацион зависит в значительной степени от температуры воды. При температуре воды 25—30° С суточный рацион может превышать собственную массу рыбы. Способность поедать большие количества водной растительности позволяет использовать белого амура в качестве биологического мелиоратора рыбохозяйственных и технических водоемов.

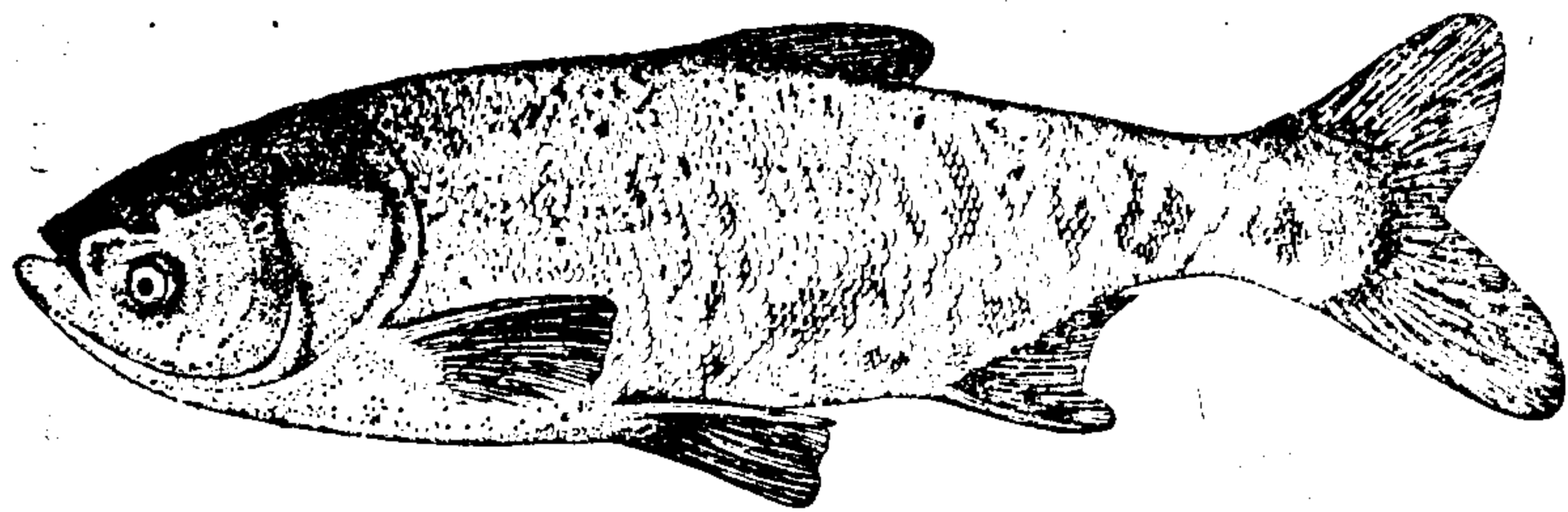


Рис. 12. Пестрый толстолобик

Белый толстолобик достигает массы 16—20 кг. Питается фитопланктоном, предпочитая диатомовые и зеленые водоросли. Может питаться синезелеными водорослями. При недостаточном развитии водорослей переходит на питание детритом и перифитом (обрастаниями).

Пестрый толстолобик отличается от белого толстолобика характером питания, более быстрым ростом. Достигает массы более 35 кг. Пестрый толстолобик питается зоопланктоном, при его недостатке — фитопланктоном.

В биологии размножения амуров и толстолобиков много общего, все они пелагофильные рыбы. Нерест их проходит в руслах крупных рек на быстром течении при температуре не ниже 18—20° С. В прудах они не размножаются.

Половозрелыми амур и толстолобик становятся в южных районах на 3—5-м году жизни, в центральных районах — на 8—10-м году.

Серебристый карась *Carassius auratus gibelio* В. — теплолюбивая рыба (рис. 13). Достигает 40 см длины и более 1 кг массы. Характерное его отличие — большая выносливость, позволяющая жить в водоемах с напряженным газовым режимом. Нерест проходит в мае—июле при температуре не ниже 14—15° С.

В популяциях серебристого карася в большинстве водоемов европейской части почти отсутствуют самцы. В нересте участвуют самцы других видов (сазан, карп, золотой карась), причем в потомстве появляются только самки серебристого карася. На Дальнем Востоке и в не-

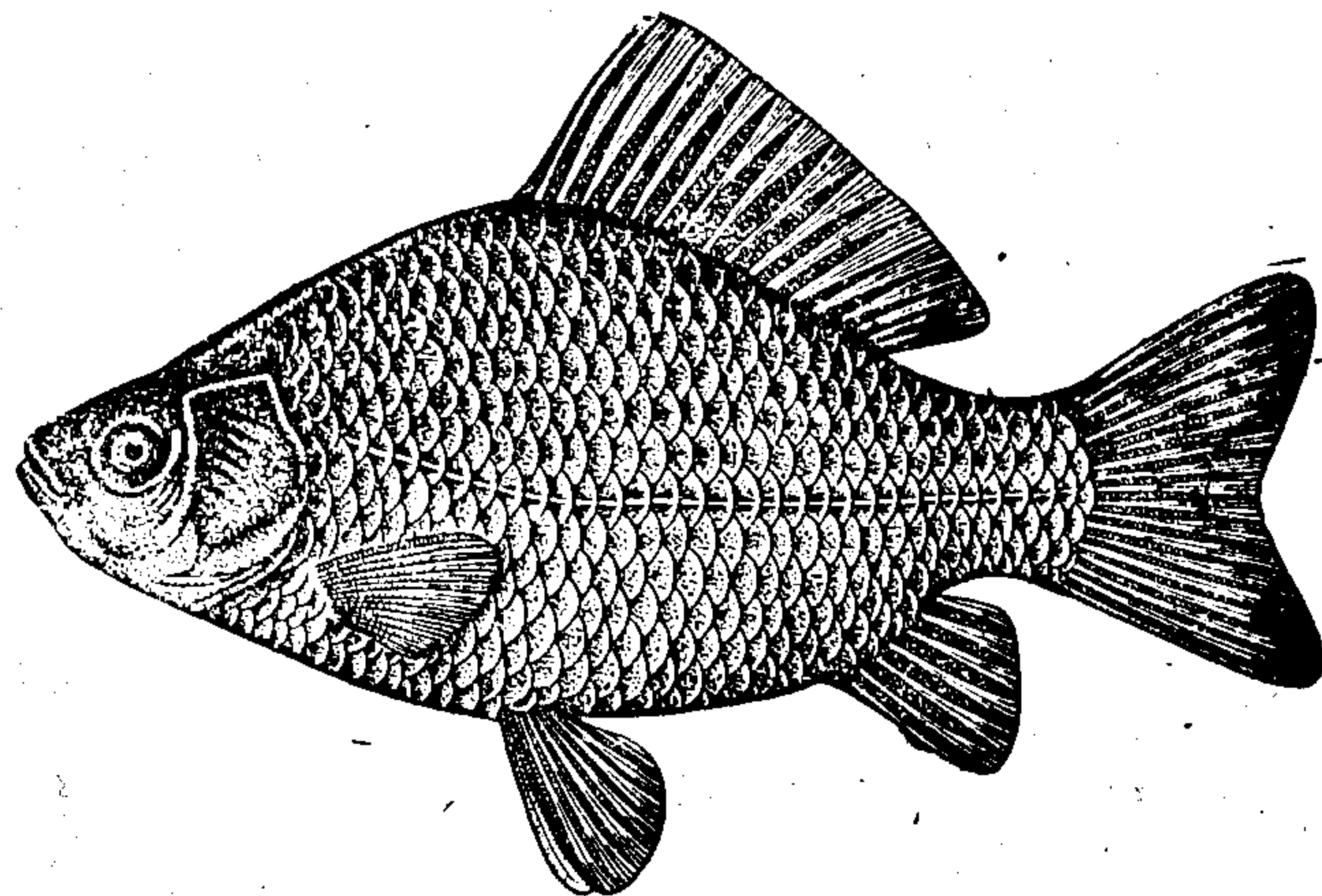


Рис. 13. Серебристый карась

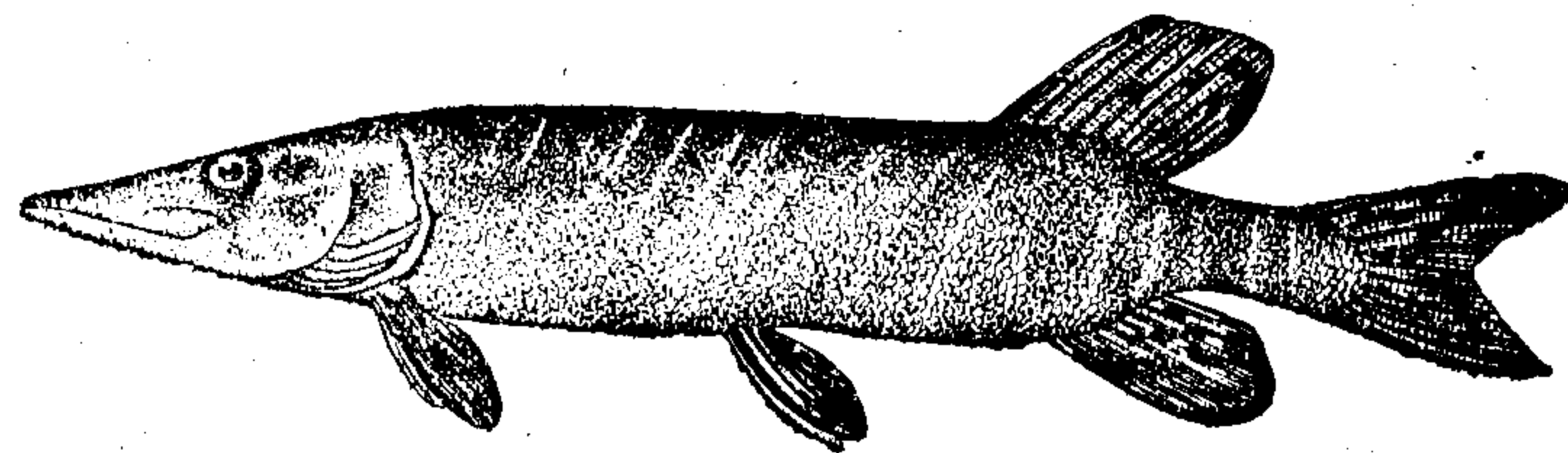


Рис. 14. Щука

которых других районах соотношение полов приближается к обычному. Половой зрелости достигает на 2—4-м году жизни. Спектр питания чрезвычайно широк: фито- и зоопланктон, бентос, детрит, части растений.

Щука *Esox lucius* L. — прибрежный хищник (рис. 14). Питаться рыбой щука начинает очень рано — при длине 2 см. Взрослые особи питаются мелкой рыбой, а также насекомыми, пиявками, головастиками, лягушками, способны мелиорации водоемов. Щука растет быстро, особенно в первые годы жизни, до наступления половой зрелости. При обилии пищи в прудах сеголетки щуки

достигают массы 450—900 г. В естественных водоемах щука размножается обычно на 3—4-м году жизни. Плодовитость достигает 100—215 тыс., а у крупных щук — до 1 млн. икринок. Нерест проходит ранней весной при температуре 3—6 °С. Инкубация икры при температуре 10 °С длится 12 дн или в среднем 120 градусо-дней. Личинки после вылупливания лежат на дне, плавать они не могут и первые 8—10 дн питаются за счет желточного мешка. Затем личинки начинают плавать и переходят к смешанному питанию, а по мере рассасывания желточного мешка пищей личинкам служат мелкие циклопы,

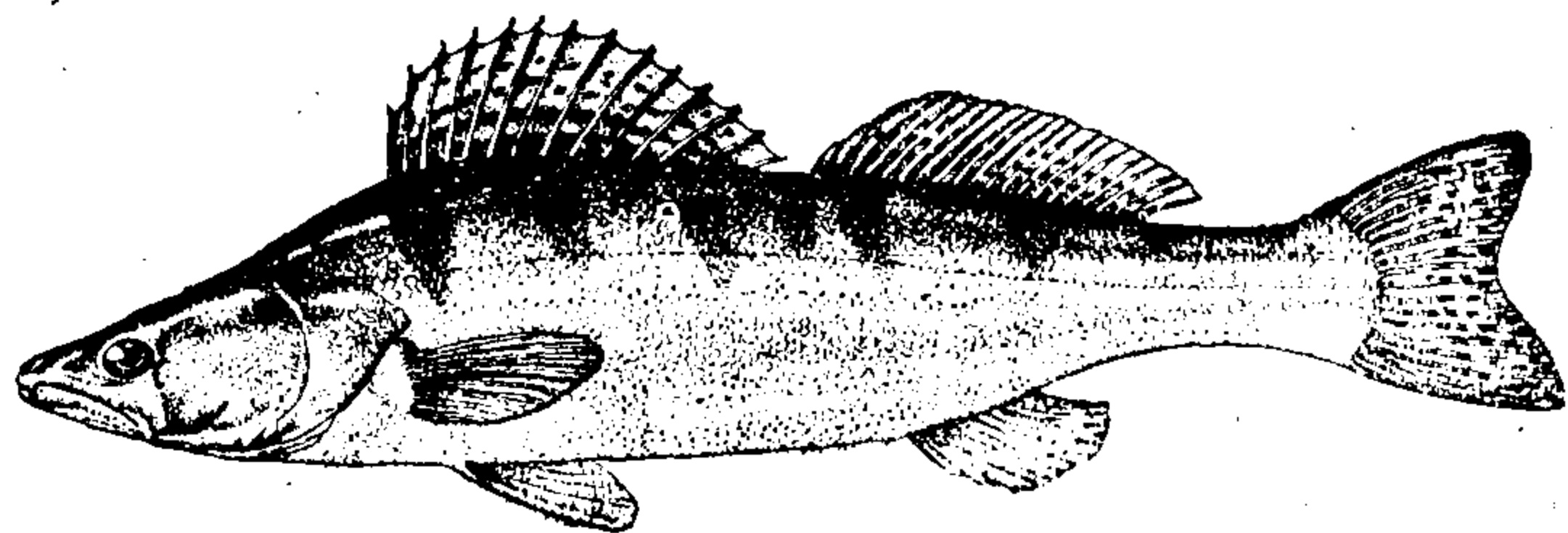


Рис. 15. Судак

дафнии, личинки хирономид. Оптимальная температура воды для интенсивного питания в пределах 18—20 °С.

Судак *Lucioperca lucioperca* L. (рис. 15) — ценная промысловая рыба. Взрослый судак — хищник. Наиболее активно питается с мая по октябрь, слабее — зимой и во время нереста. У судака высокая скорость роста. Он эффективно питается; является хорошим биологическим мелиоратором. Половая зрелость у судака наступает на 3—4-м году. Нерест происходит в апреле—мае.

Буффало — крупные быстрорастущие рыбы. Большеротый буффало достигает массы до 40 кг. В прудовых хозяйствах страны разводят три вида буффало: большеротый *Ictiobus cyprinellus* (рис. 16), малоротый *I. bubbalus* (рис. 17), черный *I. niger* (рис. 18). В питании большеротого буффало преобладает зоопланктон, у малоротого и черного буффало существенное значение имеет бентос.

Большеротый и малоротый буффало — стайные рыбы, легко отлавливающиеся из водоемов, что важно при организации их промысла.

Буффало устойчивы к таким опасным заболеваниям, как краснуха и воспаление плавательного пузыря, невосприимчивы к бранхиомикозу и жаберному некрозу.

При выращивании в прудах самки большеротого буффало достигают половой зрелости в возрасте трехгодов-

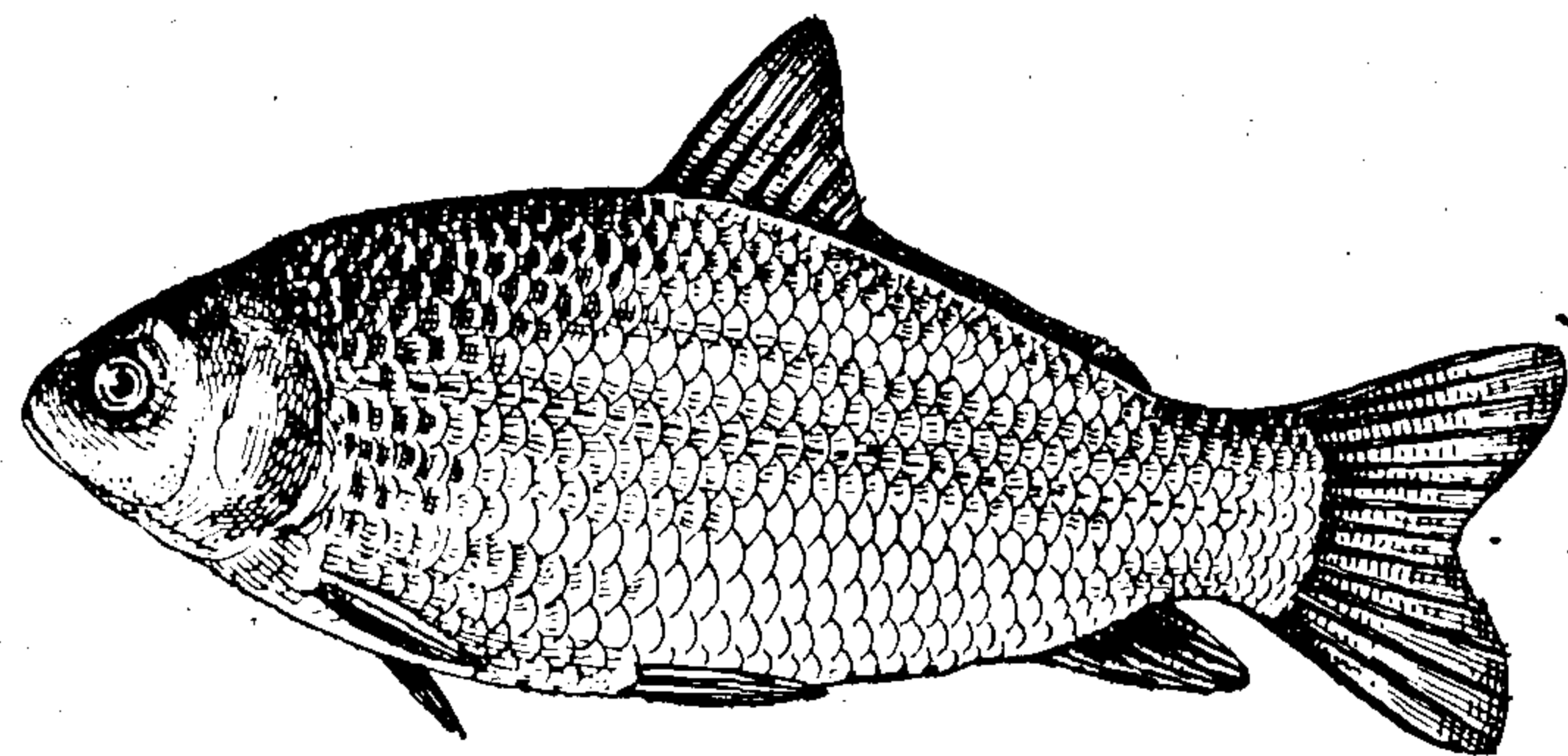


Рис. 16. Большеротый буффало

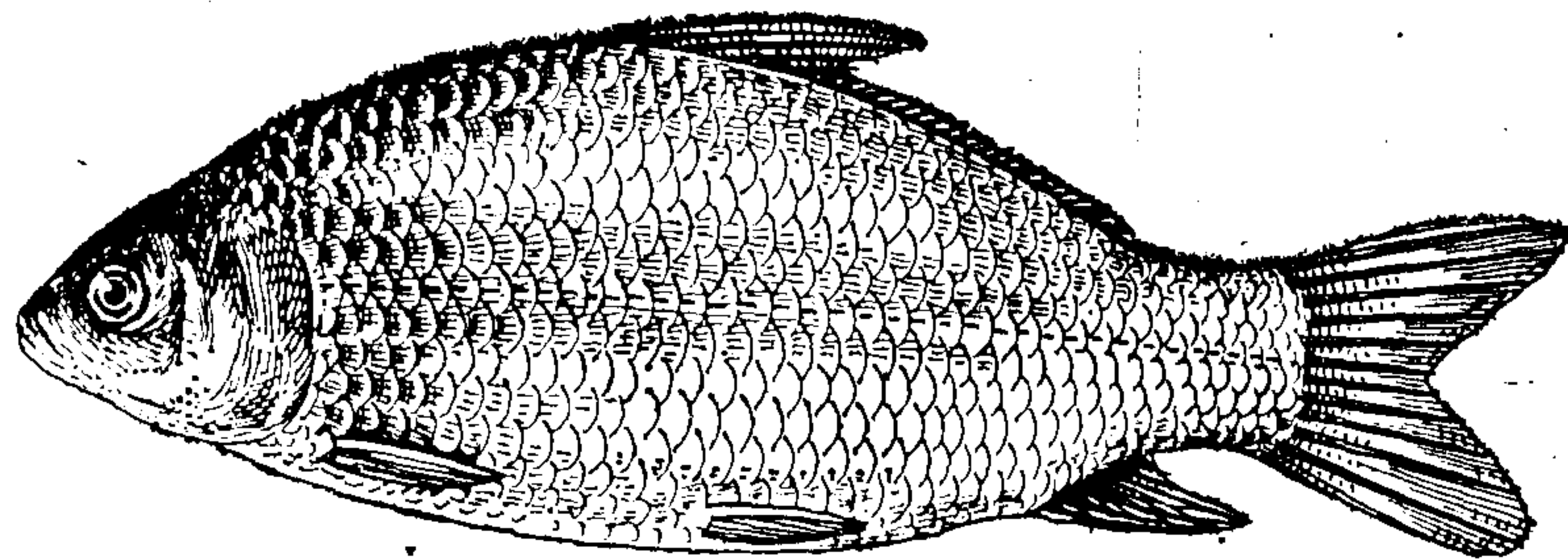


Рис. 17. Малоротый буффало

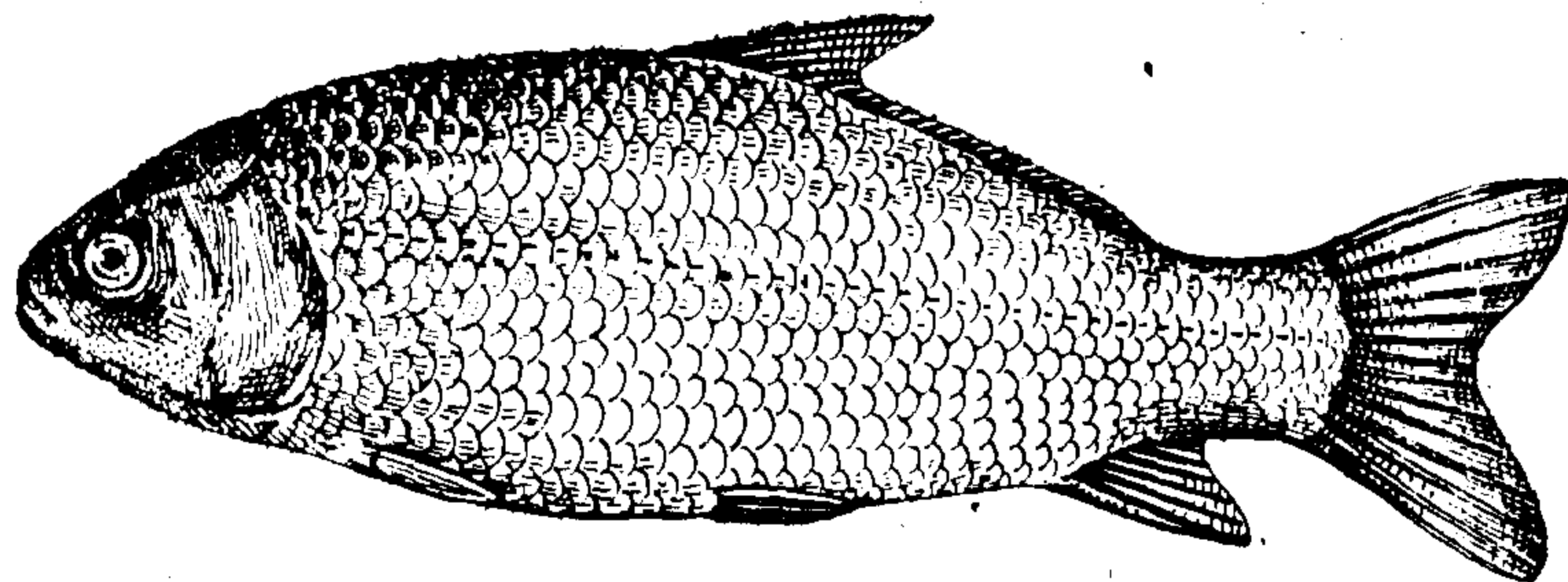


Рис. 18. Черный буффало

ков. Самки малоротого буффало созревают на год позже. Черный буффало по скорости развития гонад занимает промежуточное положение между большеротым и малоротым буффало.

По характеру размножения буффало имеют много общего с сазаном. В США для разведения буффало используют пруды типа карповых нерестовиков. Икра откладывается на свежесалитую молодую траву. Нерест проходит при температуре, близкой к 20°С. Развитие икры продолжается 90—100 градусо-часов.

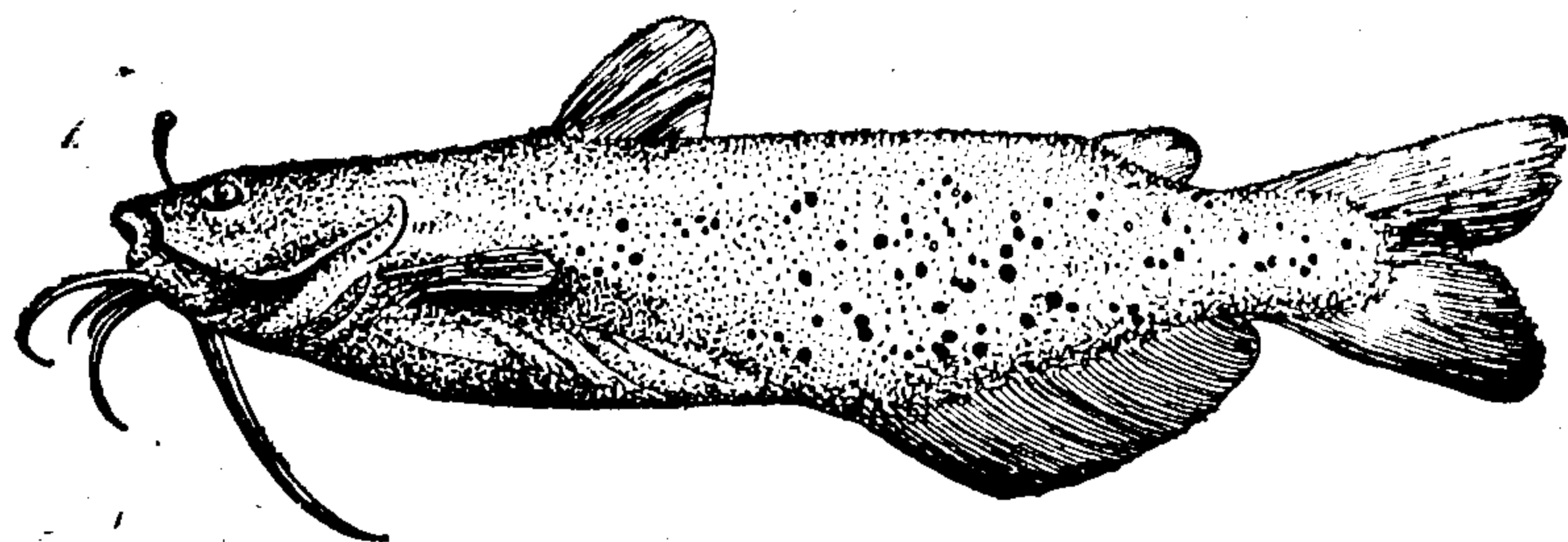


Рис. 19. Американский канальный сом

Американский канальный сом *Ictalurus punctatus* Raf. (рис. 19). Впервые завезен в нашу страну в 1972 г. Ценность канального сома заключается в высокой адаптации его к условиям среды, хорошем темпе роста, эффективном использовании искусственных кормов и в высоких гастрономических качествах товарной продукции. Перспективный объект разведения для садковых и бассейновых хозяйств — на сбросных водах тепловых и атомных электростанций. Канальный сом быстро растет. Сеголетки достигают массы 30—70 г, а двухлетки — 400—600 г, максимальная масса 40 кг. Оптимальная температура для питания и роста лежит в границах 25—30°С. При выращивании в садках была получена продуктивность порядка 100 кг/м³. При выращивании в прудах в южных районах достигнута продуктивность 30 ц/га. Перспективны при использовании в промышленном рыбноводстве и другие виды из семейства.

Голубой сом *Ictalurus fuscatus*. Растет несколько медленнее канального сома, но обладает меньшей изменчивостью массы. Имеет больший процент съедобных частей, чем канальный сом. Может нереститься с канальным со-

мом. Гибриды между канальным и голубым сомом растут лучше исходных видов.

Белый сом *Ictalurus catus*. Менее крупный, чем канальный и голубой сомы. Неприхотлив к условиям содержания. Обладает большей устойчивостью к дефициту кислорода, колебаниям температуры, мутности, высокой плотности посадки. Хорошо использует искусственные корма.

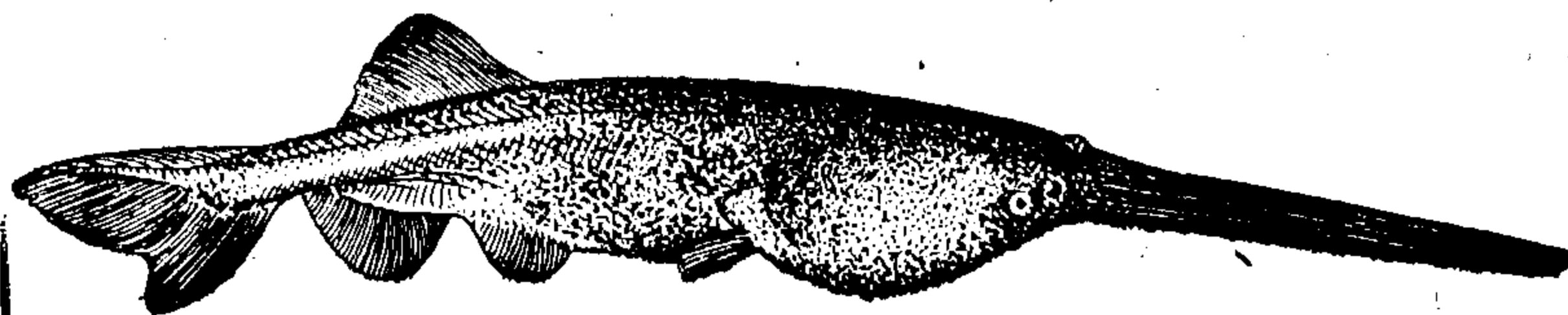


Рис. 20. Веслонос



Рис. 21. Бестер

При производстве сомов применяют три метода получения потомства: прудовый, садковый и заводской.

Веслонос *Polyodon spatula* (Jordan) (рис. 20) — представитель отряда осетрообразных, питающийся планктоном. Завезен в нашу страну из США в 1974 г. При выращивании в прудах веслонос имеет высокую потенцию роста: сеголетки достигают массы 200—900 г, двухлетки — 2,5—3,0 кг, трехлетки — 4,0—5,0 кг. Веслонос является перспективным объектом для разведения в озерах и водохранилищах.

Бестер *Huso huso Acipenser ruthenus* (рис. 21) — гибрид белуги со стерлядью — ценный перспективный объект для разведения и выращивания во внутренних водоемах. Как объект товарного выращивания бестер все шире используется в южных районах Краснодарского и Ставропольского краев, в Ростовской области и на Украине. Гибрид унаследовал от белуги быстрый темп рос-

Кислород расходуется на различные окислительные процессы, в том числе и дыхание водных организмов. Потребление кислорода рыбами приводится в табл. 42. Значительное количество кислорода используется на окисление органических веществ. За сутки донные отложения на 1 м² дна поглощают от 0,4 до 1,6 г кислорода. Не съеденный рыбой 1 кг корма, окисляясь, поглощает от 10 до 50 г кислорода.

В результате изменения температуры воды, освещенности и влияния других факторов в водоемах наблюдаются периодические сезонные и суточные колебания количества кислорода, растворенного в воде. Поэтому рыбовод обязан постоянно контролировать содержание кислорода в воде.

Определение содержания растворенного кислорода в воде проводится по методу Винклера. Он основан на способности гидрата закиси марганца реагировать в щелочной среде с кислородом, растворенным в воде. Гидрат закиси марганца связывает кислород с образованием осадка гидрата окиси марганца. После добавления кислоты осадок растворяется и раствор в зависимости от количества выделившегося кислорода окрашивается в коричневый цвет различной интенсивности. Выделившийся кислород титруют раствором гипосульфата. По количеству гипосульфата, израсходованного на титрование пробы, рассчитывают количество кислорода.

Пробу воды на кислород берут с помощью батометра или других приспособлений. Из батометра пробу переносят в специальные кислородные склянки с притертыми пробками. После этого приступают к фиксации кислорода. Для этого в склянку объемом 100—150 мл вводят 2 мл раствора хлористого марганца $MnCl_2$ и 2 мл раствора едкого натра с иодистым калием ($NaOH + KI$). Пипетки с реактивами погружают в склянку и затем в момент выливания из них реактива поднимают вверх. Для каждого реактива должна быть своя пипетка, помеченная каким-либо способом. После прибавления хлористого марганца и щелочи склянки закрывают и содержимое тщательно перемешивают. Когда осадок опустится на дно, склянку открывают и пипеткой вводят 5 мл серной кислоты (1 : 4) или концентрированной соляной кислоты. Затем склянку закрывают и перемешивают.

После растворения осадка из склянки берут пипеткой 50 или 100 мл исследуемой воды, переносят в кон-

ческую колбу на 200—250 мл и титруют 0,01 н. или 0,02 н. раствором гипосульфита до слабо-желтого цвета. После этого к пробе добавляют 1 мл крахмала и окрашившийся в синий цвет раствор титруют до обесцвечивания. Учитывают все количество гипосульфита, пошедшее на титрование.

Расчет количества кислорода O_2 , растворенного в воде, проводится по следующей формуле, мг/л:

$$\frac{PKN \cdot 8 \cdot 1000}{O - o_1}$$

где P — количество 0,01 н. раствора гипосульфита, израсходованного на титрование пробы, мл; K — поправка на нормальность гипосульфита; N — нормальность раствора гипосульфита; O — объем пробы, мл; o_1 — объем прибавленных реактивов, мл; 8 — коэффициент пересчета на кислород (1 мл 0,01 н. раствора гипосульфита соответствует 0,08 мг кислорода).

Например, на титрование пробы пошло 7,1 мг гипосульфита; поправочный коэффициент K раствора гипосульфита 0,9; объем пробы, взятой на титрование, 100 мл. Содержание кислорода O_2 , растворенного в воде, равно

$$\frac{7,1 \cdot 0,9 \cdot 0,01 \cdot 8 \cdot 1000}{100 - 2} = 5,2 \text{ мг/л.}$$

При анализе кислородного режима водоема важно знать не только абсолютное количество кислорода, растворенного в воде, но и его относительное содержание — процент насыщения от нормы при данной температуре.

По относительному содержанию кислорода судят о напряженности окислительных процессов в водоеме.

Расчет. Предположим, что содержание кислорода в водоеме составляет 5,7 мг/л. Температура воды 24° С. Необходимо рассчитать относительное содержание кислорода. Из табл. 2 находим, что при данной температуре должно быть 8,33 мг/л растворенного в воде кислорода.

Тогда относительное содержание кислорода составит

$$\frac{8,33 - 100}{5,7 - x} \cdot x = \frac{5,7 \cdot 100}{8,33} = 68,4\%$$

Колориметрический метод определения кислорода.

В ряде случаев для определения кислорода пользуются колориметрическим методом. Для этого раствор, полученный после действия на осадок кислотой, сравнивают со стандартной шкалой. В качестве эталона используют

изменения ее в ряде случаев могут служить показателем неблагоприятных условий в водоеме.

Цвет воды выражается в условных единицах — градусах. Потребность в кислороде у отдельных видов рыб различна. Так, для нормальной жизнедеятельности лососевых концентрация кислорода должна быть 11 мг/л, а для карповых — 5—8 мг/л. При концентрации кислорода около 3,0 мг/л карп становится беспокойным, хуже питается, а при падении кислорода до 1,2—1,6 мг/л (в зависимости от температуры воды) возникает угроза гибели рыбы. От насыщения воды кислородом

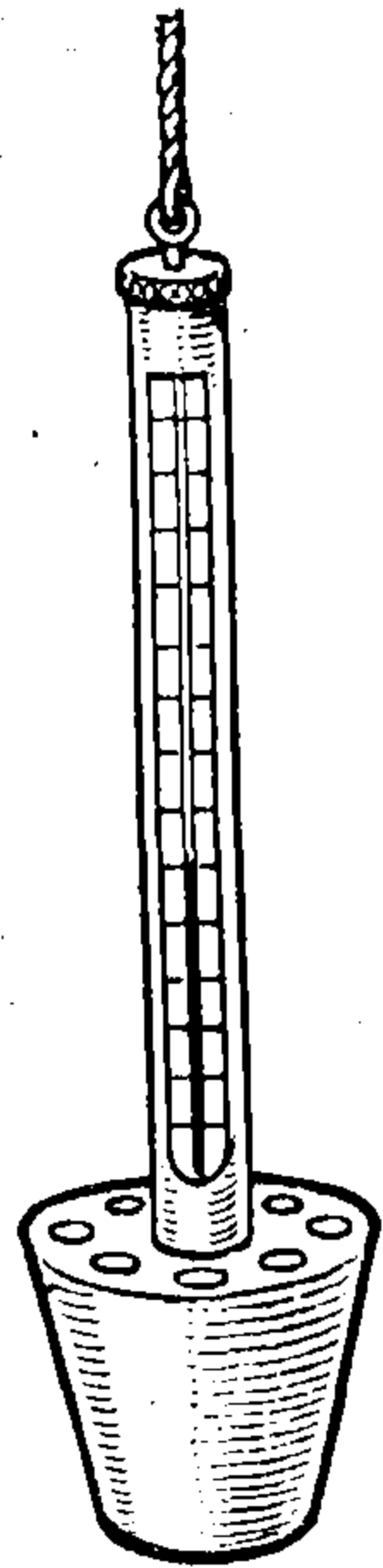


Рис. 29. Водный термометр

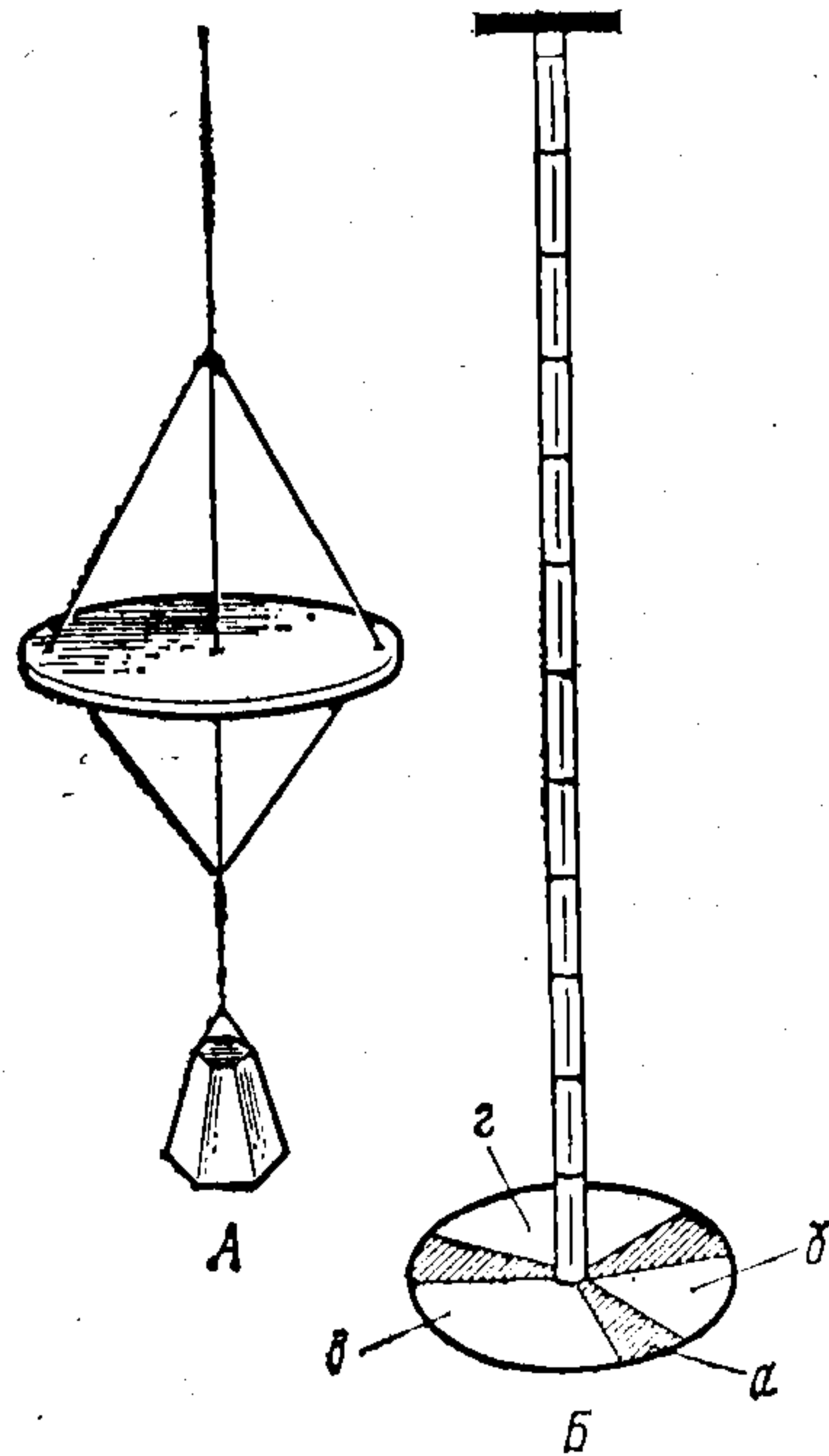


Рис. 30. Приборы для определения прозрачности воды:

А — диск Секки; Б — индикаторный диск; а — черные поля; б, в, г — цветные поля

цветностью испытуемой воды. Цветность более 30° считается высокой, и вода с такой цветностью обычно не рекомендуется для водоснабжения рыбоводных прудов.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ И МЕТОДЫ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ

При рыбоводных работах особое внимание уделяется изучению кислородного режима водоемов, так как налитровом перемешивании,

в воде растворенного кислорода — обязательное условие для существования большинства водных организмов. При падении содержания кислорода до 1,2—1,6 мг/л (в зависимости от температуры воды) возникает угроза гибели рыбы. От насыщения воды кислородом

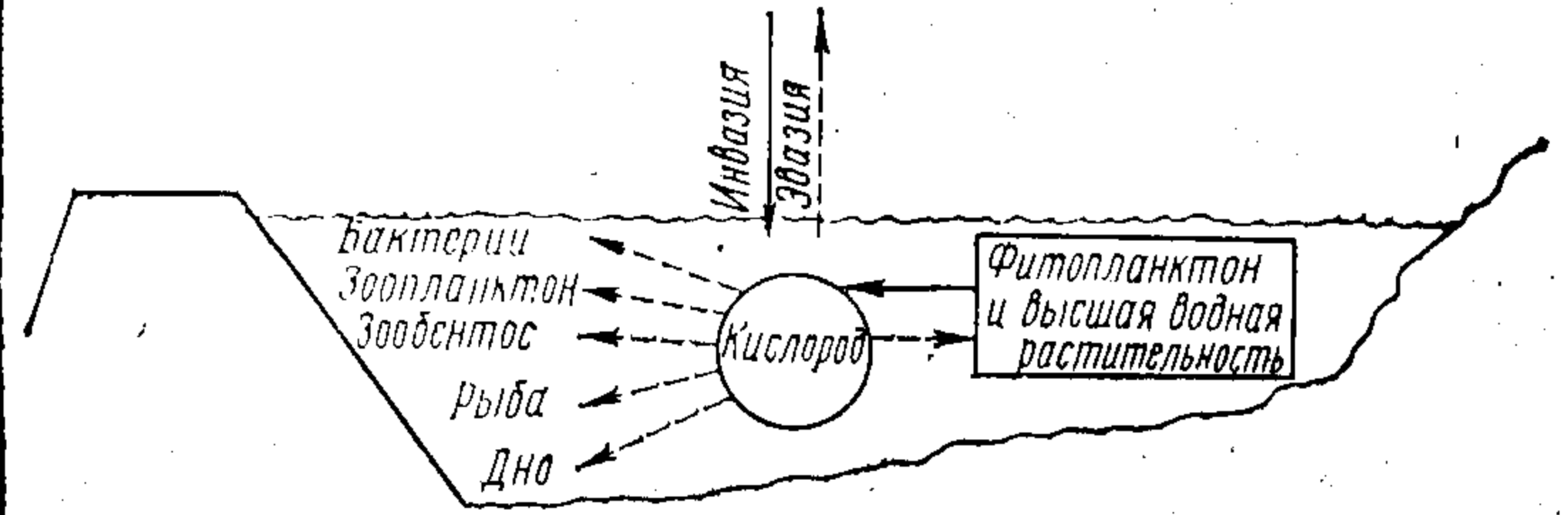


Рис. 31. Баланс кислорода в водоеме (схема)

зависит жизнедеятельность рыб. При падении содержания кислорода ухудшаются условия питания рыб, снижается их рост, понижается устойчивость ко многим неблагоприятным факторам внешней среды, в том числе к дамам промышленных и бытовых сточных вод.

Содержание растворенного в воде кислорода зависит от двух групп процессов, проходящих одновременно в водоеме. С одной стороны, это процессы, обогащающие воду кислородом. К ним относятся фотосинтез растений, также поступление его из атмосферы, с другой стороны, уменьшающие его содержание в воде различные окислительные процессы (рис. 31).

Мощный источник обогащения воды кислородом — процесс фотосинтеза водных растений. Интенсивность его зависит от развития водорослей, температуры и освещения воды. Второй источник — атмосфера, кислород которой может поглощаться поверхностными слоями воды. Насыщение воды кислородом этим путем значительно

уменьшается при интенсивном разбрызгивании, течении, насыщении воды кислородом этим путем значительно

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. В лаборатории необходимо вес

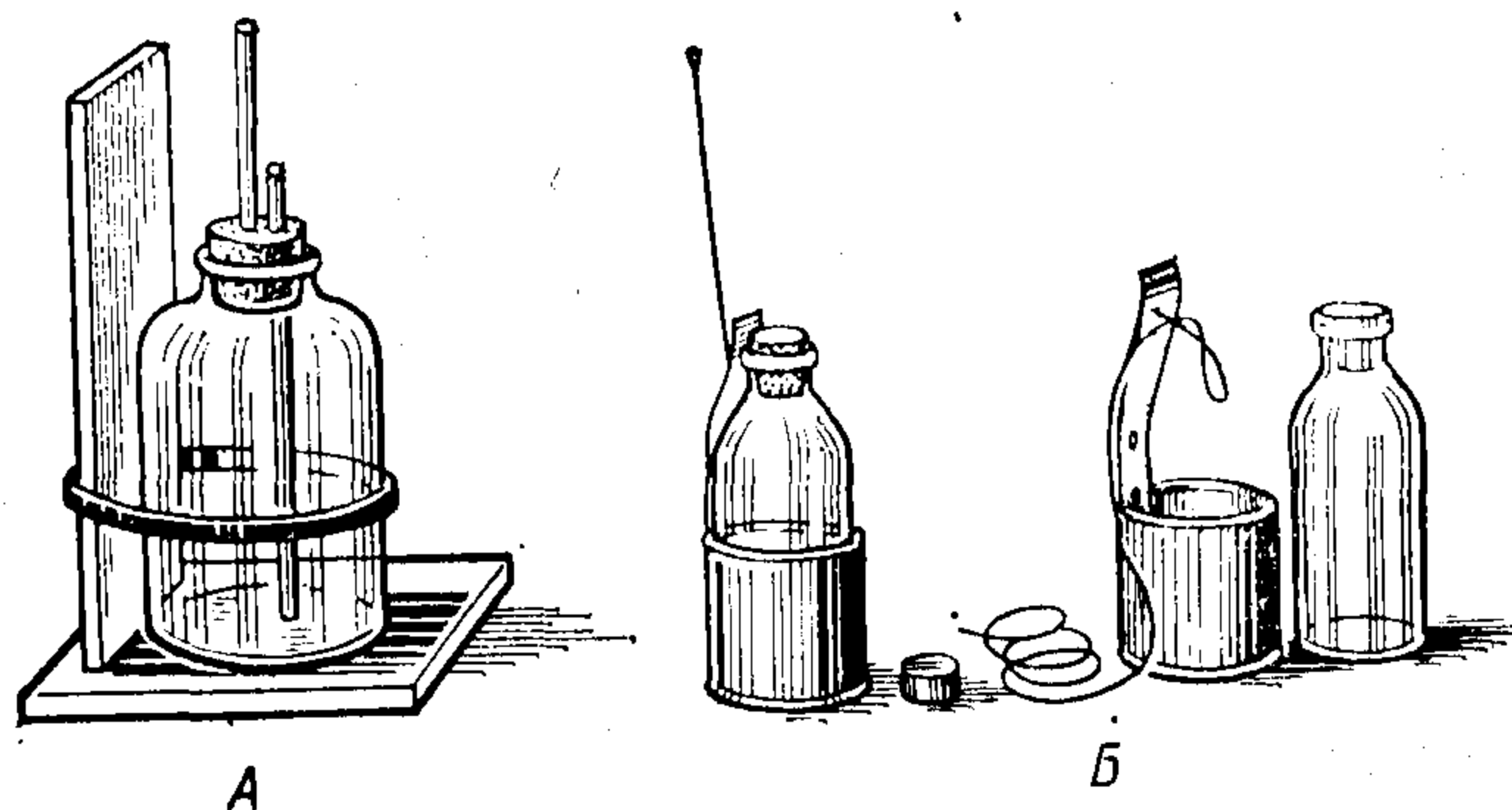


Рис. 28. Упрощенный батометр:

А — бутылка с шестом; Б — то же, с грузиком

рабочий журнал, где отмечаются данные, приведенные выше, а также все данные, связанные с проведением анализа.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ

Химическому анализу воды предшествует определение ее физических свойств: температуры, прозрачности и цвета.

Температура воды — один из наиболее важных биологических факторов. Температура воздействует на определение гидробионтов в водоемах и на скорость течения различных жизненных процессов (интенсивность обмена веществ, скорость полового созревания, температура и т. д.). С учетом температурного режима водоема определяются и наиболее подходящие для выращивания виды рыб. Так, теплолюбивые виды рыб, такие, как белый амур, буффало, наиболее интенсивно питаются 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. Температура определяет и растворимость газов в воде.

Термика воды значительно устойчивее, чем воздуха, что связано с большой удельной теплоемкостью воды. В прудах температура воды изменяется в зависимости от времени года, климатических условий, времени суток.

Температуру воды измеряют специальными термометрами с делениями 0,1 °С (рис. 29). Термометр (в металлической оправе с чашечкой) крепят на размеченном пропускнике и опускают на определенную глубину на 5 мин, затем поднимают на поверхность и определяют температуру.

Прозрачность — одно из важных физических свойств воды. Степень прозрачности воды зависит от количества взвешенных и растворенных в ней органических и минеральных веществ. 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.

Прозрачность определяют с помощью металлического диска, покрытого белой краской (рис. 30, А). Диск на размеченном шнуре или тросе опускают в воду до тех пор, пока он не исчезнет из поля зрения, и поднимают его, пока он снова не станет заметным. Средняя величина между этими показателями в сантиметрах или метрах будет считаться прозрачностью воды. Для измерения прозрачности А. С. Барановым предложен диск, окрашенный в виде секторов по 90° белого, красного и зеленого цветов. Цветовые сектора разделены трехлучевым черным крестом с лучами по 30°. Диск закреплен на стальной штанге (рис. 30, Б). Считают, что при использовании такого диска точность измерения повышается.

Цвет воды является показателем некоторых ее химических и биологических особенностей. Чаще всего цвет воды зависит от количества растворенных в ней органических веществ. Окраска воды сама по себе, по-видимому, не играет роли в жизни водных организмов. Однако

Знание химического состава воды, особенностей его формирования 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, протекающие в водоеме, с тем чтобы поддерживать гидрохимический режим в оптимальных для рыбоводства пределах.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОДОЕМОВ

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, количества сероводорода. Частота взятия проб на газовый анализ и их количество зависят от категории водоема, его размеров. Так, в перестовых 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 дн.

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, альбуминоидного 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. Его следует выполнять, тщательно придерживаясь следующих основных правил: 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 перестовых 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, водопадающем 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

мера колеблется от 0,8 до 20 тыс. икринок, рипуса — от 2 до 57 тыс. шт. Нерест проходит осенью при температуре воды 4—5 °С на мелководных участках с песчано-галечным грунтом на глубине 1,5—3 м. Инкубация икры при температуре 1 °С длится около 160 дн.

Пелядь *Coregonus peled* G. (рис. 25) отличается очень вкусным мясом. Распространена в озерах и реках Севера. Пищей является фито- и зоопланктон. Длина озерной крупной пеляди 40—50 см и масса 1,5—2 кг. При выращивании в прудах обнаруживает высокий темп роста.

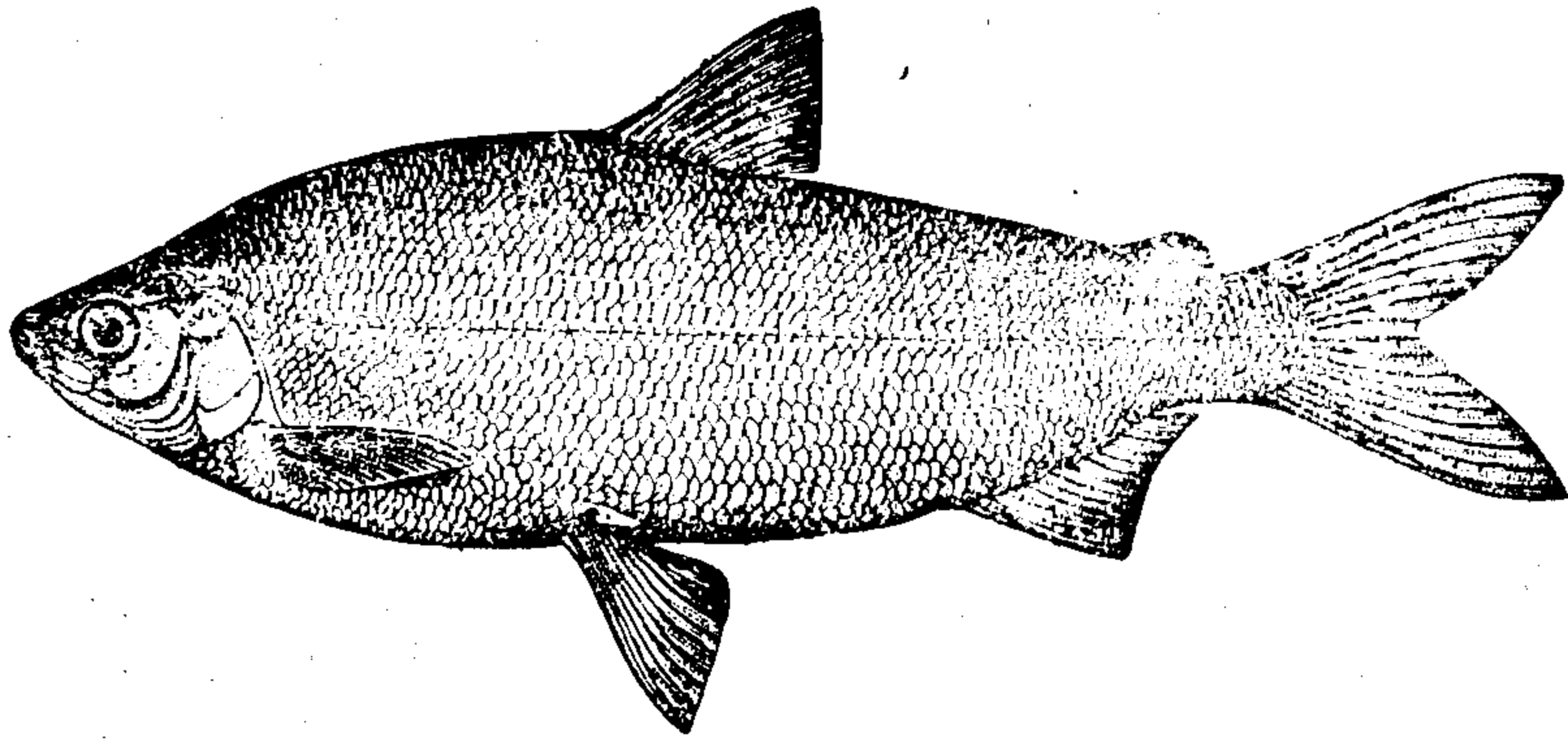


Рис. 25. Пелядь

В прудах хорошо переносит и высокую температуру (26—28 °С). При выращивании совместно с карпом сеголетки вырастают в прудах до 120 г, двухлетки — до 400—500 г. Нерестится при температуре 3—5,5 °С. Плодовитость пеляди массой 350 г составляет 150 тыс., а массой 500 г — 200 тыс. икринок на одну самку.

Чудской сиг *Coregonus lavaretus maraenoides* (Poljakow) (рис. 26) распространен в Чудском озере, акклиматизирован в ряде озер Свердловской и Челябинской областей. Чудской сиг сравнительно теплолюбивая рыба. Сиг ценен тем, что использует для питания бентос в глубоководных частях озер и водохранилищ. Интенсивность роста зависит от развития естественной пищи, температуры и газового режима в водоемах.

В прудах сеголетки достигают 70—90 г, а двухлетки — 300—400 г. Половозрелым сиг становится в 2—3-х летнем возрасте,

Чир *Coregonus nasus* Pall. распространен главным образом за полярным кругом. Чир относится к быстрорастущим рыбам, приспособившись к короткому вегетационному периоду. В реках Оби и Иртыша средняя масса пятилетних чиров достигает 1,4 кг.

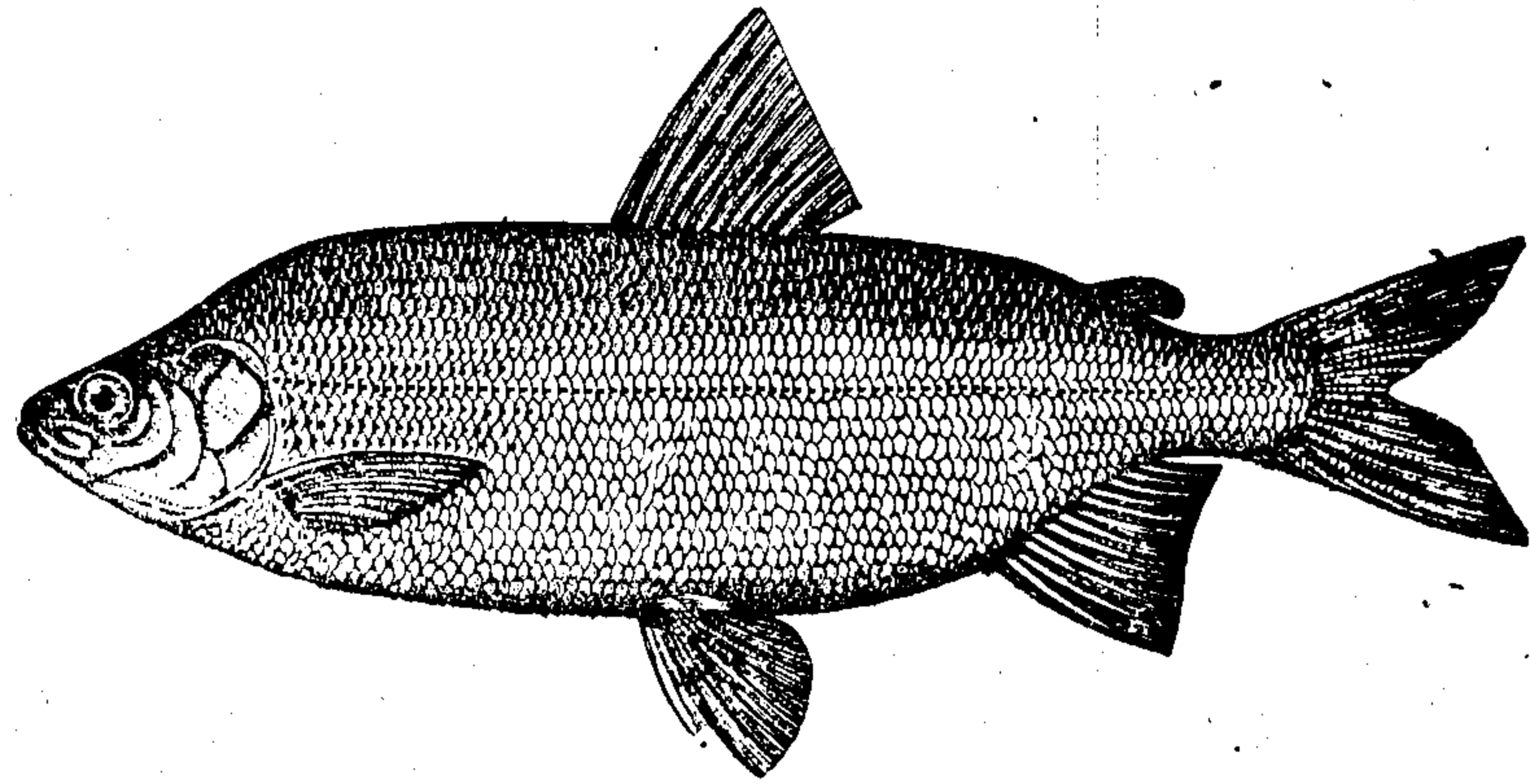


Рис. 26. Чудской сиг

Чир как бентосоядная и быстрорастущая рыба представляет интерес для разведения в прудах, озерах и водохранилищах северных районов. Двухлетки чира в этих условиях достигают массы 300—400 г.

Глава 2

ВОДА КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ РЫБ

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. Химический состав воды и ее физические свойства зависят от биологических процессов, протекающих в водоеме.

та, а от стерляди — раннее созревание. По сравнению с исходными формами бестер растет быстрее, отличается повышенной жизнестойкостью. Кроме того, один из наиболее ценных хозяйственных признаков — широкая адаптация гибрида к различным экологическим условиям; он хорошо растет в пресных водоемах, а также приспособлен к солоноватым водам. Интенсивный рост наблюдается при температуре воды 20—25 °С. В южных районах бестер достигает на втором году массы 500—800 г. В центральных районах темп роста бестера ниже.

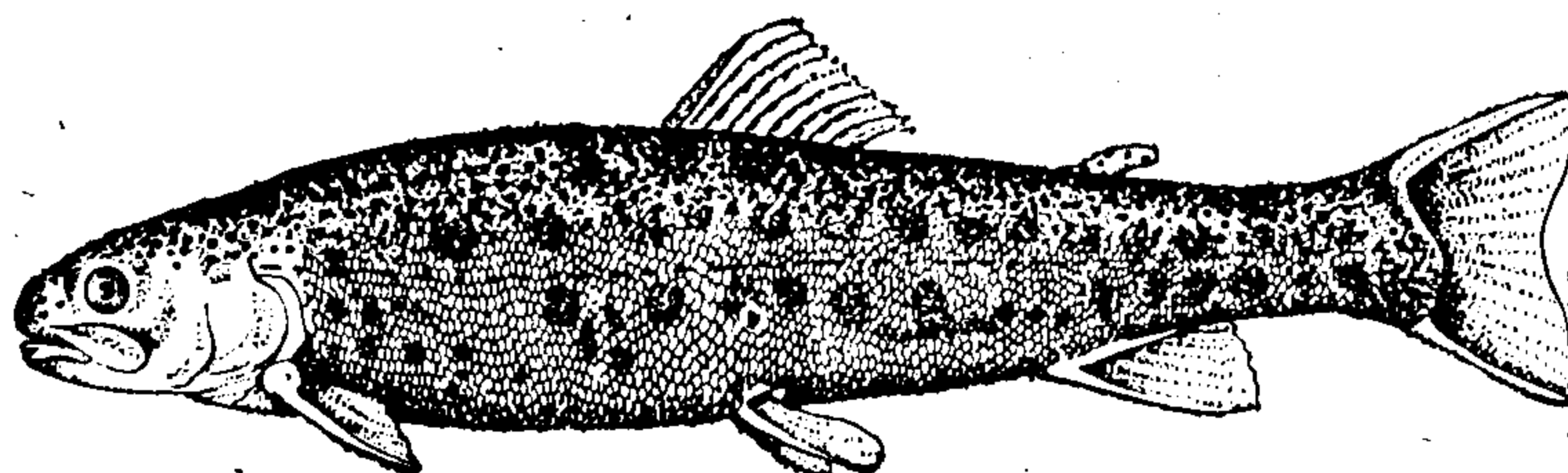


Рис. 22. Радужная форель

Кормят бестера форелевым кормом с добавлением фарша свежемороженой рыбы.

Половой зрелости самцы гибрида достигают в возрасте 4 лет, а самки — 6—8 лет.

Радужная форель *Salmo irideus* G. (рис. 22) — ценная в хозяйственном отношении рыба, обладает хорошими вкусовыми качествами. Имеет серебристую окраску с черными пятнышками на спине и широкую радужную полосу вдоль боковой линии. Радужная форель считается холодноводной рыбой, но она хорошо растет и в тепловодных прудах с хорошим кислородным режимом. Оптимальная температура для питания и роста 16—18 °С. В двухлетнем возрасте радужная форель достигает 200 г и больше. Питается форель разнообразной естественной пищей — ручейниками, жуками, стрекозами, мелкими лягушками, личинками комаров. На втором году жизни потребляет в пищу и мелких рыб. При выращивании в прудовых хозяйствах, бассейнах и садках используют комбикорма.

Созревает радужная форель на 2—3-м году жизни. Плодовитость молодых двухгодовалых самок составляет 800 икринок, более старых и крупных самок — до 2000

икринок. В прудах радужная форель не нерестится. Икру и молоки получают искусственно.

Сиговые рыбы (ряпушка, пелядь, рипус, чудской сиг, чир).

Сиговые рыбы имеют большое промысловое значение. Отличаются нежным, вкусным, жирным мясом.

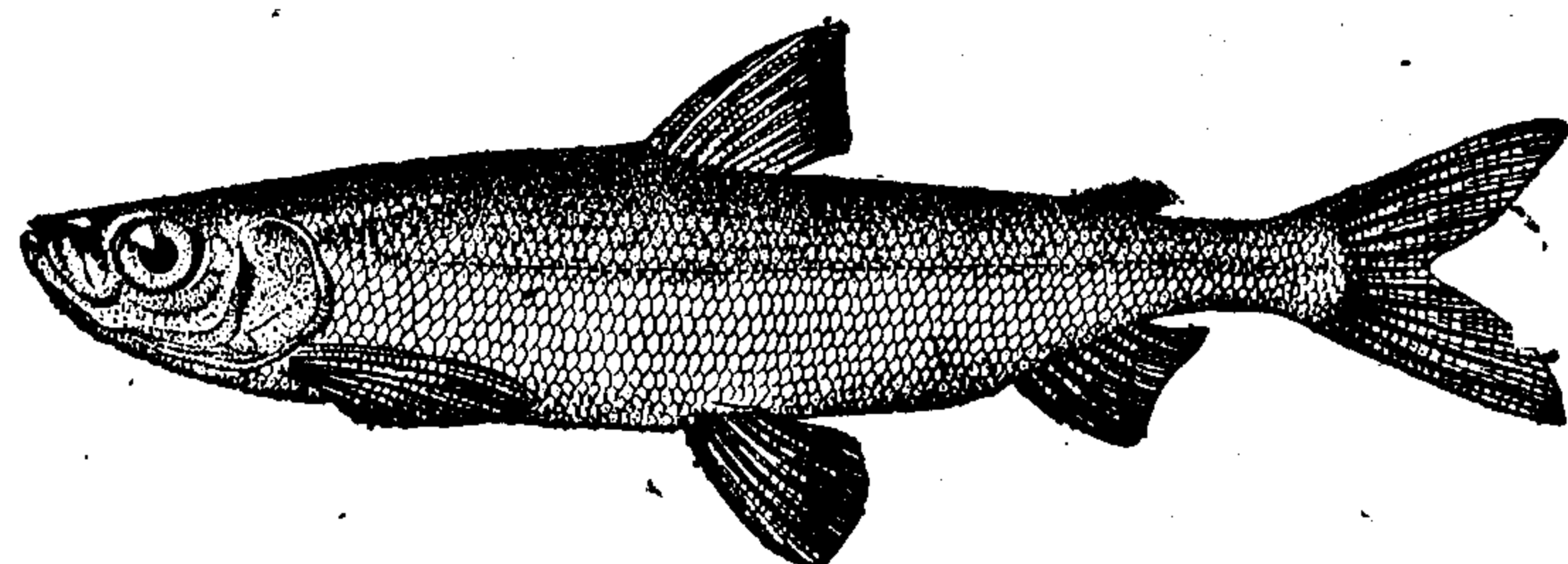


Рис. 23. Ряпушка

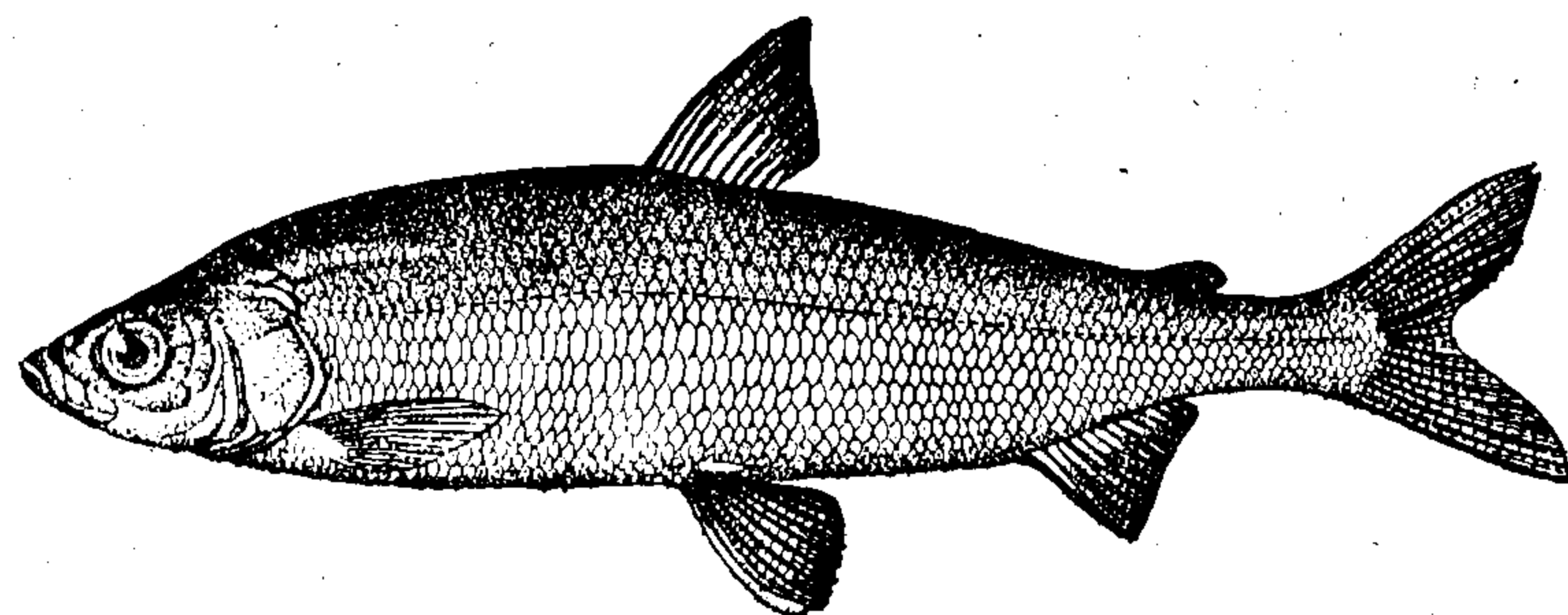


Рис. 24. Рипус

Ряпушка *Ceregonus albula* L. (рис. 23) и рипус *Coregonus albula morpho* Vimba (рис. 24) распространены в озерах Карелии, Новгородской, Калининской, Великолукской областей, Белорусской, Литовской, Латвийской ССР и в некоторых озерах Сибири. Основная пища — зоопланктон, реже бентос, водоросли и воздушные насекомые.

Холоднлюбивые рыбы предпочитают водоемы с температурой воды не выше 16—17 °С. Сеголетки ряпушки достигают при выращивании в прудах массы 40—60 г. Рипус растет быстрее ряпушки и достигает на 1-м году 70—90 г, на 2-м — 150—200 г.

Половая зрелость наступает на 2—3-м году жизни. Плодовитость ряпушки в зависимости от возраста и раз-

Таблица 2. Содержание кислорода, растворенного в воде в зависимости от температуры

Т, °С	Равновесные концентрации кислорода, мг/л									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	14,65	14,61	14,57	14,53	14,49	14,45	14,41	14,37	14,33	14,29
1	14,25	14,21	14,17	14,13	14,09	14,05	14,02	14,98	13,91	13,90
2	13,86	13,82	13,79	13,75	13,61	13,68	13,64	13,60	13,56	13,53
3	13,49	13,46	13,42	13,38	13,35	13,31	13,28	13,24	13,20	13,17
4	13,13	13,10	13,06	13,03	13,00	12,96	12,93	12,89	12,86	12,82
5	12,79	12,76	12,72	12,69	12,66	12,62	12,59	12,56	12,53	12,49
6	12,46	12,43	12,40	12,36	12,33	12,30	12,27	12,24	12,21	12,18
7	12,14	12,11	12,08	12,05	12,02	11,99	11,96	11,93	11,90	11,87
8	11,84	11,81	11,78	11,75	11,72	11,70	11,67	11,64	11,61	11,58
9	11,55	11,52	11,49	11,47	11,44	11,41	11,38	11,35	11,33	11,30
10	11,27	11,24	11,22	11,19	11,16	11,14	11,11	11,08	11,06	11,03
11	11,00	10,98	10,95	10,93	10,90	10,87	10,85	10,82	10,80	10,77
12	10,75	10,72	10,70	10,67	10,65	10,62	10,62	10,57	10,55	10,52
13	10,50	10,48	10,45	10,43	10,40	10,38	10,36	10,33	10,31	10,28
14	10,26	10,24	10,19	10,17	10,15	10,12	10,10	10,08	10,08	10,06
15	10,03	10,01	9,99	9,97	9,95	9,92	9,90	9,88	9,86	9,84
16	9,82	9,79	9,77	9,75	9,73	9,71	9,69	9,67	9,65	9,63
17	9,61	9,58	9,56	9,54	9,52	9,50	9,48	9,46	9,44	9,42
18	9,40	9,38	9,36	9,34	9,32	9,30	9,29	9,27	9,25	9,23
19	9,21	9,19	9,17	9,15	9,13	9,12	9,10	9,08	9,06	9,04
20	9,02	9,00	8,98	8,97	8,95	8,93	8,91	8,90	8,88	8,86
21	8,84	8,82	8,81	8,79	8,77	8,75	8,74	8,72	8,70	8,68
22	8,67	8,65	8,63	8,62	8,60	8,58	8,56	8,55	8,53	8,52
23	8,50	8,48	8,46	8,45	8,43	8,42	8,40	8,38	8,37	8,35
24	8,33	8,32	8,30	8,29	8,27	8,25	8,24	8,22	8,21	8,19
25	8,18	8,16	8,14	8,13	8,11	8,08	8,07	8,05	8,05	8,04
26	8,02	8,01	7,99	7,98	7,96	7,95	7,93	7,92	7,90	7,89
27	7,87	7,86	7,84	7,83	7,81	7,80	7,78	7,79	7,75	7,74
28	7,72	7,71	7,69	7,68	7,66	7,65	7,64	7,62	7,61	7,59
29	7,58	7,56	7,55	7,54	7,52	7,51	7,49	7,48	7,47	7,45
30	7,44	7,42	7,41	7,40	7,38	7,37	7,35	7,34	7,32	7,31

различным образом подготовленные стандартные растворы и цветные шкалы, изготовленные из целлофановой пленки, окрашенной специальным красителем. Колориметрическое определение лучше проводить, используя

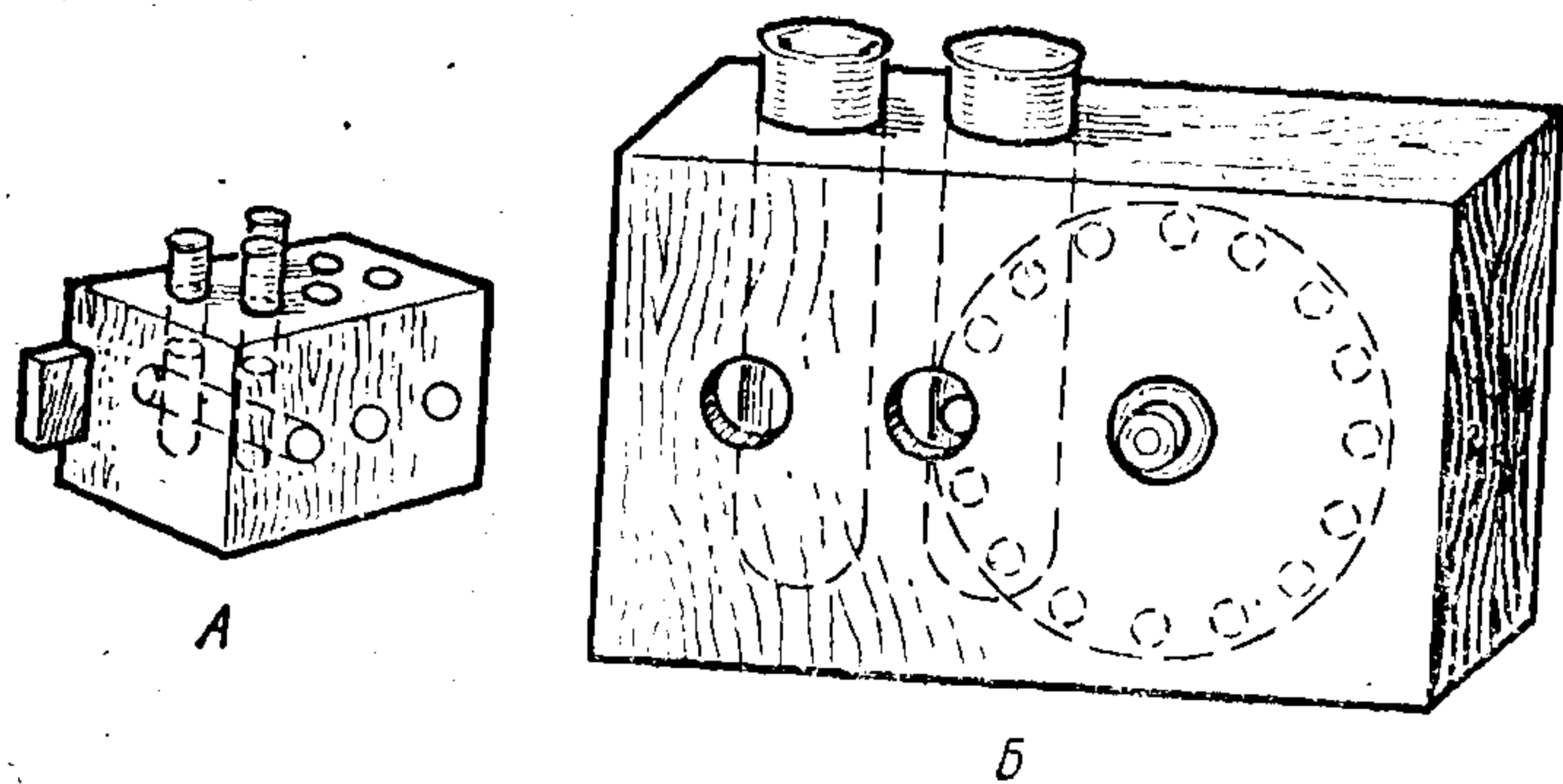


Рис. 32. Компаратор (А); компаратор Соловьева (Б)

компаратор (рис. 32). Колориметрический метод ускоряет работу, анализ может быть проведен непосредственно на водоеме.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНОЙ УГЛЕКИСЛОТЫ, КАРБОНАТОВ И БИКАРБОНАТОВ

Углекислота содержится в водоеме как в свободном состоянии (в виде газа, растворенного в воде), так и в виде ионов. Она может попадать в воду из атмосферы. Однако основным источником углекислоты в природной воде являются различные биохимические процессы, протекающие в воде и грунтах, с которым вода соприкасается: окисление органических остатков, находящихся в воде и грунтах, а также дыхание водных организмов и др.

Углекислый газ, образующийся в указанных процессах, соединяется с водой, превращаясь в угольную кислоту: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{CO}_3$.

Наличие в воде угольной кислоты способствует растворению карбоната кальция и переводу его в гидрокарбонат, обладающий большей растворимостью, чем карбонат кальция: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Вследствие растворения углекислых солей вода обогащается карбонатными и бикарбонатными ионами.

В природных водах углекислота содержится в свободном состоянии в виде газа, растворенного в воде, — двуокиси углерода или свободной углекислоты; в виде ионов HCO_3^{1-} — гидрокарбонат-ионов; в виде ионов CO_3^{2-} — карбонат-ионов.

Все эти формы находятся в подвижном химическом равновесии:



Уменьшение содержания углекислоты в воде приводит, в свою очередь, к повышению рН воды, при исчезновении ее из раствора рН воды будет выше 8,4.

Свободная углекислота служит источником питания растений, использующих углерод для построения клеток и тканей, поэтому летом, в период усиленного развития водорослей (цветение водоемов), содержание ее может сильно колебаться. В светлое время суток зеленые растения ассимилируют углерод, в результате количество свободной углекислоты в воде быстро падает. Иногда она

расходуется полностью с последующим распадом гидрокарбонатов и образованием карбонатов:



Карбонат кальция малорастворим в воде и выпадает в осадок.

Как показывают многочисленные исследования, между концентрацией свободной углекислоты в воде и интенсивностью фотосинтеза водорослей существует определенная зависимость. Оптимальные условия для фотосинтеза наблюдаются при концентрации углекислоты в воде до 0,1—0,9 %, при концентрации ее 1—5 % интенсивность фотосинтеза снижается.

Высокая концентрация свободной углекислоты может отрицательно сказаться и на жизнедеятельности рыб, степень этого влияния зависит от вида рыбы (табл. 3).

Таблица 3. Влияние углекислоты на жизнедеятельность рыб (по Н. С. Строганову, 1962)

Рыба	Концентрация углекислоты, мг/л, при которой наблюдается		
	учащенное дыхание	нарушение равновесия	боявое или стипное положение
Форель:			
ручьевая	36	50	100—147
радужная	36	50—70	147
Карп	55—73	202	257
Линь	110—128	385	440

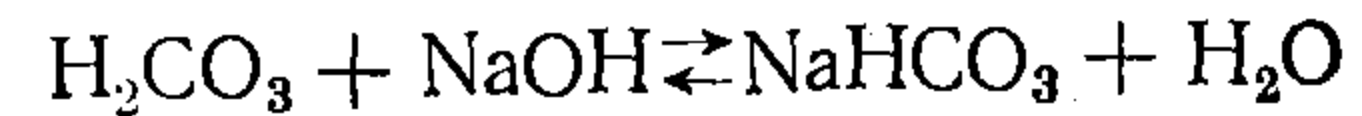
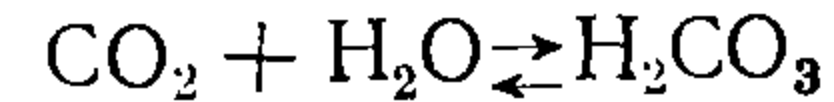
Отрицательное влияние высоких концентраций углекислоты на жизнедеятельность рыб заключается в том, что рыба, находясь в угнетенном состоянии, хуже использует кислород, растворенный в воде. Критическая концентрация углекислоты (мг/л) для разных видов и весовых групп рыб приведена в табл. 3.

Содержание углекислоты является косвенным показателем загрязнения водоема органическими веществами. Резкое увеличение ее содержания в водоеме может указывать на постороннее его загрязнение.

Согласно существующим нормативам, для рыбоводных прудов желательна концентрация углекислоты, не превышающая 20 мг/л летом и 40 мг/л зимой.

Определение свободной углекислоты. Определение свободной углекислоты основано на том, что приливае-

мые к воде щелочи (NaOH или Na₂CO₃) количественно связывают свободную углекислоту по уравнению:



Конечным пунктом титрования считают рН около 8,3—8,4, когда количество свободной углекислоты практически равно нулю. Индикатором для этого диапазона служит фенолфталеин, имеющий при рН выше 8,3 розовую окраску. При дальнейшем прибавлении раствора едкого натра происходит реакция $\text{HCO}_3 + \text{OH} = \text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

При этом рН становится больше 8,4 и окраска раствора становится все более интенсивной. Однако резкого изменения окраски не происходит, поэтому для точного установления конца реакции титрование проводят до совпадения окраски титруемого раствора с окраской специально приготовленного стандартного раствора. Во время титрования часть свободной углекислоты может улетучиться, поэтому титрование необходимо проводить в закрытой колбе.

Определение углекислоты осуществляют следующим образом. В склянки с притертой пробкой на 150—200 мл с каждой станции отбирают две параллельные пробы с такими же предосторожностями, как и при отборе проб на содержание кислорода.

Содержание углекислоты при хранении пробы изменяется под влиянием соприкосновения с воздухом, изменения температуры, процессов жизнедеятельности организмов и т. п., поэтому определение по возможности следует проводить на месте взятия пробы или немедленно по доставке пробы в лабораторию.

Перед началом определения удаляют воду до метки, которая указывает на оставшийся объем 100 или 150 мл. Градуированной пипеткой добавляют в склянку 0,1 мл 1 %-ного спиртового раствора фенолфталеина, затем содержимое колбы перемешивают круговым движением. После добавления фенолфталеина жидкость останется бесцветной (при наличии свободной углекислоты) или окрасится в розовый цвет (при наличии карбонатной углекислоты).

В том случае, если вода останется бесцветной, в ней определяют свободную углекислоту путем титрования пробы раствором щелочи (0,02 н. раствором NaOH или

0,02 н. раствором Na_2CO_3) до тех пор, пока исчезающая вначале окраска не станет устойчивой и жидкость не примет розовый оттенок. Интенсивность окраски, при которой можно считать титрование законченным, определяют с помощью минерального стандарта, налитого в такую же колбу и в таком же объеме. Если в течение 5 мин розовая окраска не изменяется, проводят отсчет израсходованной щелочи и повторяют все определение. При повторном определении добавляют в склянку почти все то количество щелочи, которое пошло на первое титрование, и дотитровывают пробу до получения стандартной окраски.

Количество щелочи, израсходованное при втором титровании, эквивалентно содержанию углекислоты CO_2 в данном объеме воды и определяется по формуле, мг/л,

$$\frac{PK \cdot 0,88 \cdot 1000}{O},$$

где P — количество 0,02 н. раствора едкого натра, пошедшее на титрование, мл; K — поправка на 0,02 н. раствора щелочи; 0,88 — множитель (при 0,1 н. раствора щелочи берут множитель 4,4); O — объем пробы воды, взятый для исследования, мл.

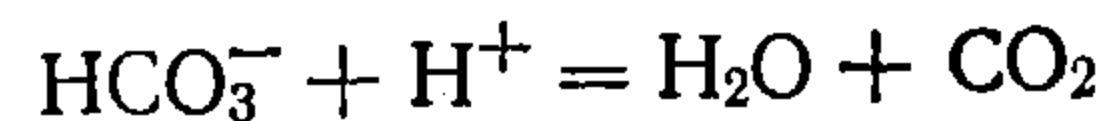
Определение карбонатов. На присутствие ионов CO_3 указывает интенсивное окрашивание воды после добавления в нее фенолфталеина.

Для определения карбонатов в колбу емкостью 150—200 мл наливают 100 мл воды, прибавляют 0,1 мл фенолфталеина и титруют соляной кислотой (0,02 н. раствором) до тех пор, пока жидкость не примет переходного розового цвета, совпадающего с цветом минерального стандарта. Титрование лучше проводить в колбе с пробкой. После прибавления кислоты колбу закрывают и осторожно перемешивают пробу. Содержание карбонатов (CO_2 карбонатная) рассчитывают по формуле, мг/л,

$$\frac{PK \cdot 0,44 \cdot 1000}{O},$$

где P — количество раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование, мл; K — поправка на 0,02 н. раствора соляной кислоты; O — объем пробы воды, взятой для исследования, мл; 0,44 — коэффициент, соответствующий количеству CO_2 при добавке 1 мл (точно) 0,02 н. HCl .

Определение бикарбонатной углекислоты HCO_3 . Принцип определения ионов HCO_3^- основан на следующей реакции:



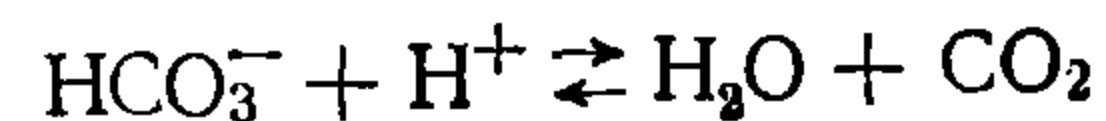
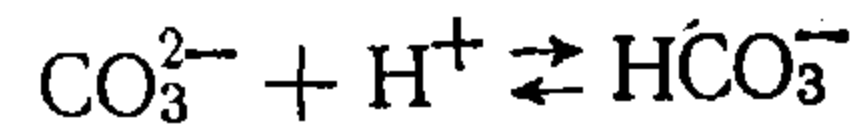
Воду титруют соляной кислотой в присутствии метилоранжа. Конец реакции определяют по переходу цвета индикатора из желтого в розовый. При титровании воды соляной кислотой ион водорода расходуется не только на реакцию с ионами HCO_3^- , но также и на реакции с ионами других слабых кислот. Однако содержание их в природных водах незначительно поэтому вычисление содержания ионов HCO_3^- по общему расходу соляной кислоты значительной ошибки не дает.

Для определения бикарбонатов угольной кислоты в колбу на 150—200 мл наливают 100 мл исследуемой воды, прибавляют 3 капли метилового оранжевого и титруют 0,02 н. соляной кислоты до появления розоватого оттенка. При значительном содержании в воде бикарбонатов выделяющаяся CO_2 удаляют продуванием с помощью резиновой груши через пробку. Если окраска воды сделалась при этом снова желтой, то продолжают титрование, пока опять не появится розовый оттенок:

$$x = \frac{PK \cdot 0,88 \cdot 1000}{O},$$

где x — количество бикарбонатов, мг CO_2 на 1 л; P — количество 0,02 н. раствора кислоты, пошедшее на титрование пробы, мл; K — поправка на 0,02 н. раствора кислоты; O — объем пробы воды, взятый для исследования, мл; 0,88 — коэффициент 1 мл; 0,02 н. кислоты освобождает 0,88 мг CO_2 из бикарбоната.

Определение содержания карбонатов и бикарбонатов при их совместном присутствии. Карбонаты и бикарбонаты при их совместном присутствии определяют обычно путем титрования воды соляной кислотой. Это определение основано на реакциях



При добавлении кислоты увеличивается концентрация ионов водорода в воде. Это вызывает нарушение

указанного выше равновесия, в результате обе реакции идут слева направо.

Вначале будет проходить первая из указанных реакций. Так, ионы CO_3 будут связывать ионы водорода, превращаясь в ионы HCO_3 . После того как ионы CO_3 перейдут в ионы HCO_3 , рН воды будет 8,4. В этот момент вода практически не содержит ни ионов CO_3 , ни свободной углекислоты, а только ионы HCO_3 .

Конец первой и второй реакций можно определить с помощью двух различных индикаторов. Окончание первой реакции устанавливается по фенолфталеину, а второй — по метилоранжу.

Для определения карбонатов и бикарбонатов в коническую колбу на 150—200 мл отмеривают 100 мл исследуемой воды, прибавляют 0,1%-ный раствор фенолфталеина. Пробу титруют 0,02 н. раствором соляной кислоты до тех пор, пока окраска раствора не станет такой же, как окраска стандартного раствора. Количество кислоты, пошедшей на титрование, записывают. Затем прибавляют к раствору 3 капли метилоранжа и продолжают титрование до появления розоватого оттенка. Общий расход соляной кислоты, за вычетом кислоты, пошедшей на титрование карбонатов, покажет расход ее на титрование бикарбонатов. При расчете используют формулы, применяемые при определении содержания карбонатов и бикарбонатов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ рН ВОДЫ

Чистая вода — химически нейтральное соединение в равной степени как с кислотными, так и щелочными свойствами. Она очень слабо диссоциирует на катионы водорода H^+ и анионы OH^- по схеме $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$.

При диссоциации воды образуются равные количества водородных ионов и ионов гидроксила, поэтому реакция чистой воды — нейтральная. При температуре 18 °С константа диссоциации воды $K=10^{-14,14}$. В химически чистой воде ионы водорода и гидроксила присутствуют в равных количествах ($\text{H}^+=\text{OH}^-=10^{-7,07}$), поэтому вполне достаточно определить концентрацию одного из них. На практике определяют концентрацию водородных ионов в интервале от 1 до 10^{-14} мг-экв/л, что соответствует величине рН от 0 до 14; рН 7 соответствует нейтрально-

му состоянию раствора; меньшее ее значение — кислотному, а более высокое — щелочному.

Природные воды сильно различаются по концентрации водородных ионов. Активная реакция воды зависит от ее химического состава и концентрации растворенных в ней веществ. В большинстве случаев рН природной воды зависит от соотношения в ней различных форм углекислоты. Существенное влияние на рН могут оказать также и другие факторы, определяющие интенсивность биологических процессов в водоеме. В отдельных случаях на рН в природных водах влияет диссоциация присутствующих в воде органических кислот.

Большинство пресных водоемов имеет рН в пределах от 6,5 до 8,5. Летом при интенсивном фотосинтезе наблюдается повышение рН до 9 и выше. Зимой при накоплении углекислоты под льдом наблюдаются более низкие значения рН. Существенные изменения рН могут наблюдаться и в течение суток.

Концентрация водородных ионов оказывает большое влияние на биологические процессы в водоемах, на развитие водной флоры и фауны. Как растительные, так и животные организмы могут существовать в воде при определенном рН. Гидробионты по отношению к рН подразделяются на стеноионных, обитающих в водах с незначительным колебанием рН, и эврионных, выдерживающих резкие изменения этого фактора. Например, моллюски с известковой раковиной не выдерживают рН меньше 7,0. Молодые рачки *Gammarus pulex* погибают в воде с рН 6—6,2 через 1,5—2 сут. В то же время личинки комара *Chironomus plumosus* способны выдерживать колебания рН от 2 до 12.

Концентрация водородных ионов не только определяет границы распространения гидробионтов, но и влияет на характер их жизнедеятельности. Например, водоросль *Cladophora* с падением рН до 7,2 прекращает вегетативное размножение и образует зооспоры. Влияние сдвига активной реакции на уровень обмена наблюдается и у рачка *Daphnia pulex*. С изменением рН от 7 до 5 и 8 фильтрация и дыхание у этого рачка возрастали в 2—3 раза, что свидетельствует об отклонении условий его существования от оптимальных.

Хотя многие рыбы переносят весьма широкие колебания рН и способны жить нормально в воде при рН 5,0—9,0, наиболее желательна для рыбоводных прудов

Таблица 4. Влияние рН на потребление кислорода карпом (по Н. С. Строганову, 1962)

рН	Масса, г	Потребление кислорода за 1 ч, мг на 1 г живой массы
7,4	18,1	0,24
6,5	17,4	0,19
5,5	16,5	0,16

реакция от нейтральной до слабощелочной. Кислая реакция среды неблагоприятно влияет на дыхание и обмен веществ у рыб, а это приводит к неполному усвоению ими пищи, нарушениям азотистого обмена и замедлению роста.

Потребление кислорода карпом в зависимости от рН приведено в табл. 4.

Отношение разных видов рыб к активной реакции воды, ее нижнему порогу, различно. Так, нижней границей для форели будет рН 4,8. Окунь может жить некоторое время и при рН 3,6 (Лукьяненко, 1970).

Концентрацию водородных ионов определяют электрометрическим или колориметрическим методами.

Электрометрический метод. Наиболее точным методом определения рН является электрометрический, позволяющий определять рН с точностью до 0,003—0,005.

Довольно быстро и легко можно определить рН с помощью потенциометра со стеклянным электродом. На определение рН с помощью стеклянного электрода не влияют цвет и мутность воды, поэтому этот способ рекомендуется для определения рН в сильно загрязненных водах.

В полевых условиях пользуются, как правило, колориметрическими методами определения рН, преимущества которых заключаются в простоте и скорости определения.

Определение рН с буферными растворами. Пробирку, которая должна быть сделана из такого же стекла, как пробирка стандартной шкалы, и иметь такой же диаметр, предварительно ополаскивают водой, извлеченной из водоема, и наполняют до метки, чтобы в ней было столько же воды, сколько жидкости в пробирках шкалы (обычно 10 мл). Пробы воды для определения рН берут с теми же предосторожностями, что и пробы на кислород.

К исследуемому раствору добавляют раствор инди-

катора в том же количестве, что и к стандартному раствору, осторожно перемешивают содержимое и затем сравнивают установившуюся в воде окраску с окраской раствора в пробирках шкалы того интервала, для которого предназначен прилитый в пробирку индикатор. Если окраска в пробирке с водой выходит за пределы диапазона шкалы для данного индикатора, то определение повторяют, вливая новую порцию исследуемой воды, прибавляя другой, более подходящий, судя по результату предыдущего опыта, индикатор.

Если окраска исследуемой воды совпадает с окраской одной из пробирок шкалы, то рН исследуемой воды считают соответствующим значению рН, указанному на данной пробирке. Для лучшего улавливания тонов пробирки следует рассматривать на белом фоне, держа их перед собой в слегка наклоненном положении. Когда исследуемая вода имеет хотя бы слабую окраску, определение проводят в компараторе, располагая пробирки в нем следующим образом:

Задний ряд	Буфер с индикатором	Исследуемая вода с индикатором	Буфер с индикатором
Передний ряд	Исследуемая вода	Дистиллированная вода	Исследуемая вода

Окраску исследуемой воды и одного из стандартов шкалы рассматривают через горизонтальные отверстия компаратора.

Определение рН с универсальным индикатором. В некоторых случаях (когда желательнее получение ориентировочных данных о рН воды, например при рыбохозяйственном обследовании неизвестных еще водоемов) используют универсальный индикатор, который может быть приготовлен в лабораторных условиях из 0,1%-ных спиртовых растворов пяти индикаторов путем смешивания их в следующих соотношениях: метиловый красный — 5 мл, диметиламиноазобензол — 15, бромтимоловый синий — 20, фенолфталеин — 20, тимолфталеин — 20 мл.

Определение рН с универсальным индикатором проводят следующим образом. В пробирку наливают 5 мл исследуемой воды, прибавляют 0,1 мл универсального индикатора, перемешивают жидкость и определяют рН по соответственно окрашенным светофильтрам или по следующей шкале:

Окраска раствора	pH	Окраска раствора	pH
Красно-розовая	2,0	Желто-зеленая	7,0
Красно-оранжевая	3,0	Зеленая	8,0
Оранжевая	4,0	Сине-зеленая	9,0
Желто-оранжевая	5,0	Фиолетовая	10,0
Лимоно-желтая	6,0		

Оборудование и посуда, необходимые для проведения занятий	Количество, шт.	Оборудование и посуда, необходимые для проведения занятий	Количество, шт.
Батометр	2	Штатив металлический, универсальный	5
Дистиллятор	1	Штатив для пробирок	5
Фотоэлектрический колориметр, шт	2	Ерши для мойки посуды	25
pH-метр	1	Трубки резиновые разного диаметра (5 кг)	
Весы аналитические	2	Посуда стеклянная:	
Весы технические	2	бюретки	10
Вытяжной шкаф	1	микробюретки	10
Шкаф сушильный	2	пипетки емкостью от 1 до 50 мл	100
Плитка электрическая	5	колбы разные	100
Бани водяные	5	цилиндры измерительные	20
Прибор для отгонки аммиака, комплект	2	воронки	20
Компаратор	5	склянки кислородные	50
		склянки для хранения проб воды, разные	50

Глава 3

ЕСТЕСТВЕННАЯ РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ПРУДОВ

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРМОВОЙ БАЗЫ ПРУДОВ

Под естественной рыбопродуктивностью пруда понимают суммарный прирост рыбы, полученный в течение одного вегетационного периода за счет естественной кормовой базы пруда с единицы площади при установленном индивидуальном привесе. Выражается рыбопродуктивность в килограммах или тоннах на 1 га площади пруда.

Величина этого показателя не является строго постоянной и изменяется в зависимости от качества почвы и воды, климатических условий, вида рыбы, ее возраста, плотности посадки рыбы и т. п.

Таблица 5. Естественная рыбопродуктивность прудов

Показатель	Зоны						
	1	2	3	4	5	6	7
Средняя естественная рыбопродуктивность, кг/га	70	120	160	190	220	240	260

Наиболее высокую естественную рыбопродуктивность имеют пруды, расположенные на плодородных почвах, питаемые водоисточником с плодородным водосбором и находящиеся в районах с продолжительным вегетационным периодом. В основу рыбоводных расчетов принимается средняя рыбопродуктивность за ряд лет. Ориентировочно для карповых нагульных прудов принимают следующую естественную рыбопродуктивность (табл. 5).

Поправочный коэффициент на исходную естественную рыбопродуктивность для разных почв по всем зонам будет следующим:

Средние по плодородию почвы (подзолистые, суглинистые, супесчаные, выщелоченные черноземы и др.)	1
Малопродуктивные почвы:	
галечниковые	0,4
торфянистые	0,5
песчаные	0,6
Высокоплодородные почвы (черноземы и др.)	1,2

Рыбопродуктивность, получаемая за счет естественной пищи, зависит от состояния кормовой базы прудов и степени ее использования рыбой.

В результате роста и развития организмов в водоемах происходит непрерывное новообразование биомассы. Этот процесс называется биологическим продуцированием. Биологическое продуцирование происходит в форме образования первичной и вторичной продукции, под которыми понимается соответственно прирост биомассы автотрофов (растительных организмов) и гетеротрофов (животных организмов).

Процесс автотрофного питания гидробионтов, т. е. образование ими органического вещества своего тела из минеральных, является единственным, при котором в водоеме возникает «первопища». За счет нее живут все гетеротрофные гидробионты, как растительоядные, так и в конечном счете плотоядные, питающиеся растительоядными животными.

Таким образом, все население водоемов вовлекается в процессы круговорота веществ, который включает следующие звенья (рис. 33): синтез органического вещества в водоеме и поступление органического вещества в водоем с водосборной площади; разложение органических веществ в водоеме (минерализация); потребление и преобразование разлагающихся веществ бактериальными,

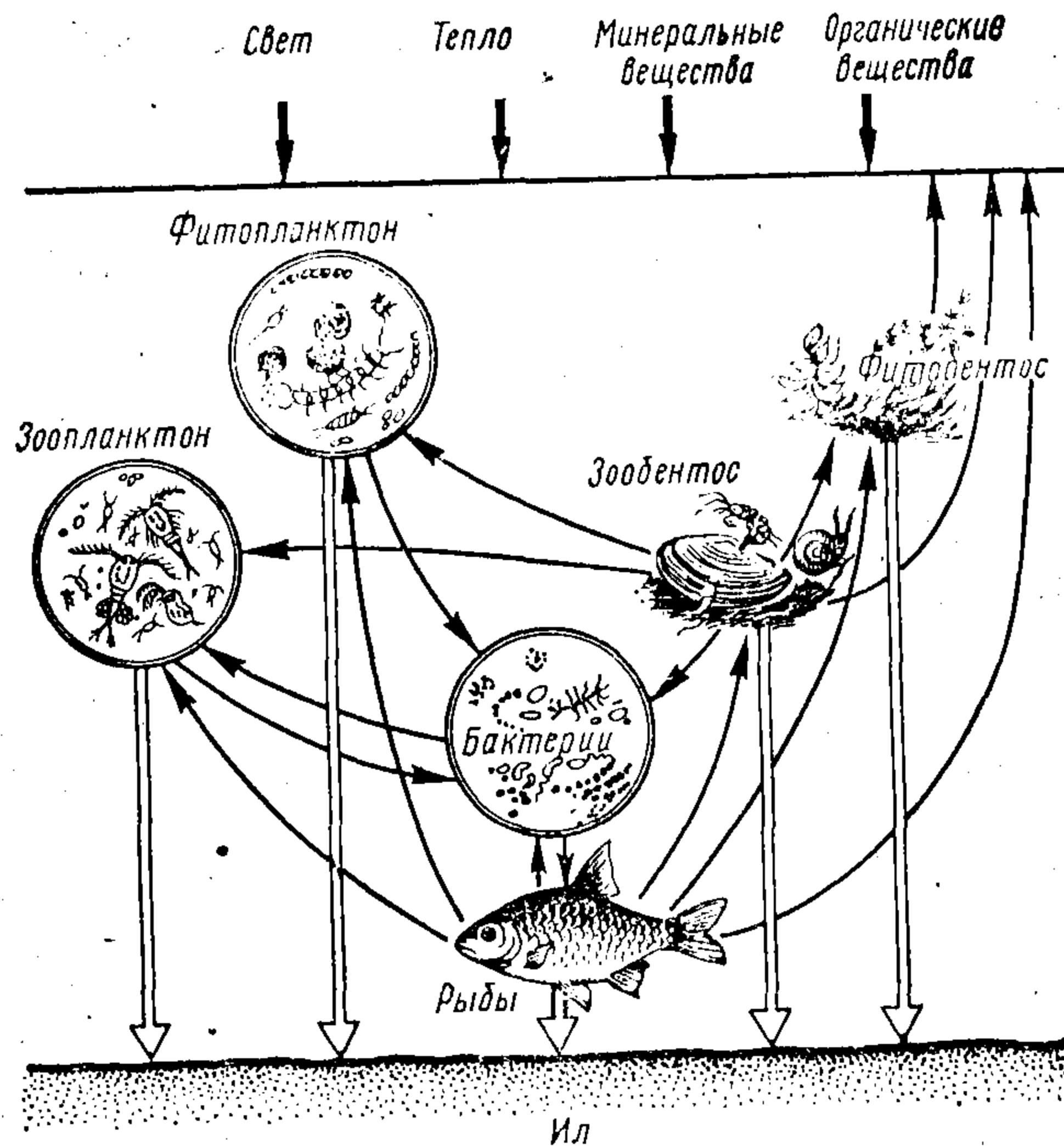


Рис. 33. Кругооборот веществ в водоеме

растительными и животными организмами; потребление живых организмов, синтезирующих органическое вещество из неорганического.

Образование органического вещества в водоемах происходит в процессе фотосинтеза зелеными организмами планктона (водорослями и зелеными бактериями) и бентоса (низшими и высшими растениями), а также в процессе хемосинтеза бактериями.

Зеленые растения, участвующие в процессе фотосинтеза, — диатомовые, зеленые, синезеленые и другие груп-

пы водорослей, а также отдельные их виды требуют для своего развития определенных условий — наличия того или иного количества биогенов и микроэлементов, той или иной температуры. Диатомовые водоросли развиваются обычно при относительно низких температурах (16—18° С). Синезеленые водоросли появляются при более высоких температурах, при наличии фосфора до 0,02 мг/л и азота до 0,08 мг/л воды. Зеленые водоросли требуют большего количества азота.

В водоем также поступают органические вещества с водосборной площади. Количество органических веществ, поступающих с водосборной площади, зависит от характера водосборной площади, климата, местности, особенностей почвы, растительного покрова, характера хозяйственной деятельности человека.

Органические вещества, поступившие с водосбора, и организмы, размножившиеся при фотосинтетической деятельности и со временем отмирающие, подвергаются разложению и преобразованию при участии бактерий и грибов. При этом микроорганизмы не просто разрушают органическое вещество, а преобразуют его в свои собственные тела, делая его более доступным для питания животных. Одновременно протекают и процессы нитрификации, в результате которых в воду поступают биогены, необходимые для развития водорослей.

Дальнейший ход круговорота веществ идет с участием животных, которые питаются водорослями, сапрофитными бактериями, грибами, разлагающимися органическими веществами и, наконец, животными других видов.

Растительные организмы — водоросли и высшие растения — поедаются в той или в другой степени почти всеми животными, например, губками, коловратками, ракообразными, моллюсками, личинками и мальками рыб и взрослыми рыбами — фитофагами. Особенно широко используются протококковые водоросли. По своим питательным свойствам фитопланктон и высшая водная растительность не уступают лучшим сортам кормовых трав (табл. 6).

Весьма ценным видом пищи для многих животных служат бактерии. Ими питаются ракообразные, личинки тендипедид, ручейников, олигохеты, моллюски.

Особое значение как пища водных беспозвоночных имеет детрит, под которым понимается совокупность взвешенных в воде органических частиц (обрывков на-

ридиней-с твердым панцирем и церариум — с 3 — 4 рогами на панцире.

Эвгленовые — одноклеточные, реже колониальные формы, часто с 1—2 жгутиками. Клетки голые, иногда в капсуле.

Биогены, органические вещества, температура воды определяют развитие водорослей в водоеме. При благоприятных условиях водоросли развиваются в массовых количествах, образуя так называемое цветение воды. Обычно при цветении максимального развития достигают 1—2 вида водорослей. Различают основные типы цветения — протококковое,

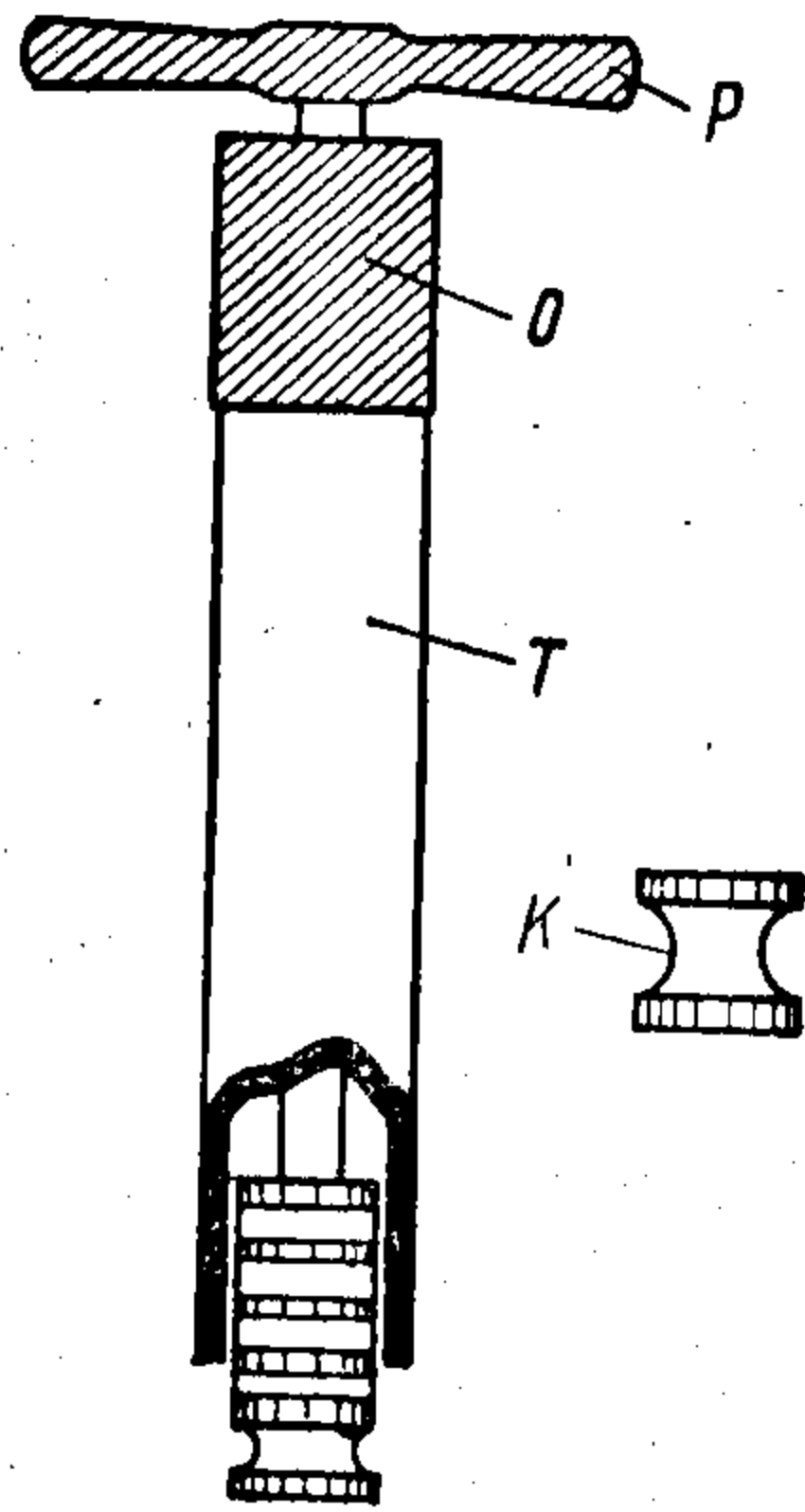


Рис. 36. Штемпель-пипетка

Т — стеклянная трубка;
Р — ручка; О — металлическая обойма; К — металлическая катушка

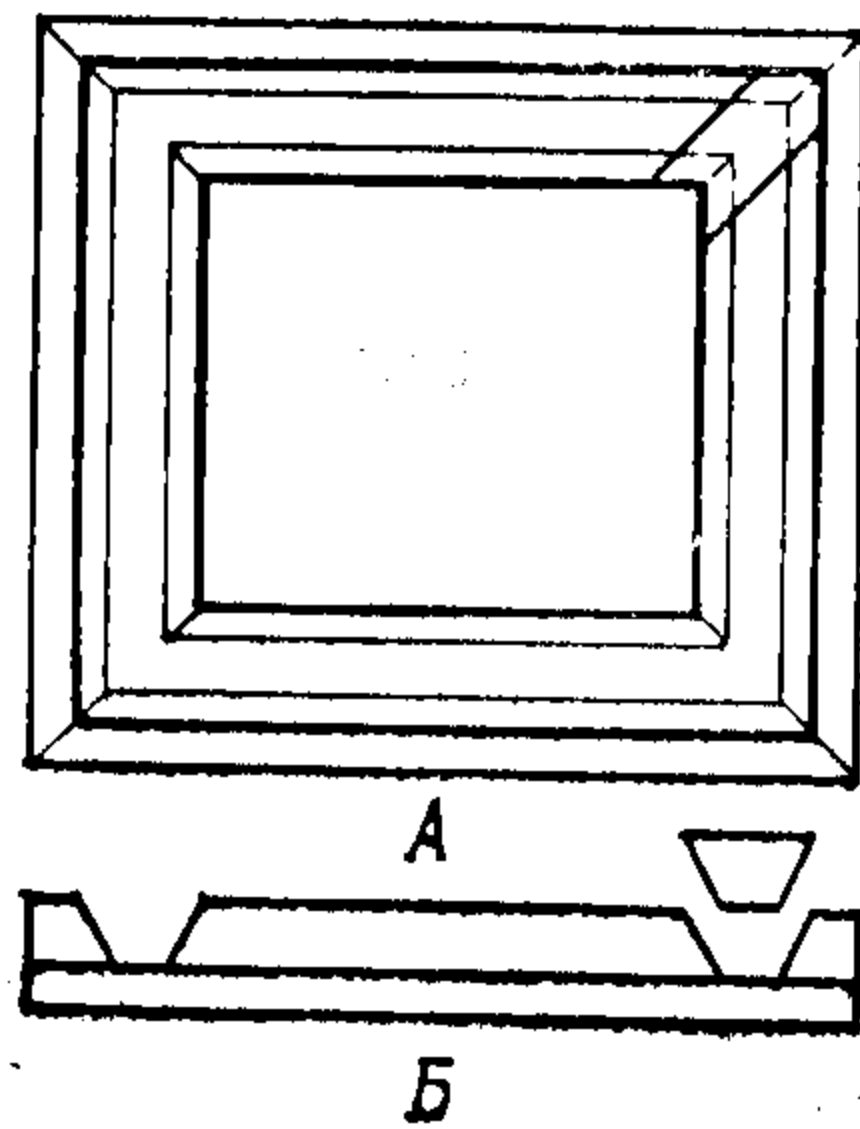


Рис. 37. Счетные камеры Богорова:

А — вид сверху; Б — вид сбоку

диатомое, синезеленое и др. Очень часто цветение воды вызывают синезеленые водоросли *Aphanizomenon*, *Microcystis* и др., которые всплывают на поверхность воды и образуют густую пленку голубовато-зеленого цвета. Синезеленое цветение — нежелательное явление, так как скопление отмирающих водорослевых масс и их последующее разложение с появлением ядовитых продуктов распада отрицательно влияет на санитарное состояние водоемов, способствует возникновению летних заморов рыб.

Различные водоросли неодинаково реагируют на содержание тех или иных биогенов. Удобрив пруды азотно-фосфорными удобрениями, можно добиться цветения воды зелеными водорослями, являющимися наиболее полезными для животных организмов — зоопланктона, бентоса и рыб. Ограничивает цветение водоемов внесение негашеной извести в количестве 1—2 ц/га.

Для сбора и обработки фитопланктона применяется так называемый осадочный метод. Проба воды отбирается мерной посудой (банкой, кружкой и т. д.) из разных мест пруда и переносится в ведро или иную емкость. Затем из ведра после перемешивания берут 0,5—1 л воды, помещают в отдельную склянку и фиксируют с 40 %-ным раствором формалина (в количестве 50 мл на 1 л воды, что составляет в итоге 2 %-ный раствор формалина). В качестве фиксатора используется также крепкий раствор иода. Раствор вливают в пробу до появления желтоватой окраски. Пробу закрывают пробкой и ставят для отстаивания в темное место на 10—14 дн.

По осадку в мерном цилиндре можно вычислить биомассу фитопланктона. Если часть водорослей оказалась в верхнем слое, их отсчитывают по верхним делениям цилиндра и прибавляют к осадку (массу организмов в осадке принимают равной плотности воды).

Для определения видового состава водорослей и их количественного учета отстоявшуюся пробу концентрируют путем сливания воды до определенного объема. Из тщательно перемешанной пробы штемпель-пипеткой (рис. 36) берут часть концентрированного отстоя объемом 0,05—0,1 мл. Далее пробу перемещают на счетное стекло, добавляют глицерин, подсушивают и накрывают покровным стеклом, после чего под микроскопом, используя специальные определители (В. И. Жадин, 1950; А. Н. Попова, 1955, и др.), определяют видовой состав. Подсчет количества организмов проводят в счетных камерах (Богорова и др.) определенного объема (рис. 37). Обычно определяют и подсчитывают 2—3 параллельные пробы.

Полученные средние результаты для каждого вида и суммарную численность фитопланктона в препарате пересчитывают на всю пробу. С помощью таблиц средних масс фитопланктонных организмов определяют биомассу.

Расчет. 1. Литровая проба сконцентрирована в 50 мл. Тогда среднее количество и биомассу просчитанных в 0,1 мл пробы орга-

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА, ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА

В состав планктонных организмов входят две группы: первая — фитопланктон — совокупность микроскопических водорослей, вторая — зоопланктон — животный планктон, включающий простейших, коловраток, ракообразных.

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.

Среди водорослей есть одноклеточные, многоклеточные и колониальные формы. В зависимости от преобладания того или иного пигмента водоросли имеют различную окраску. Различаются они и по характеру запасных питательных веществ, способам размножения. В прудах чаще всего встречаются диатомовые, зеленые, синезеленые, эвгленовые, пиррофитовые и другие группы водорослей (рис. 35).

Зеленые водоросли имеют зеленую окраску. Клетки зеленых водорослей имеют твердую оболочку и весьма разнообразную форму — округлую, кустиков, нитей и т. д. К зеленым водорослям относят вольвоксовые, протококковые, жгутиковые и др.

Синезеленые водоросли отличаются от других водорослей своей сине-зеленой окраской и особенностями строения. Они не имеют оформленного ядра и хроматофоров. Для них типично обильное выделение слизи, окутывающей как отдельные клетки, так и целые колонии.

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.

Пиррофитовые водоросли в большинстве одноклеточные, с двумя жгутиками. В прудах чаще встречаются пе-

Рис. 35. Синезеленые водоросли (А):

а — анабея; б — афанизоменон; в — микроцистис; г — осциллятория;

зеленые водоросли (Б):

а — вольвокс; б — хлорелла; в — педиаструм; г — сценедесмус; д — пандорина; е — космарнум; ж — актиродесмус; з — спиригнра; и — кладофора; к — улотрикс; л — хламидомонас;

диатомовые водоросли (В):

а — астерионелла; б — диатом; в — симбелла; г — циклотелла; д — синедра

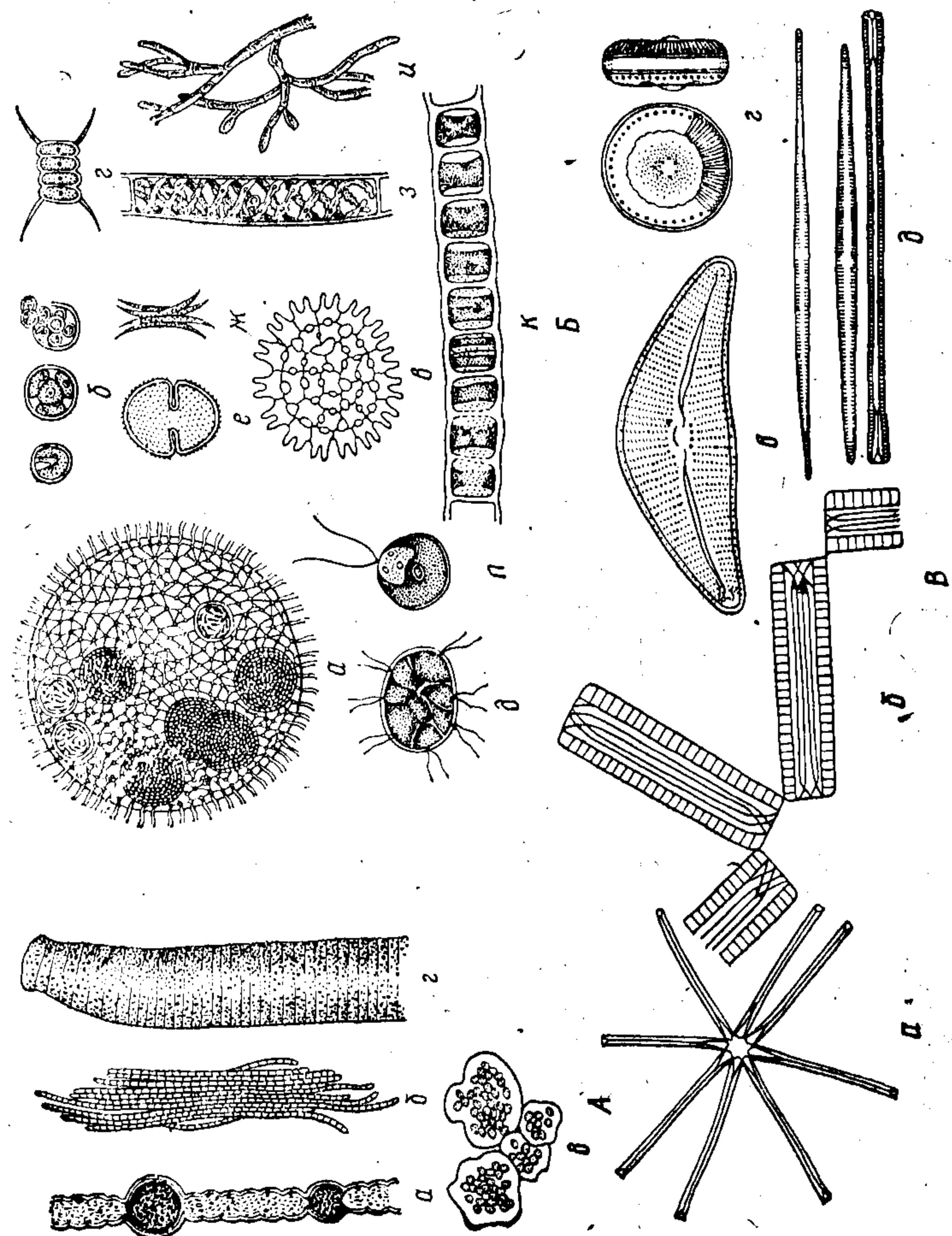


Таблица 12. Величина первичной продукции планктона озер (по Г.Г. Винбергу, 1960)

Тип озера	Продукция фитопланктона на 1 м ²			
	максимальная величина за сутки		годовая	
	О ₂ , г	С, г	О ₂ , г	тыс. кДж
Высокоэвтрофные (политрофные)	7,5—10 (до 14)	2—3 (до 4)	200—300 (до 400)	9—12,6 (до 21)
Эвтрофные	2,5—7,5	0,7—2	70—200	4,2—9
Мезотрофные	1—7,5	0,3—2	30—200	1—9
Олиготрофные и малопродуктивные	0,5—1	0,1—0,3	10—30	0,4—1,2

Результаты расчета можно также выразить в г·м²/О₂ за сутки. Располагая достаточным числом наблюдений, можно получить общее количество потребленного и выделенного кислорода как за определенный период, так и за весь вегетационный сезон.

Результаты измерений интенсивности фотосинтеза иногда пересчитывают на количество синтезированного углерода или на энергетические показатели. Известно, что на 1 г освобожденного кислорода приходится 0,375 г углерода или 3,51 кал.

Данные, полученные в ходе изучения первичной продукции, могут в известной мере характеризовать величину рыбопродуктивности водоема. При этом следует учитывать, что первичная продукция редко представляет конечное звено продукционной цепи. Большая часть ее преобразуется во вторичную продукцию, представленную организмами разного трофического уровня. Этот переход в зависимости от разных условий, создающихся в водоеме, может идти с разной степенью эффективности и связан с теми или иными потерями вещества и энергии.

Хотя величина первичной продукции определяется в основном фотосинтетической деятельностью организмов фитопланктона, следует учитывать, что в прудах, озерах и водохранилищах много донных растений и их доля в образовании первичной продукции в ряде случаев достаточно велика.

Исследования, проведенные на разных типах водоемов, показывают, что величина первичной продукции может сильно колебаться (табл. 12).

По данным В. П. Ляхновича (1961), величина первичной продукции прудов Белоруссии достигает 5—6 г кислорода на 1 м³.

Расчет первичной продукции. 1. При определении первичной продукции были получены следующие показатели: 1) начальное содержание кислорода в склянке перед экспонированием $V_c^H = 6,5$ мг/л; 2) количество кислорода в светлой склянке после экспонирования $V_c = 7$ мг/л; 3) количество кислорода в темной склянке после экспонирования $V_T = 5$ мг/л.

Величины продукции вычисляют по следующим формулам: валовая продукция

$$\Phi_B = \frac{V_c - V_T}{t} = \frac{7 - 5}{\text{сутки}} = 2 \text{ мг·л/О}_2 \text{ сут.};$$

деструкция

$$D = \frac{V_c^H - V_T}{t} = \frac{6,5 - 5}{\text{сутки}} = 1,5 \text{ мг·л/О}_2 \text{ сут.};$$

чистая продукция

$$\Phi - D = 2 - 1,5 = 0,5 \text{ мг·л/О}_2 \text{ сут.}$$

При расчете чистой продукции следует иметь в виду, что кроме водорослей потребляют кислород попавшие в склянку при заполнении их водой из водоема бактерии, животные и органические вещества.

2. В среднем за период наблюдений (100 дн) средняя величина Φ для всей толщи воды пруда была равна 1,82 мг·л/О₂ сут. $D = 1,25$ мг·л/О₂ сут. Средняя глубина пруда 0,6 м. Необходимо рассчитать величину первичной продукции под 1 м² поверхности пруда за сутки и за весь вегетационный сезон. Сделаем перерасчет на энергетические показатели:

величина фотосинтеза за сутки

$$\Phi \cdot H = 1,82 \cdot 0,6 = 1,09 \text{ г·м}^2/\text{О}_2 \text{ сут.};$$

величина деструкции за сутки

$$D \cdot H = 1,25 \cdot 0,6 = 0,75 \text{ г·м}^2/\text{О}_2 \text{ сут.};$$

чистая продукция

$$\Phi - D = 1,09 - 0,75 = 0,34 \text{ г·м}^2/\text{О}_2 \text{ сут.}$$

При сезоне эксплуатации пруда 100 дн валовая первичная продукция составит $1,09 \cdot 100 = 109$ г·м²/О₂ и деструкция $0,75 \cdot 100 = 75$ г·м²/О₂.

При перерасчете на калории получим:

$$\Phi = 109 \cdot 3,51 = 382,59 \text{ кал, или } 1606 \text{ кДж};$$

$$D = 75 \cdot 3,51 = 273,25 \text{ кал, или } 1146 \text{ кДж.}$$

Перед постановкой опыта необходимо подготовить приборы и посуду для отбора проб (батометры, бутылки, склянки), а также реактивы на кислород. Для работы используют склянки из белого стекла с притертыми пробками различной емкости, чаще всего 100—160 мл. Для

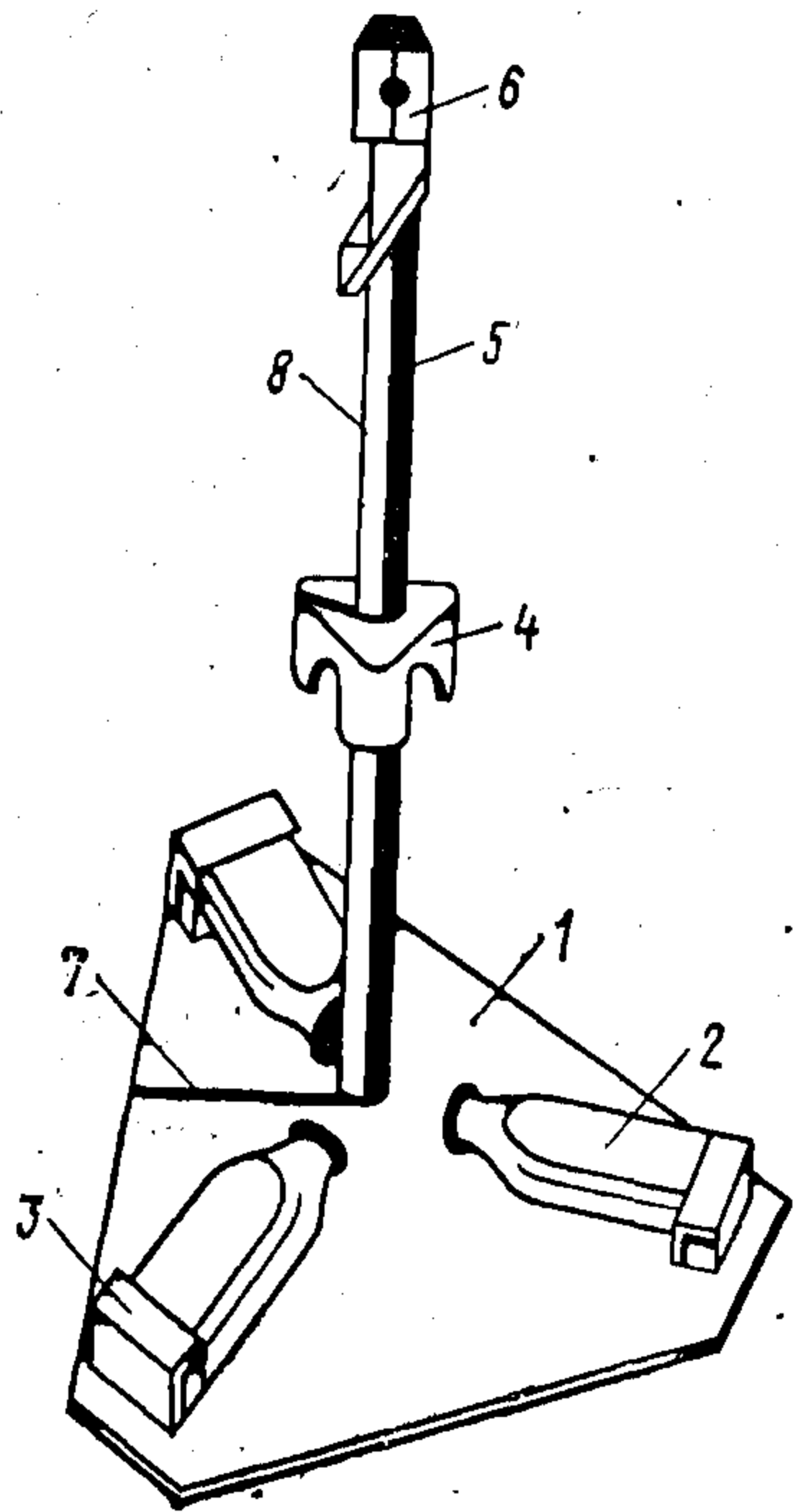


Рис. 34. Продукционный плотик:

1 — основа плота; 2 — продукционная склянка; 3 — гнезда; 4 — пенопластовый фиксатор; 5 — металлическая штанга; 6 — крепежный замок; 7 — вырез для троса; 8 — трос

удобства экспонирования лучше использовать плоские склянки. Для затемнения склянки рекомендуется заворачивать в два слоя темной ткани или клеенку. Для этой же цели могут использоваться специально сшитые темные мешочки. Окраска склянок для их затемнения не рекомендуется.

Склянки должны быть маркированы по соответствующим горизонтам. На каждый горизонт необходимо иметь пять склянок: одну — для определения начальной концентрации кислорода, две светлых и две затемненных — для экспонирования проб с фитопланктоном.

Отбор проб проводят батометром или стеклянной бутылкой поочередно с каждого горизонта. (На прудах с глубинами до 2 м пробы берут на 1—2 горизонтах, например у поверхности и дна. В более глубоких водоемах количество проб должно быть большим.) Склянки заполняют от нижних горизонтов к верхним. Перед заполнением склянки споласкивают исследуемой водой, а затем заполняют осторожно, исключая образование пузырьков воздуха. После заполнения склянки закрывают и опускают на исследуемый горизонт. Одновременно фиксируют пробы на исходное содержание кислорода.

Для экспонирования склянок в водоеме используют

различные приспособления. Склянки подвешиваются к воткнутому в дно шесту или опускаются на тросе, удерживаемом у поверхности поплавком, а у дна — якорем. Удобно для этой цели использовать так называемые продукционные плотики (рис. 34). Плот имеет треугольную форму и изготавливается из прозрачного органического стекла толщиной 10 мм. Продукционный плот подвешивается на индивидуальный трос и экспонируется на одном горизонте.

Срок пребывания склянок в водоеме должен быть равен 24 ч. В отдельных случаях, при очень низкой или высокой интенсивности фотосинтеза, это время может быть увеличено или уменьшено.

По истечении срока экспозиции склянки вынимаются, пробы фиксируются и затем определяется количество кислорода. Методика определения растворенного в воде кислорода приводится в гл. 2.

Обычно в светлой склянке кислорода содержится больше, чем в затемненной. Если количество кислорода в светлой склянке окажется большим, чем в воде перед началом опыта, то это означает усиление процесса фотосинтеза в течение опытных суток. Разница же между количеством кислорода в светлой и затемненной склянках показывает величину фотосинтеза за истекшее время. Величину этой разницы вычисляют в миллиграммах кислорода на 1 л или в граммах на 1 м³. Путем простого пересчета величины продукции можно выразить также в единицах мг·м³/O₂ сутки и т. д. Аналогичным образом вычисляется деструкция органического вещества по разнице количества кислорода в контрольной склянке (исходное содержание) и в затемненной склянке.

Зная интенсивность дыхания и фотосинтеза на нескольких глубинах, можно получить и среднюю интенсивность для каждого из слоев воды. Часто при расчетах применяют наиболее простой способ, считая, что средняя интенсивность для соответствующего слоя равна $\frac{a+b}{2}$,

где a — интенсивность у верхней границы, b — у нижней.

Количество поглощенного и выделенного кислорода во всей водной массе водоема в целом может быть найдено как сумма соответствующих величин для каждого слоя воды. Последние величины легко получить умножением средних интенсивностей дыхания и фотосинтеза в каждом слое воды на его объем.

Таблица 11. Содержание витаминов в теле некоторых кормовых беспозвоночных, мг% на сухую массу (по Е. М. Маликовой, 1956)

Гидробионты	Витамины			
	А	каротин	В ₁	В ₂
Хирономиды	0,201	0,187	0,180	0,483
Ручейники	—	0,193	0,361	0,509
Энхитреиды	0,196	0,058	—	0,134
Гаммариды	0,320	—	0,687	0,131
Дафиии	0,519	Следы	0,255	0,569

рая определяется уровнем развития тех водных организмов, которые являются пищей для рыб.

При гидробиологических исследованиях на прудах проводится определение первичной продукции, изучение качественного состава и количественной динамики фитопланктона, зоопланктона и бентоса. Исследования проводят отбором соответствующих проб и их анализа. Пробы берутся с интервалом 10—15 дн; на перестовых прудах — через 2—3 дн.

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Новообразование органического вещества — процесс, осуществляемый растительными организмами в результате их фитосинтетической деятельности, — представляет собой основу всех продукционных процессов, происходящих в водоемах. Поэтому представление о величине первичной продукции и факторах, ее определяющих, является важным моментом в разработке путей повышения продуктивности водоемов.

Интенсивность первичного продуцирования выражается двумя величинами. Первая из них выражает количество органического вещества, образующегося в процессе фотосинтеза, и носит название *валовой первичной продукции*. Вторая — *чистая продукция*, под которой понимают часть органической продукции, не расходуемой на обмен самих растений, т. е. чистая продукция равна валовой за вычетом той ее части, которая тратится на дыхание растений.

Величина первичной продукции зависит от количества водорослей, их распределения в водоеме и видового состава, от световых условий, перемешивания воды, ее температуры и многих других факторов. Огромное влияние

на величину первичной продукции оказывает степень обеспеченности минерального питания растений. Например, в результате удобрения прудов солями азота и фосфора их первичная продукция существенно возрастает. Следует, однако, иметь в виду, что действие отдельных факторов на величину первичной продукции проявляется не изолированно, а находится в весьма сложной взаимосвязи.

В водоеме одновременно происходят два противоположных процесса — построение и разрушение органических веществ. Однако процесс фотосинтеза в темноте прекращается, следовательно, прекращается и потребление углекислоты из окружающей среды и выделение в среду эквивалентного количества кислорода. Процессы же дыхания в темноте идут с той же скоростью, что и на свету. Поэтому, сравнив результаты жизнедеятельности водных сообществ на свету и в темноте, можно рассчитать величину первичной продукции, а также и деструкции в водоемах.

О процессах построения и деструкции органического вещества можно судить по нескольким различным показателям, например, по скорости потребления кислорода, выделению углекислоты, изменению рН и т. д. Разработан целый ряд методов количественного определения первичной продукции — биогенный, по концентрации СО₂, хлорофильный, радиоуглеродный, кислородный и т. д. В настоящее время для определения первичной продукции в водоемах наиболее широко используются радиоуглеродный и кислородный методы.

В практике рыбохозяйственных исследований для определения величин первичной продукции планктона в большинстве случаев используется кислородный метод. При проведении исследований по этому методу возможны два варианта. В первом случае величина первичной продукции рассчитывается по суточному ходу содержания кислорода и углекислоты, взятием проб воды в дневное и ночное время в открытой части водоемов. Во втором — проводятся наблюдения за результатами жизнедеятельности планктона в воде, заключенной в светлые и затемненные сосуды.

Наибольшее распространение получил последний способ, который называют *методом склянок*. Техника применения метода склянок и последовательность в работе заключается в следующем,

Продолжение табл. 7

Группа рыб	Зоны питания	Пища	
		основная	дополнительная (при недостатке основной)
Растительноядные рыбы: белый амур	Участки, заросшие подводной растительностью	Подводная растительность: рдесты, роголистник, элодея и др.	Молодые побеги надводной растительности, наземная растительность
белый толстолобик	Толща воды	Фитопланктон	Детрит и перифитон
Хищные рыбы: радужная и ручьевая форель	Открытая часть пруда	Мелкая рыба	Личинки ручейников, поденок, клопы, стрекозы, воздушные насекомые
щука	Береговая полоса и зарослевые зоны	Рыба и лягушка	Взрослые формы жуков, клопов, стрекоз, головастики
судак	Зоны открытой воды	Мелкая рыба	Жуки, клопы, стрекозы

В основе питания белого толстолобика лежат фитопланктонные организмы (табл. 7).

Различные виды гидробионтов имеют неодинаковую пищевую ценность и различный химический состав, но все они обладают достаточно высокими пищевыми достоинствами, так как содержат в своем составе все необходимые питательные вещества, а также минеральные соли, витамины и другие компоненты.

У организмов зоопланктона и бентоса высокое содержание белка, причем белки кормовых беспозвоночных — полноценные по составу входящих в них аминокислот, что имеет большое значение для роста и развития рыб (см. табл. 10). Водные беспозвоночные содержат также необходимые для роста рыб витамины и большое количество минеральных веществ (табл. 8, 9, 11).

Сравнивая отдельные группы кормовых организмов, следует отметить, что наиболее полноценными по минеральному и аминокислотному составу, а также содержа-

Таблица 8. Химический состав зоопланктона, % к сухой массе (по В. И. Жадину)

Гидробионты	Зола	Хитин	Белки	Жиры	Углеводы
Дафния пулекс	18,25	15,73	58,04	6,58	13,63
Дафния магна	33,17	14,89	44,61	5,15	16,75
Коловратки	28,45	—	49,70	7,37	14,00
Веслоногие рачки	9,30	4,70	59,00	7,00	20,00

Таблица 9. Химический состав некоторых гидробионтов (по Е. М. Маликовой, 1956)

Гидробионты	Влага, %	Сухое вещество, %	Белок*	Жир*	Зола*	Углеводы*	Кальций*	Фосфор*
Хирономиды	87,06	12,94	62,52	2,86	4,94	28,69	0,171	7,063
Ручейники	79,88	20,12	68,63	9,09	6,53	15,75	0,508	1,250
Энхитреиды	82,31	17,69	70,15	14,53	6,54	9,78	0,187	1,071
Гаммариды	79,29	20,71	48,72	7,68	28,05	15,55	14,506	1,329
Дафнии	89,43	10,57	60,36	21,76	16,75	1,13	9,600	1,484

* В процентах к сухой массе.

Таблица 10. Аминокислотный состав белка некоторых гидробионтов, % аминокислот в белке (по Е. М. Маликовой, 1956)

Гидробионты	Аминокислоты					
	тирозин	триптофан	аргинин	гистидин	метионин	цистин
Хирономиды	3,16	2,06	4,75	2,38	1,78	1,05
Ручейники	3,34	2,98	5,36	2,28	1,72	1,21
Энхитреиды	3,37	1,79	5,62	1,86	1,69	1,05
Гаммариды	2,24	1,72	4,76	1,69	1,56	0,99
Дафнии	4,27	3,62	10,92	2,69	3,45	1,17

нию витаминов являются ракообразные. Личинки хирономид (тендипедид) по содержанию витаминов и минеральных веществ занимают промежуточное положение между дафниями и олигохетами, которые бедны минеральными веществами.

Рациональное ведение прудового рыбного хозяйства требует постоянного контроля за кормовой базой, кото-

Таблица 6. Химический состав водной растительности

Растения	Сухое вещество, %	Белок*	Жир*	Угле-воды*	Зола*	Каротин, мг %
Роголистник	7,15	20,1	2,3	55,6	21,9	4,8
Рдест пронзеннолистный	17,17	27,8	3,2	50,7	18,3	5,2
Рдест гребенчатый	15,0	27,7	3,3	48,8	20,7	4,4

* В процентах на сухое вещество.

земной и водной растительности, отмерших водорослей и животных, взмученного со дна ила и т. д.). Целые группы животных, так называемые детритофаги, питаются детритом.

Последним звеном пищевой цепи в процессе круговорота веществ в водоеме является культивируемая рыба, которая питается зоопланктонными и бентосными организмами, а отдельные виды рыб, как отмечалось выше, используют водную растительность. При культивировании хищных рыб поедаются мирные рыбы.

Процессы круговорота веществ в водоеме, возникающие пищевые связи, поедание одних организмов другими, происходящее при этом преобразование органических веществ приводят в конечном итоге к образованию продукции, используемой человеком. Величина продукции рыбы в водоеме будет зависеть от качества и количества естественной пищи для рыб, экологических условий водоема, и видового состава рыб. Чем быстрее растет рыба, чем короче пищевой ряд, тем выше может быть продуктивность водоема.

По мере роста рыб характер питания у них меняется. Так, мальки карпа питаются планктонными ракообразными, а затем донными организмами. Двухлетний карп питается уже в основном донными организмами, но при недостатке их использует и зоопланктон. В незначительных количествах употребляются также фитопланктон и высшая водная растительность.

В то же время пестрый толстолобик питается в основном зоопланктоном, а при недостатке его использует и фитопланктон.

Белый амур на первых этапах развития питается зоопланктоном, а затем переходит на питание высшей водной растительностью.

Таблица 7. Естественная пища рыб, разводимых в прудах

Группа рыб	Зоны питания	Пища	
		основная	дополнительная (при недостатке основной)
Бентосоядные рыбы: карп, сазан и их гибриды осетровые, их гибриды сиги черный амур малоротый буффало	Придонные и донные части прудов	Личинки хирономид, олигохеты, моллюски	Зоопланктон, главным образом ветвистые рачки
	Донные части прудов, особенно песчаные участки	Моллюски, мелкая рыба, черви, личинки хирономид	Зоопланктон
	Донные глубоководные части прудов	Личинки хирономид, олигохеты, зоопланктон	Личинки насекомых, водоросли
	Донная часть прудов	Моллюски	Личинки хирономид, олигохеты
	Донные и придонные части прудов	Личинки хирономид, олигохеты	Зоопланктон, остатки вышедших растений, личинки насекомых
	Толща воды в открытых участках и зарослях	Зоопланктон и синезеленые водоросли	Личинки хирономид и другие насекомые
Планктоноядные рыбы: серебристый карась пелядь пестрый толстолобик большеротый буффало черный буффало	Зоны открытой воды (толща)	Зоопланктон	В редких случаях личинки хирономид
	Толща воды	Мелкие формы зоопланктона и фитопланктона	Фитопланктон
	Толща воды в открытых участках	Зоопланктон	Фитопланктон
	Придонные участки	Смешанное питание: бентосные и зоопланктонные организмы	Остатки вышедших растений
веслонос	Толща воды открытых водоемов	Зоопланктон	Фитопланктон

низмов умножают на 500 (50 мл : 0,1 мл = 500) и получают результат для 1 л прудовой воды. Для того чтобы узнать количество и массу организмов в 1 м³, следует умножить результаты, полученные для 1 л на 1000 (1 м³ = 1000 л).

При массовом развитии одного вида водорослей, например синезеленых водорослей, когда их биомасса достигает больших величин, рекомендуется следующая методика определения биомассы: проба фитопланктона (обычно 0,5 л) отстаивается в течение суток в мерных цилиндрах, после чего осадок сливается и отфильтровывается через бумажный фильтр. Затем определяется сырая и сухая масса водорослей.

2. Предположим, что масса фильтра равна 5,0 г. После процеживания масса фильтра с осадком составила 6,110 г, а после подсушивания — 5,070 г. Тогда сырая биомасса водорослей составляет 6,110 — 5,000 = 1,110 мг в 0,5 л, или 2220 мг/л.

Сухая биомасса

5,070 — 5,000 = 70 мг в 0,5 л, или 140 мг/л.

Высшие водные растения подразделяют на ряд групп.

Жесткие растения. Значительная часть ее выступает над поверхностью воды: камыш *Scirpus*, тростник *Phragmites*, рогоз *Typha*.

Мягкие растения. Это растения с плавающими листьями или целиком погруженные в воду: рдесты *Potamogeton*, элодея *Elodea*, уруть *Myriophyllum*, кувшинка *Nymphaea*.

Свободноплавающая растительность — ряска *Limnea*, роголистник *Ceratophyllum*.

Мягкая водная растительность играет огромную роль в жизни водоема. Она обогащает воду кислородом. Многие личинки насекомых, которыми питаются бентосоядные рыбы, обитают на мягкой водной растительности. Высшей растительностью питаются и некоторые рыбы (белый амур, некоторые виды тиляпий).

Учет видового состава, количества и биомассы высшей водной растительности проводят путем сбора растений с определенной площади.

Определение запасов и продуктивности по высшей водной растительности прудов может быть сделано по биомассе растений, взятой в момент ее максимального развития за данный вегетационный период, или путем систематических наблюдений, проводящихся на протяжении всего вегетационного периода. В первом случае для сбора растений на поверхность воды накладывают деревянную рамку размером 1 × 1 м и растения, находящиеся в пределах рамки, срезают у самого дна, но без корней. Во втором случае устанавливают стационарные площадки, на которых по мере отрастания растений проводят ее

выкос. Количество контрольных участков определяется размерами пруда, характером распространения растительности. Если пруд зарастает равномерно и не отличается большим разнообразием растений, то берут 2—3 пробы из разных мест пруда. Если растительность встречается небольшими участками, то берут большее число проб, определяя их количество с учетом конкретных условий.

Собранные растения разбирают и определяют видовой состав, пользуясь определителями (А. Н. Ляпин, 1950, и др.). Растения освобождают от излишков воды и взвешивают. Определяются общая биомасса и биомасса отдельных видов растений. Подсчет ведут в килограммах на 1 м², а затем пересчитывают на площадь пруда. После взвешивания растения подсушивают на воздухе, а затем в сушильном шкафу при температуре 60° С в течение 48 ч. Высушенные растения вновь взвешивают. Разница между сырой и сухой массами растений показывают содержание воды у отдельных видов растений.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДОВОГО СОСТАВА, ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ ЗООПЛАНКТОНА

В прудах зоопланктон представлен простейшими, коловратками, ракообразными. Простейшие, мельчайшие из пресноводных одноклеточных животных, играют существенную роль в трофических связях фауны водоемов. Жгутиковые и инфузории наряду с бактериями и водорослями служат пищей многим низшим ракообразным, а также личинкам рыб.

Коловратки — мельчайшие из многоклеточных организмов. Коловратки весьма разнообразны и многочисленны в пресных водоемах (рис. 38). В планктоне озер и рек коловратки составляют не менее заметную часть, чем рачки — кладоцеры и копеподы. Размножаются партеногенетически. Самка, вылупившаяся из оплодотворенного яйца, на третьи сутки достигает половой зрелости. Живет примерно 2—3 недели.

Ракообразные принадлежат к числу важнейших для питания рыб групп водной фауны. Низшие ракообразные представлены в пресных водах отрядами ветвистоусых *Cladocera*, веслоногих *Copepoda* и ракушковых *Ostracoda* рачков.

Ветвистоусые рачки, или клadoцеры, представляют одну из важнейших групп пресноводного планктона. Ветвистоусые ракообразные имеют 4—7 пар ног и двуветвистые антенны.

Подавляющая часть клadoцеров — самки, размножающиеся летом в основном партеногенетически. Развитие

Скорость созревания и продолжительность жизни у разных видов клadoцеров различны. Так, длительность жизни *Daphnia magna* достигает 5—6 мес, а *Moina rostris* — до 1 мес.

Массовое развитие клadoцеров в водоеме наблюдается в летние месяцы и связано не только с повышением тем-

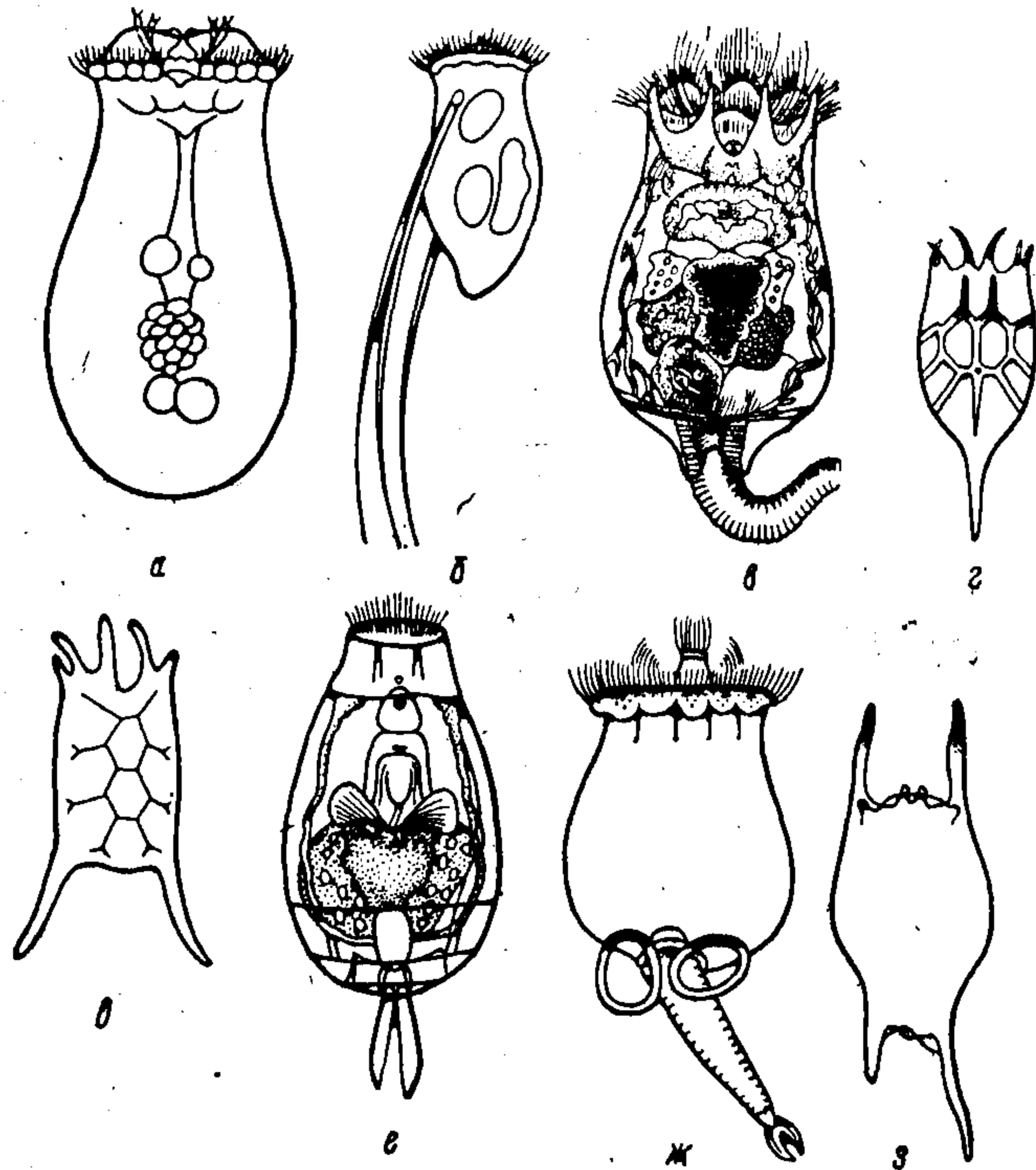


Рис. 38. Коловратки:

а — аспланха; б — филиния; в — брахионус; г — керателла кохлеарис; д — керателла квадрата; е — лекана; ж — брахионус диверзикорнис; з — хартра

яиц протекает в несколько суток под покровом панциря самки, и выводковую сумку покидают уже сформировавшиеся рачки. Один или два раза в год появляются мелкие самцы. Половое размножение обычно происходит в осенние месяцы, и оплодотворенные яйца остаются на зимовку. Большинство ветвистоусых рачков отмирает осенью, и в зимнем планктоне они представлены единичными видами в небольшом числе.

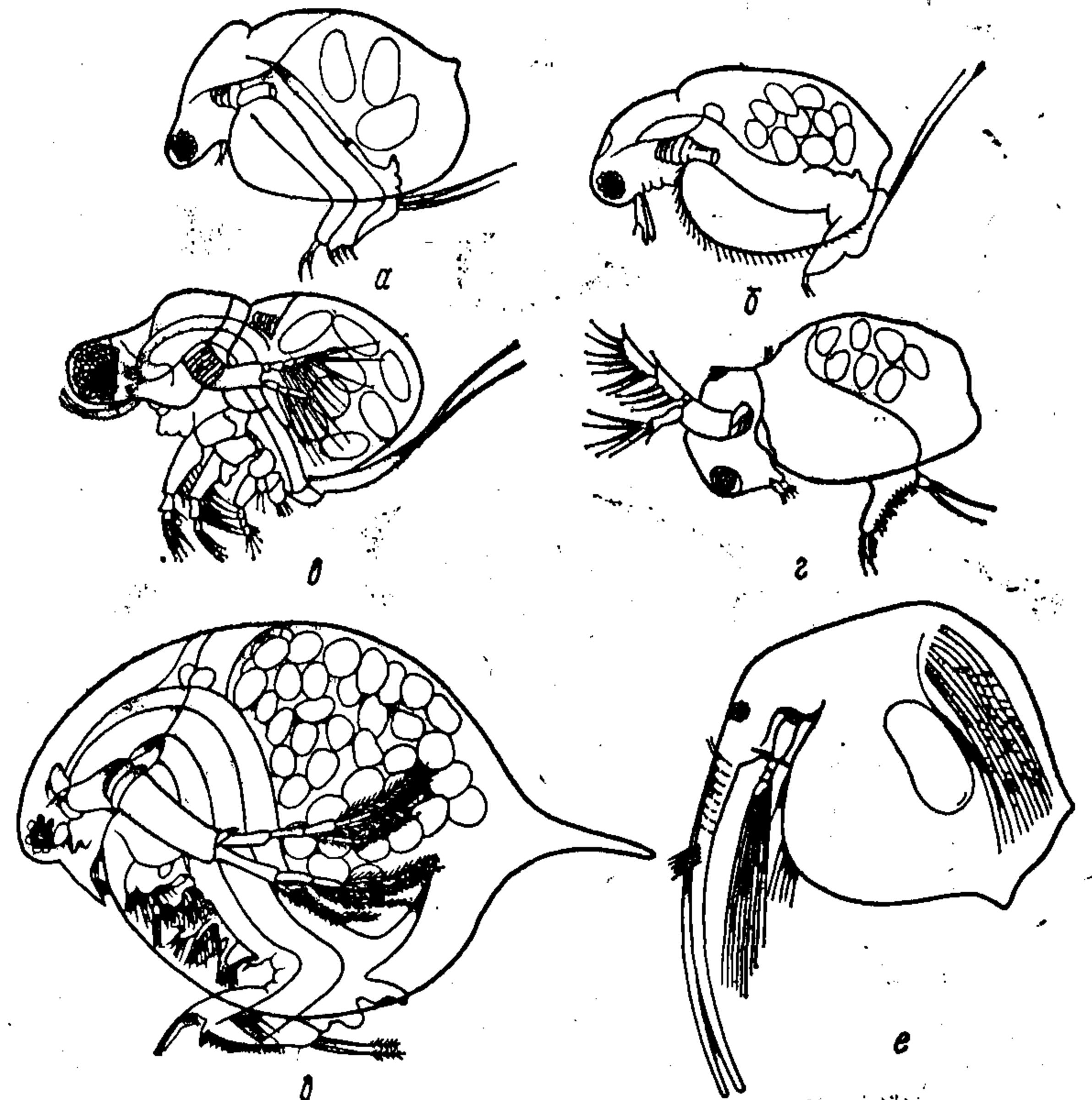


Рис. 39. Ветвистоусые рачки:

а — цериодафния; б — мойна; в — полифемус; г — сида; д — дафния пулекс; е — босмина корегоин

пературы воды, но и с развитием бактериальной флоры водоема. Главная их пища — фитопланктон и бактерии.

Клдоцеры служат существенным элементом пищи многих пресноводных рыб в ранний период их жизни. Рыбы планктофаги (ряпушка, рипус, пелядь, пестрый толстолобик, большеротый буффало, веслонос) питаются планктоном постоянно.

Рыбоводные пруды населяют различные дафнии, мoiny, босмины и др. (рис. 39).

Веслоногие рачки — копеподы — наряду с клadoцерами составляют существенную часть зоопланктона. Удлиненное тело веслоногих рачков подразделено на голову-грудь и брюшко, оканчивающееся вилкой и хвостовыми щетинками. Веслоногие рачки размножаются только по-

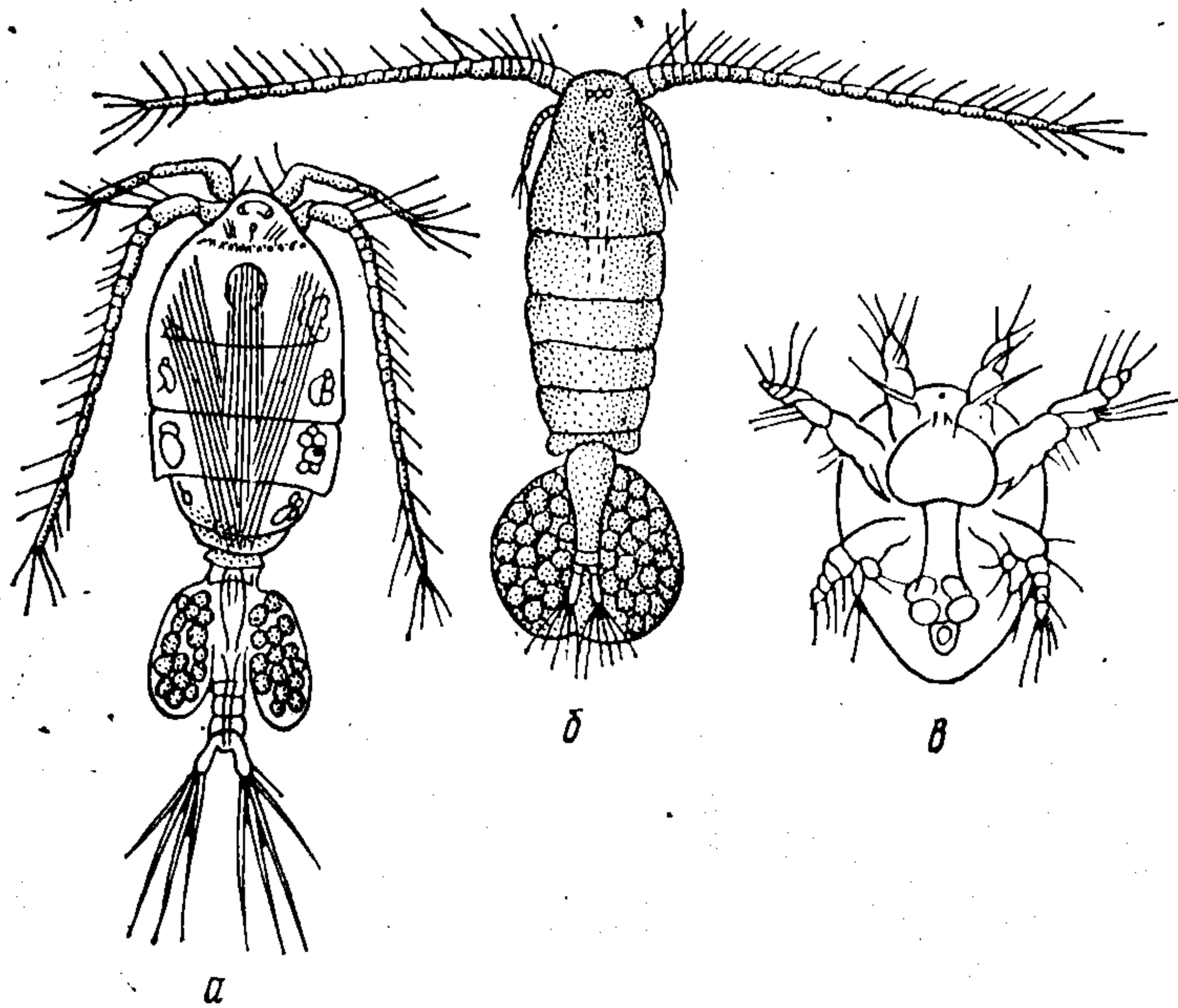


Рис. 40. Веслоногие рачки:
а — циклоп; б — диаптомус; в — науплиус

ловым путем. Из яиц вылупляются личинки — науплиусы, имеющие три пары конечностей. Науплиусы имеют небольшие размеры (до 0,3 мм) и служат кормом для молоди рыб, так же как и взрослые формы.

В пресных водоемах веслоногие рачки представлены циклопами и диаптомусами (рис. 40). Циклопы — хищники; они охотятся за простейшими, коловратками, ветвистоусыми рачками, иногда нападают на личинок рыб. Диаптомусы — фильтраторы — питаются бактериями, низшими водорослями и др.

В отличие от клadoцер большинство копепод не отмирает осенью, и в зимнее время зоопланктон состоит исключительно из них.

Ракушковые рачки — остракоды — имеют двустороннюю раковину (рис. 41). Внутри нее находится тело рачка. Высовываются из раковины лишь антенны и 1—2 пары туловищных ножек. Остракоды меньше значимы в питании рыб.

Методы сбора и обработки проб зоопланктона. Обычно планктон собирают планктонной сеткой, состоящей из

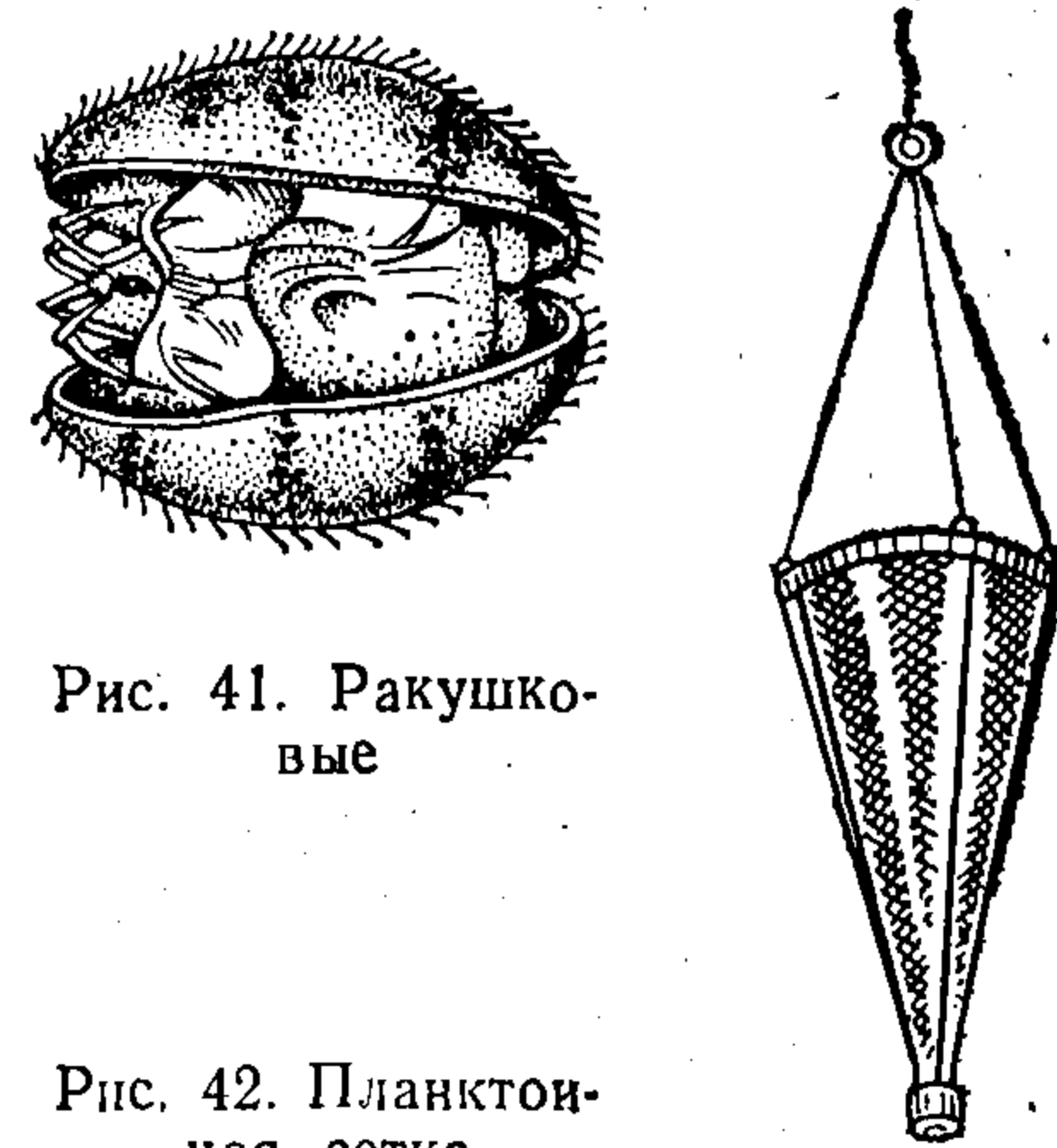


Рис. 41. Ракушковые

Рис. 42. Планктонная сетка

шелкового конуса с металлическим кольцом, металлическим или пластмассовым стаканчиком (рис. 42). Применяются также стаканчики, открытые внизу, затягивающиеся при работе куском шелка.

Шелк, из которого делается конус сетки, применяется на мельницах для просеивания муки и называется мельничным ситом или газом. Такой шелк отличается большой прочностью и равномерностью распределения нитей и имеет нумерацию по количеству отверстий, приходящихся на 1 см² его площади. Наиболее частый газ — № 77, наиболее редкий — № 7. Для сбора зоопланктона используется мельничный газ № 56—64. Вместо крана на стаканчике может быть патрубок, на который насаживается резиновая трубка, запирающаяся зажимом Мора.

В разных местах водоема набирают мерной посудой (литровой кружкой, градуированным ковшиком и т. д.)

и процеживают через планктонную сетку 25—50 л воды. На крупных прудах берут несколько проб на участках, различающихся по своим условиям (глубинам, зарастаемости и т. д.), например в вершине, в центральной части и у плотины. Указанным способом проба берется в поверхностном слое воды. В случае если пруд имеет глубины порядка 2—5-м, отбор пробы можно производить батометром и затем процеживать через планктонную сетку.

Каждая проба планктона, если она не обрабатывается в живом состоянии, должна быть зафиксирована. Взятая проба переносится в стеклянную банку или бутылку и фиксируется 4 %-ным формалином. Если работа производится зимой, то пробы фиксируют спиртом (в случае, если нельзя обеспечить хранение пробы в теплом месте). Взятая проба снабжается этикеткой со следующими сведениями: название или номер пруда, место и время взятия пробы, количество процеженной воды. На этикетке пишут простым карандашом (на пергаменте или бумаге) и вкладывают в банку с пробой.

При лабораторном исследовании собранного материала устанавливается качественный состав организмов и производится их подсчет, который ведется по группам.

Для более точного учета организмов и определения видового состава зоопланктона пробу просматривают под микроскопом. Ее предварительно доводят до определенного объема (50, 100 или 200 см³), что упрощает дальнейшие расчеты, хорошо перемешивают и берут определенную часть для просмотра. В этих целях пользуются штемпель-пипеткой определенного объема, обычно 0,5 мл. При отсутствии штемпель-пипетки пользуются градуированной пипеткой. Отобранную пробу переносят на счетное стекло, на котором подсчитывают количество организмов каждого вида. Во избежание ошибки обрабатывают две параллельные пробы. Видовой состав зоопланктонных организмов определяют с помощью специальных определителей (А. Н. Липин, 1950; Е. И. Мануйлова, 1964, и др.).

Зная объем пробы планктона и объем просчитанной части, определяют количество организмов во всей пробе.

Количество планктона можно определить и более простым способом — измерением объема и массы всей пробы, но этот способ менее точен, так как в навеску включается не только планктон, но и все прочие взвешенные вещества, попадающие в орудие сбора. Для при-

близительного определения сырого объема планктонной пробы ее содержимое выливается в мерный сосуд и в течение некоторого времени осаждается. По делениям мерного сосуда определяют сырой объем планктона и, приняв его сырую массу за единицу, получают массу планктона.

При счетном методе для определения биомассы зоопланктона количество особей какого-либо вида умножается на среднюю массу одного экземпляра. Средняя масса (мг) зоопланктонных организмов в соответствии с их размерами приводится на с. 91. Биомасса организмов зоопланктона выражается в мг/м³.

Данные обработки каждой пробы записываются по определенной форме в карточки или журнал.

КАРТОЧКА ДЛЯ ЗАПИСИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАБОТКИ ПРОБ ЗООПЛАНКТОНА

Рыбхоз _____ Нагульный (выростной, нерестовый)

Пруд _____

Дата лова _____ Время лова _____

Газ № _____ Проба № _____ Объем отфильтрованной воды _____

№ п/п	Наименование организмов	Число организмов, шт.			Биомасса организмов, г	
		1-й подсчет (0,5 мл)	2-й подсчет (0,5 мл)	м ³	в 1 экз. г	в 1 м ³

Дата обработки _____ Подпись _____

Средняя масса беспозвоночных организмов, мг Коловратки — Rotatoria

Аспланхна <i>Asplanchna priodonta</i>	0,005—0,02
Синхета <i>Synchaeta</i> sp.	0,018
Филиния <i>Filinia</i> sp.	0,0002—0,00058
Полнартра <i>Poliarthra trigla</i>	0,00025—0,00095
Диурелла <i>Diurella stilata</i>	0,0003
Ратулус <i>Rathulus</i> sp.	0,00018
Эухланис <i>Euchlanis</i> sp.	0,002—0,003
Лекана <i>Lecana luna</i> — <i>Catypa luna</i>	0,00025—0,0009
Моностила <i>Monostyla lunaris</i>	0,0005

ры его производятся сачками или драгами без учета количества, количественные сборы — дночерпателями и другими орудиями, регистрирующими обловленную площадь.

Наиболее простое приспособление для качественного сбора донного населения — скребок (рис. 45). Он представляет собой сачок, обод которого изготовляется из прочного металла. Нижний край обода делается из стальной заостренной с одной стороны полосы. Для прикрепления мешка на ободу и тыльной части стальной пластинки пробиваются отверстия.

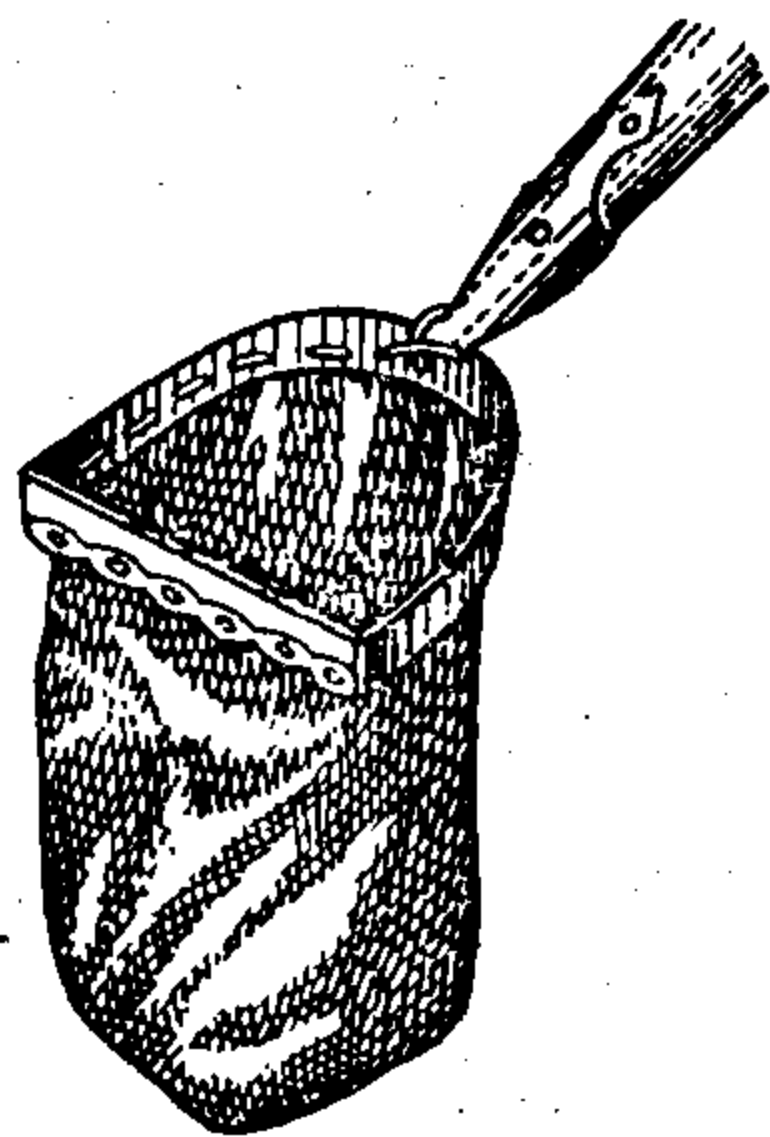


Рис. 45. Скребок

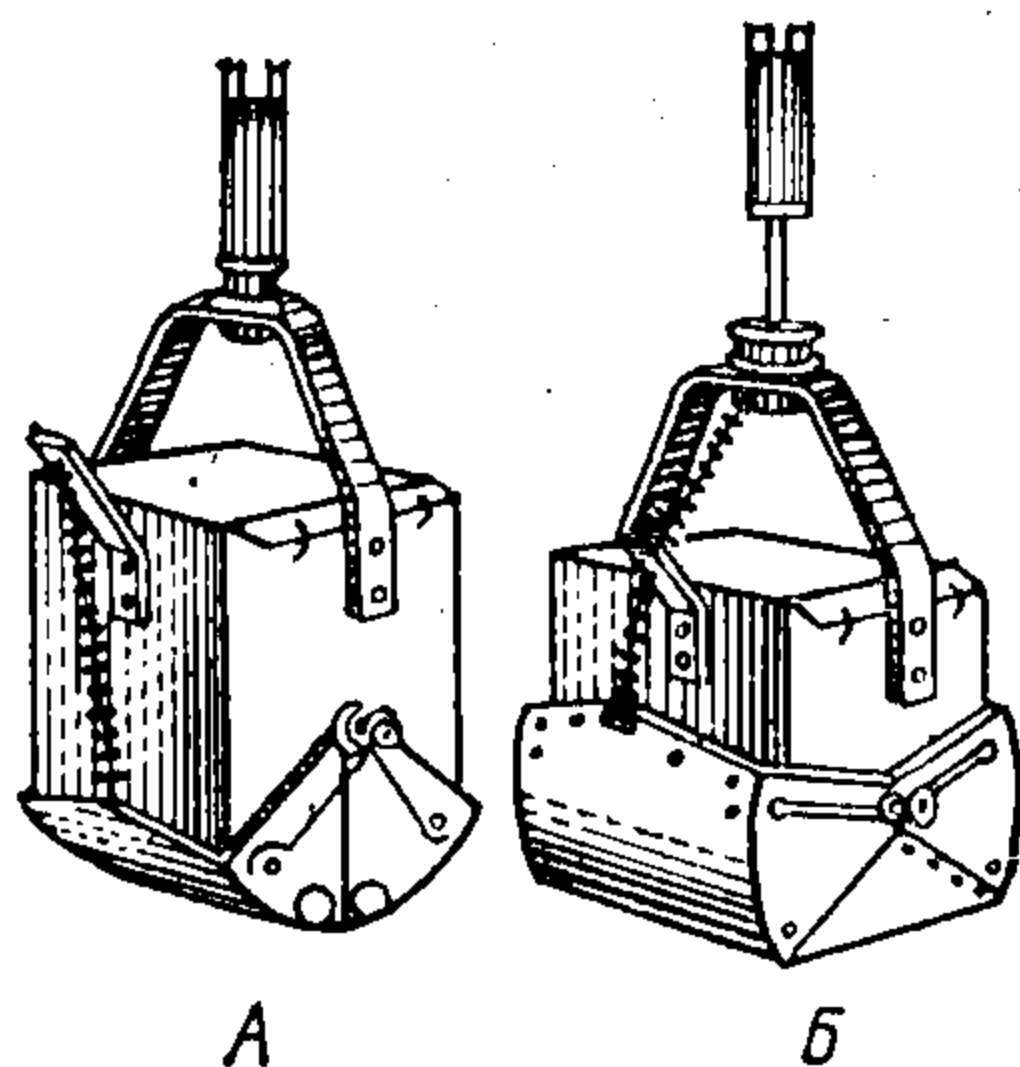


Рис. 46. Дночерпатель:

А — в закрытом, Б — в открытом положении

Количественную пробу бентоса можно взять скребком, вырезая им определенную площадь дна. Однако более удобные приборы количественного учета донного населения — дночерпатели. В настоящее время есть несколько типов дночерпателей, одни опускаются в водоем на штанге, другие — на тросе.

В рыбоводных прудах часто используют дночерпатель Экмана—Берджа с площадью захвата $1/40 \text{ м}^2$ (рис. 46).

Дночерпатель состоит из прямоугольного корпуса, щек (створок), закрывающих корпус снизу, верхних крышек и спускового аппарата. Створки вращаются на осях, вделанных в стенки корпуса, и захлопываются с помощью сильных спирально закрученных пружин; стальными тросиками они при открытом положении дночерпателя соединяются со спусковым аппаратом. Перед спуском в воду створки раскрываются и тросики надевают на

штифты спускового аппарата. Когда дночерпатель погружится в ил, по тросу пускается посыльный груз, который ударяет по втулке спускового аппарата и тем самым освобождает створки, которые с силой захлопываются.

Для работы на твердых грунтах применяются дночерпатели ковшового типа с площадью облова от $1/10$ до $1/100 \text{ м}^2$ и различной массы — от 1 до 40 кг и более.

Пробы бентоса отбирают в те же сроки, что и пробы планктона. Пробы берутся на разных участках пруда. Для прудов небольших размеров ограничиваются 3—5 пробами, для крупных прудов берут большее количество проб.

Грунт, извлеченный дночерпателем, переносят в сито или мешок для промывки, сшитый из редкого газа. Отмытую часть пробы с оставшимися организмами переносят в кюветы. Пробу просматривают по частям, выбирают все обнаруженные в ней организмы, переносят их в пробирки или бутылки и фиксируют 4%-ным формалином. Каждая проба снабжается этикеткой, на которой простым карандашом указывают дату, номер или название пруда, глубину пруда, характер грунта, указывают также площадь захвата дночерпателя.

Обработка пробы проводится в лаборатории. Качественный состав организмов определяют при просмотре их под лупой, используя различные определители (А. Н. Липин, 1950; Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР, 1977). Затем организмы отбирают по группам, просчитывают и взвешивают после подсушки на фильтровальной бумаге. Крупные организмы взвешиваются на технических весах, а мелкие — на торсионных. Суммируя результаты для всех групп организмов, получают количество организмов и их массу в пробе. Затем количество и биомассу организмов, захваченных дночерпателем, пересчитывают на 1 м^2 пруда. Для этого среднее количество организмов и их биомассу умножают на число, указывающее, во сколько раз 1 м^2 больше площади дночерпателя.

Пример. В пробе, отобранной дночерпателем с площадью захвата $1/40 \text{ м}^2$, после промывки обнаружено: личинок тендипедид — 8 шт., олигохет — 25 шт.; биомасса тендипедид составила 34 мг, олигохет — 75 мг, всего 109 мг. Для того чтобы определить количество и массу организмов, приходящихся на 1 м^2 площади пруда, умножают количество и биомассу организмов в пробке на 40, получают: личинок тендипедид $8 \cdot 40 = 320$ шт. с биомассой $34 \cdot 40 = 1360$ мг и олигохет $25 \cdot 40 = 1000$ шт. с биомассой $75 \cdot 40 = 3000$ мг.

статочным количеством воды; наполнения и спуска отдельных прудов с помощью водоподающей и водосбросной систем каналов, люков, шлюзов и других сооружений; обеспечения транспортной связи внутри хозяйства и вне его; удобства эксплуатации хозяйства.

К гидротехническим сооружениям в прудовом рыбоводстве относят земляные плотины и дамбы; паводковые водосбросы; донные водоспуски; водоподающие, сборные и рыбосборно-осушительные каналы; сооружения на каналах (водовыпуски, быстротоки, перепады, дюкеры, перегораживающие сооружения и рыбозащитные устройства), рыбоуловители, верховины, насосные станции и др.

Плотины и дамбы. Плотины возводят для задерживания и подъема уровня воды путем перегораживания русла рек, оврагов и балок. В зависимости от используемого строительного материала плотины бывают земляные, бетонные, каменные и др. В рыбоводных хозяйствах строят в основном земляные плотины с креплением или без крепления откосов. При проектировании плотины устанавливают размеры ее основных элементов: ширину гребня, превышение гребня над нормальным подпорным уровнем, уклоны откосов.

Головную плотину строят такой высоты, при которой образуется головной пруд с объемом воды, гарантирующим удовлетворение потребностей хозяйства при постоянном водотоке. Створ плотины выбирают в наиболее узком месте поймы с плотным водонепроницаемым грунтом, где нет выхода родников и ключей. Ширину гребня плотины назначают, исходя из условий эксплуатации сооружения, но не менее 3 м.

Дамбы возводят при строительстве пойменных прудов. Дамбы в зависимости от назначения бывают контурные, водооградительные и разделительные. Контурные дамбы обваловывают территорию поймы, где размещены рыбоводные пруды, и предназначены для защиты прудов от паводковых вод. Разделительные дамбы устраивают между двумя смежными прудами. Для защиты территории рыбхоза от затопления строят водооградительные дамбы.

В процессе эксплуатации земляные плотины и дамбы могут деформироваться и разрушаться. Наибольшую опасность при этом представляют фильтрация, накат волны, вследствие чего могут произойти прорывы, оползни и другие разрушения.

При сильных волнобоях откос плотины со стороны господствующих ветров дополнительно защищают специальными креплениями. Для крепления верховых откосов плотин нагульных и головных прудов используют сборные и монолитные железобетонные плиты, хворостяные крепления. Низовой откос плотин обычно засевают травами. Железобетонные плиты на откосы плотин и дамб укладывают, как правило, при строительстве или реконструкции прудов. Хорошо защищают дамбы и плотины от волн и размыва тростник и камыш.

Верхнюю часть верхового откоса в низовой откос обычно засевают травами.

Водоподающие сооружения. Они предназначены для подачи воды от источника водоснабжения до прудов. В прудовых хозяйствах подачу воды осуществляют через каналы, трубопроводы и лотки.

Система водоподающих каналов включает магистральные и распределительные каналы. В голове каналов или трубопроводов устраивают водозаборные сооружения, которые представляют собой открытые шлюзы-регуляторы или трубчатые водоспуски. Перед головными водозаборами устраивают решетки для предохранения от попадания в пруды сорной рыбы. Подача воды из каналов в пруды производится через водовыпуски. Входное отверстие водоспуска перекрывают сеткой, чтобы сорная рыба не попадала из канала в пруд.

Размеры канала (его пропускную способность) рассчитывают в соответствии с тем количеством воды, которое требуется при максимальном расходе, с запасом на то, чтобы он не переполнялся.

Водосбросные сооружения. Водосбросные сооружения в плотинах предназначены для сброса излишней воды из водохранилищ или прудов. Основное их назначение — сброс весеннего паводка; это наиболее ответственный период в эксплуатации плотин и водосбросных сооружений.

Перед паводком в головных прудах горизонт следует понизить, что позволит уменьшить напор и пропустить пик паводка при меньшем направлении на гидросооружения.

Водоспускные сооружения предназначены для полного спуска из пруда в период облова рыбы, регулирования уровня воды в течение сезона выращивания рыбы и создания необходимой проточности. Их располагают в

Продолжение

сеголетков, %	65
годовиков, %	75
двухлетков, %	90
средняя масса сеголетков, г	25
» » двухлетков, г	500
Плотность посадки сеголетков в зимние пруды, тыс. шт.	60

В данном случае, для того чтобы определить площадь отдельных категорий прудов, необходимо рассчитать количество рыбы на отдельных этапах ее выращивания:

количество двухлетков составит $300\ 000\ \text{кг} : 0,5 = 600\ 000$ шт.,

$$\text{годовиков} - \frac{600\ 000 \cdot 100}{90} = 667\ 000\ \text{шт.}$$

$$\text{сеголетков} - \frac{667\ 000 \cdot 100}{75} = 889\ 000\ \text{шт.}$$

$$\text{мальков} - \frac{889\ 000 \cdot 100}{65} = 1\ 368\ 000\ \text{шт.}$$

Для получения такого количества мальков потребуется самок $1\ 368\ 000 : 80\ 000 = 17$ шт.

Нерестовые пруды. При норме посадки 20 самок на 1 га (или 0,05 га на одну самку) потребуется $0,05 \cdot 17 = 0,85$ га, а с учетом 10 % резервной площади—1 га (или 10 прудов по 0,1 га)

Выростные пруды. При штучной массе сеголетков 25 г и рыбопродуктивности прудов 13 ц/га для выращивания 889 000 сеголетков потребуется $\frac{889\ 000 \cdot 0,025}{1300} = 17,1$ га.

Зимовальные пруды для сеголетков. При норме посадки 600 тыс. шт. на 1 га для зимовки 889 000 сеголетков потребуется $889\ 000 : 600\ 000 = 1,3$ га.

Нагульные пруды. При штучном приросте двухлетков 475 г (500 г—25 г) и рыбопродуктивности прудов 12 ц/га для выращивания 600 000 двухлетков потребуется $\frac{600\ 000 \cdot 0,475}{1200} = 237,5$ га.

Таким образом, площадь производственных прудов составит: нерестовых—1 га, или 0,4 %; выростных—17,1 га, или 6,6 %; зимовальных—1,3 га; или 0,6 %; нагульных—237,5 га, или 92,4 %. Всего 256,9 га или 100 %.

2. В случаях когда ограничивающим фактором является мощность источника водоснабжения, определяет в первую очередь возможную площадь зимовальных прудов по формуле

$$П = \frac{Д \cdot 86\ 400 \cdot С}{Н \cdot 1000 \cdot 10\ 000}$$

где $П$ — искомая площадь зимовальных прудов, га; $Д$ — зимний расход воды в источнике, л/с; $С$ — срок полного водообмена в пруду, сут; $Н$ — глубина непромерзающего слоя воды в зимовальном пруду, м; 1000—количество литров в 1 м³; 10 000—количество квадратных метров в 1 га; 86 400—количество секунд в сутках,

Мощность данного источника водоснабжения в зимний период составляет 45 л/с. При водообмене в 10 сут и глубине непромерзающего слоя воды в 1 м площадь зимовальных прудов составит

$$\frac{45 \cdot 86\ 400 \cdot 10}{1 \cdot 1000 \cdot 10\ 000} = 3,89\ \text{га.}$$

Зная возможную площадь зимовальных прудов, можно рассчитать площадь остальных категорий прудов.

3. Необходимо определить площадь отдельных категорий прудов строящегося полносистемного прудового хозяйства, если пригодная земельная площадка составляет 650 га. Хозяйство работает при следующих нормативах: выход мальков от одного гнезда—100 тыс. шт. сеголетков; —65 %; годовиков —75 %; двухлетков—85 %; средняя масса сеголетков—25 г; средняя масса двухлетков—450 г.

Плотность посадки сеголетков в зимовальный пруд—600 тыс. шт.; рыбопродуктивность: выростных прудов — 14 ц/га; нагульных — 16 ц/га.

В данном случае, для того чтобы определить площадь отдельных категорий прудов, условно за единицу принимается площадь какой-либо категории (зимовальных, нагульных и т. д.).

Предположим, что мы имеем зимовальный пруд площадью 1 га. Тогда площадь выростных прудов составит

$$\frac{600\ 000 \cdot 0,025}{1400} = 10,7\ \text{га.}$$

Площадь нагульных прудов составит

$$\frac{600 \cdot 75}{100} = \frac{450\ 000 \cdot 0,425}{1600} = 119,5\ \text{га.}$$

Площадь нерестовых прудов при посадке на нерест на 0,1 га пруда одного гнезда производителей, составит:

$$\frac{60\ 000 \cdot 100}{65} = 923\ 000 : 100\ 000 = 10\ \text{гнезд,}$$

следовательно, потребуется 1 га нерестовых прудов. Таким образом, площадь прудов составит

$$1\ \text{га} + 10,7\ \text{га} + 119,5\ \text{га} + 1\ \text{га} = 132,2\ \text{га.}$$

Принимая во внимание, что часть земельной площадки должна быть выделена под такие категории прудов, как маточные и ремонтные пруды, карантинные пруды, садки (всего 4—5 % от общей площади), под производственные пруды может быть занята площадь порядка 620 га. В этом случае площадь 620 га больше, чем расчетная—132,2 га, в $(620 : 132,2) = 4,7$ раза. Тогда фактическая площадь прудов в хозяйстве составит: нерестовых $1 \cdot 4,7 = 4,7$ га; выростных $10,7 \cdot 4,7 = 50,0$; зимовальных $1 \cdot 4,7 = 4,7$, нагульных $119,5 \cdot 4,7 = 561,6$ га.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ В ПРУДОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Гидротехнические сооружения в прудовом рыбноводном хозяйстве предназначены для снабжения прудов до-

Маточные летние и зимние пруды предназначены для летнего и зимнего содержания производителей и ремонтного молодняка. 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.

Карантинные пруды предназначены для временного содержания больной рыбы или производителей, завозимых из других хозяйств. Площадь прудов 0,2—0,3 га.

Пруды-садки относят к группе подсобных прудов, так как используются они главным образом осенью для хранения живой рыбы (столовой рыбы), а весной — для временной передержки годовиков до их реализации. Садки используются также весной для содержания производителей до посадки их на нерест и ремонтного материала до посадки в маточные пруды.

В последние годы в связи с переходом на заводские методы воспроизводства в хозяйствах строят небольшие преднерестовые пруды (земляные садки) площадью 15—10 м². В них содержат производителей после гипофизарных инъекций. Пруды должны находиться в непосредственной близости от инкубационного цеха, иметь хорошую проточность и при необходимости быстро опорожняться. В хозяйстве, ведущемся с трехлетним оборотом, имеется дополнительно еще одна категория прудов — выростные пруды второго порядка. По своему устройству они не отличаются от нагульных прудов при двухлетнем обороте.

РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ ПРУДОВ РАЗЛИЧНЫХ КАТЕГОРИЙ

Площади прудов в рыбоводных хозяйствах находятся в определенном процентном отношении, что является необходимым условием нормальной работы хозяйства. Процентное соотношение отдельных категорий прудов к общей площади хозяйства зависит от уровня интенсификации, принятых рыбоводно-биологических нормативов.

Площади специальных прудов (маточных, карантинных и изоляторов) планируются исходя из общей мощности хозяйства, независимо от процентного соотношения прудов других категорий.

В полносистемном рыбоводном хозяйстве с двухлетним оборотом, когда весь рыбопосадочный материал, выращенный в выростных прудах, используется только для своих нагульных прудов, площади прудов отдельных категорий (%) будут примерно следующими: нерестовые—0,1—0,5; выростные—3,0—7,0; нагульные—91,0—96,0; зимовальные—0,2—1,0.

В рыбопитомниках основная часть водной площади используется под выростные пруды (90—95%). Под нерестовые пруды в питомниках используется 2—3% и под зимовальные —3—7% всей водной площади.

При трехлетнем обороте соотношение отдельных категорий прудов будет иным и составит: нерестовые — 0,25—0,50%; мальковые —2,0; выростные первого порядка —20—25; нагульные —60—65; зимовальные —3%.

Указанные соотношения прудов являются только примерными. Они будут изменяться в зависимости от поставленных перед хозяйством задач, рыбопродуктивности прудов, массы рыбопосадочного материала и товарной рыбы, степени интенсификации хозяйства и в связи с этим от разной плотности посадки рыбы в пруды и некоторых других причин.

Например, в одном из лучших прудовых хозяйств страны — Допрыбокомбинате — соотношение площадей прудов следующее: нагульные —78,3%, выростные —14,3, зимовальные —1,8 и нерестовые —0,5%.

Площадь отдельных категорий прудов в каждом конкретном случае рассчитывается на основании рыбоводно-биологических нормативов. Для летних прудов учитывается рыбопродуктивность и штучный прирост рыбы. Площадь нерестовых и зимовальных прудов определяется по принятым нормам посадки. В основу расчета принимают заданную мощность хозяйства, или имеющуюся пригодную земельную площадку, или мощность источника водоснабжения.

Расчет 1. Необходимо рассчитать общую площадь и площадь отдельных категорий прудов для хозяйства мощностью 3000 ц товарной рыбы. Для расчета приняты следующие нормы технологического проектирования:

Рыбопродуктивность, ц/га:	
нагульных	12
выростных	13
Выход:	
мальков от одного гнезда, тыс. шт	80

вые пруды следует размещать на незаболоченных со спокойным рельефом участках, на почвах, покрытых мягкой луговой растительностью. При отсутствии ее подсевают травы или устраивают искусственные перестилы.

Площадь нерестовых прудов принята 0,1 га, средняя глубина 0,4—0,5 м. Удобны для эксплуатации пруды меньшей площади—100—200 м². Водоснабжение и опорожнение прудов обязательно независимые. Пруды должны быстро спускаться. Для полного их опорожнения устраивают водосборные каналы шириной по дну 0,4 м, глубиной до 0,4 м. Нерестовые пруды не следует использовать для других целей, чтобы не привести к вымоканию и исчезновению на дне луговой растительности, а также из соображений профилактики заболеваний.

Мальковые пруды предназначены для подращивания личинок, пересаживаемых из нерестовых прудов или поступающих из инкубационного цеха. Подращивание молоди проводится в течение 15—18 дн, иногда до 40 дн. Для лучшего развития кормовой базы ложе мальковых прудов рекомендуется распахивать и вносить органическое удобрение.

Выростные пруды служат для выращивания сеголетков. Личинки, пересаженные из нерестовых или мальковых прудов, содержатся в выростных прудах до конца вегетационного периода, затем молодь пересаживают в зимовальные пруды.

Не рекомендуется размещать пруды на заболоченных или заторфованных участках, так как они будут иметь невысокую естественную рыбопродуктивность. Для удобства пересадки молоди целесообразно размещать выростные пруды ближе к зимовальным. Водоснабжение выростных прудов должно быть независимым, с устройством на водоподающей системе различного рода фильтров (гравийных, песчаных и др.).

Зимовальные пруды предназначены для зимнего содержания рыбы. Они располагаются вблизи от источника водоснабжения для сокращения длины водоподводящего канала или лотка, что позволяет уменьшить возможность охлаждения воды в период поступления ее в пруды, избежать снеговых заносов и прекращения водоснабжения зимовальных прудов.

Заболоченные и заторфованные участки, а также участки с высоким стоянием грунтовых вод непригодны для устройства зимовальных прудов. При устройстве

прудов на торфах необходимо удалять торфы до минерального грунта или присыпать ложе минеральным грунтом слоем не менее 20 см, укатывать и нарезать сбросную канаву.

Основное требование, предъявляемое к зимовальным прудам,— создание оптимальных условий для зимовки рыбопосадочного материала, а также рыбы старших возрастов. Для этого необходимо создать оптимальные глубины из расчета не менее 1 м непромерзающего слоя воды, проточность порядка 15 л/с на гектар. Вода источников водоснабжения должна иметь высокое содержание кислорода, низкую окисляемость, отсутствие загрязнения промышленными и бытовыми стоками, а также различными химикатами.

Нагульные пруды предназначены для выращивания товарной (столовой) рыбы. Пруды этой категории наиболее крупные в хозяйстве. Их размеры определяются рельефом местности. Нагульные пруды в зависимости от рельефа местности и общей площади хозяйства могут иметь 150—250 га. Однако для удобства эксплуатации их целесообразнее всего устраивать площадью не более 100 га. Рыбоводная практика показывает, что рыбопродуктивность прудов в значительной степени зависит от их размеров. На небольших рыбоводных прудах, где легче осуществить комплекс различных интенсификационных мероприятий, получают более высокий выход рыбной продукции. В больших прудах соотношение кормовой береговой линии и общей площади пруда менее благоприятно. Длина береговой линии определяет величину мелководной прибрежной зоны—наиболее продуктивного участка пруда. В мелководной прибрежной зоне кормовая база, как правило, богаче, чем в открытой части пруда, благодаря сильной инсоляции, лучшей прогреваемости воды в этой зоне и наличию мягкой водной растительности. Большие глубины неблагоприятны для питания и роста карпа, что связано с более низкими температурами воды и меньшим содержанием кислорода в придонных слоях. При выборе оптимальных площадей прудов следует учитывать и экономический фактор; так, например, сооружение небольших прудов дороже, требует дополнительных площадей для дамб и пр.

Для обеспечения лучшей эксплуатации пруды должны быть хорошо спланированы, чтобы при спуске полностью осушаться.

ется только к концу третьего года (в течение 28—30 мес). При этом появляется возможность выращивания более крупной рыбы, например карпа массой 1000 г и более.

КАТЕГОРИИ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ

Пруды — основная производственная база по выращиванию прудовой рыбы. Поэтому в прудах должны быть созданы оптимальные условия для выращивания рыб разных возрастов. Такие условия создаются при строительстве прудов с заданными параметрами (размерами, глубинами), с независимым водоснабжением и сбросом воды. Пруды рыбоводного хозяйства по своему назначению подразделяют на четыре группы:

1. Водоснабжающие — головные, согревательные, пруды-отстойники.
2. Производственные — используются для разведения и выращивания рыбы — нерестовые, мальковые, выростные, зимовальные, нагульные и маточные.
3. Санитарно-профилактические — карантинно-изоляционные.
4. Подсобные — пруды-садки.

Характеристика отдельных категорий прудов приводится в табл. 13.

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

При отсутствии головного пруда вода из холодноводного источника подается в питомные пруды из специального согревательного пруда.

Нерестовые пруды предназначены для размножения рыбы и должны отвечать оптимальным условиям для нереста, развития икры и содержания личинок. Нересто-

Таблица 13. Характеристика различных категорий прудов полносистемного хозяйства

Показатели	Категории прудов									
	нагульные	выростные	маточные	зимовальные	нерестовые	преднерестовые	мальковые	пруды-садки	карантинные	
Размеры прудов, га	20—100	2—10	1—2	0,2—1	0,05—0,1	0,001—0,002	0,5—1	0,05—0,1	0,1—0,5	
Глубина прудов, м:										
у водоспуска	3—4	1,2—1,5	1,2—1,5	1,0—1,2	1—1,2	1—1,2	1,2—1,5	1,5	1,5	
средняя по всей площади	1,2—2,5	1	1,2	1,3—1,8	0,4	0,9—1	0,5—0,8	1,3	1,2	
Сроки наполнения водой каждого пруда, сут:										
желательный	10—15	10—20	0,5	0,3—0,5	0,2	0,002	1	0,2	0,3	
допустимый	25	30	1	1	0,3	0,003	2	0,3	0,5	
Сроки спуска каждого пруда, сут:										
желательный	10	3—5	0,3	1—1,5	0,1	0,001	0,5	0,2	0,2	
допустимый	30	10	0,5	2	0,2	0,002	0,8	0,3	0,3	
Протоочность на 1 га зеркала пруда, включая потери воды на испарение и фильтрацию, л/с	0,5—1	1—1,5	0,5—1	15	5	20	1	20	20	

Для регистрации результатов обработки можно использовать следующую типовую карточку:

КАРТОЧКА ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБРАБОТКИ ПРОБ БЕНТОСА

Рыбхоз _____ Пруд _____

Дата лова _____ Орудие лова _____

Площадь захвата дночерпателя _____

Количество отобранных проб _____

№ пробы _____

№ п/п	Наименование организмов	Количество организмов в пробах		Число организмов на 1 м ²	Биомасса организмов на 1 м ²
		число, шт.	масса, г		

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении исследований, связанных с изучением кормовой базы водоемов, следует иметь в виду, что численность и биомасса организмов фитопланктона, зоопланктона и бентоса испытывает периодические изменения. Эти колебания носят в основном суточный, сезонный и годовой характер и вызваны рядом факторов.

Суточные изменения численности и биомассы отмечаются у мелких организмов с очень кратким жизненным циклом — бактерий, одноклеточных водорослей и простейших, у которых имеется суточная ритмика размножения или смертности.

Сезонные колебания численности и биомассы популяций водных организмов в основном связаны с изменением интенсивности солнечной радиации как непосредственного источника энергии для фотосинтеза растений и как фактора, который влияет на термику водоемов. Изменения в количестве падающего света, обуславливая периодичность развития водорослей, определяют и цикличность динамики численности животных, питающихся растениями. Динамика численности и биомассы организмов зоопланктона определяется также интенсивностью его выедания рыбами и другими водными животными.

Таблица 12. Динамика зоопланктона, $\frac{\text{шт.}}{\text{л}}$ / $\frac{\text{мг}}{\text{л}}$

Организмы	30. VI	16. VII	31. VII	18. VIII	1. IX
<i>Cyclops</i>	$\frac{27}{2,16}$	$\frac{42}{3,76}$	$\frac{9}{0,72}$	$\frac{3}{0,24}$	$\frac{3}{0,24}$
<i>Diaptomus</i>	$\frac{6}{0,92}$	—	—	$\frac{3}{0,42}$	—
	—	$\frac{12}{0,42}$	$\frac{6}{0,21}$	$\frac{3}{0,10}$	$\frac{2}{0,10}$
Итого	$\frac{33}{3,08}$	$\frac{54}{4,18}$	$\frac{15}{0,93}$	$\frac{9}{0,76}$	$\frac{5}{0,31}$
<i>Daphnia long.</i>	$\frac{15}{3,0}$	$\frac{96}{19,2}$	$\frac{18}{3,6}$	$\frac{6}{1,2}$	$\frac{54}{10,8}$
<i>Bosmina</i>	—	$\frac{33}{1,32}$	$\frac{126}{5,04}$	$\frac{18}{0,72}$	$\frac{26}{1,04}$
<i>Polyphemus</i>	$\frac{6}{0,24}$	—	$\frac{9}{0,36}$	$\frac{6}{0,24}$	$\frac{6}{0,24}$
<i>Chydorus</i>	$\frac{10}{0,51}$	—	$\frac{3}{0,15}$	—	$\frac{2}{0,10}$
Итого	$\frac{31}{3,75}$	$\frac{129}{20,52}$	$\frac{156}{9,15}$	$\frac{30}{2,16}$	$\frac{88}{12,18}$
<i>Keratella coch.</i>	$\frac{9}{0,0018}$	$\frac{3}{0,0006}$	$\frac{3}{0,0006}$	—	—
Всего	$\frac{73}{6,8318}$	$\frac{186}{24,701}$	$\frac{174}{10,081}$	$\frac{39}{2,921}$	$\frac{94}{12,49}$

Динамика зообентоса, $\frac{\text{шт.}}{\text{м}^2}$ / $\frac{\text{мг}}{\text{м}^2}$

Организмы	3. VI	16. VII	31. VII	18. VIII	1. IX
<i>Chironomus pl.</i>	$\frac{50}{0,44}$	—	—	$\frac{150}{1,23}$	—
<i>Glyptotendipes</i>	$\frac{450}{2,07}$	$\frac{300}{0,39}$	$\frac{100}{0,51}$	—	—
<i>Oligochaeta</i>	—	$\frac{100}{2,0}$	—	$\frac{100}{2,3}$	$\frac{50}{1,2}$
Всего	$\frac{500}{2,51}$	$\frac{400}{2,39}$	$\frac{100}{0,51}$	$\frac{250}{3,53}$	$\frac{50}{1,2}$

Сезонные изменения численности и биомассы донных животных в первую очередь зависят от особенностей их размножения, роста и выедания, а также от абиотических факторов, в частности термики водоемов. В прудах и озерах резкие колебания численности и биомассы донных организмов могут обуславливаться массовым вылетом насекомых (А. С. Константинов, 1972).

Отмеченные сезонные колебания численности и биомассы организмов фитопланктона, зоопланктона и бентоса свидетельствуют о необходимости проведения систематических наблюдений и должны учитываться при анализе результатов гидробиологических наблюдений.

В качестве примера приводятся данные по сезонной динамике зоопланктона и бентоса, полученные в результате наблюдений на одном из прудов в Московской области (табл. 12).

Оборудование и посуда для проведения гидробиологических исследований	Количество, шт.	Оборудование и посуда для проведения гидробиологических исследований	Количество, шт.
Микроскоп биологический	15	Мерный стакан емкостью 50—250 мл	100
Лупа бинокулярная	15	Счетное стекло	20
Весы технические	2	Счетная камера	20
Весы торсионные	4	Штемпель-пипетка	20
Планктонная сетка	10	Предметное стекло	1000
Дночерпатели разные	20	Покровное стекло, коробка	10
Промывалка	20	Препаровальная игла	50
Скребок	20	Чашки Петри	200
Сачок из шелка	20	Бутылки	50
Кюветы	40	Банки с крышкой	50
Пицет	20	Батометр	2
Мерный цилиндр емкостью 50—500 мл	100	Ведро	5
		Эмалированный таз	5
		Формалин 40%-ный (50 л)	

Количество оборудования рассчитано на одну учебную группу.

Глава 4 УСТРОЙСТВО ПРУДОВОГО РЫБОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

ТИПЫ И СИСТЕМЫ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ

Современное прудовое хозяйство условно можно разделить на два типа: тепловодное и холодноводное. В основе этого деления лежат биологические особенности

объектов разведения и их отношение к условиям внешней среды (температуре, гидрохимическому режиму и др.)

В тепловодных хозяйствах объектами разведения являются карп, белый и пестрый толстолобики, белый амур, серебряный карась, щука, судак, американский сомик, буффало, бестер и др.

В холодноводных хозяйствах разводят главным образом радужную и ручьевую форель, а также пелядь и ряпушку.

В прудовом рыбоводстве различают следующие системы хозяйств:

1. Полносистемное прудовое хозяйство с задачей разведения и выращивания рыбы от икры до товарных размеров. К полносистемным относятся и племенные хозяйства, выращивающие рыб-производителей и племенной молодняк.

2. Хозяйство-рыбопитомник с задачей выращивания рыбопосадочного материала: личинок, мальков, сеголетков, годовиков, а при трехлетнем обороте — и двухлетков карпа.

3. Нагульное хозяйство, где проводится выращивание товарной (столовой) рыбы.

Рыбоводные хозяйства в зависимости от почвенно-климатической зоны и принятой технологии выращивания работают с одно-, двух- или трехлетним оборотом. Под оборотом в прудовом рыбоводном хозяйстве подразумевается отрезок времени, необходимый для выращивания рыбы от икринки до товарной массы. В нашей стране в основном принят двухлетний оборот. Только в отдельных районах из-за неблагоприятных климатических условий используют иногда трехлетний оборот хозяйства.

При двухлетнем обороте товарную рыбу выращивают в течение двух лет. В первый год получают посадочный материал — сеголетков массой 20—30 г. В течение второго лета из посадочного материала в зависимости от климатических условий выращивают товарного карпа массой 350—500 г и товарную форель массой 125—150 г. Продолжительность двухлетнего оборота 16—18 мес.

При создании благоприятных условий для роста рыбы (в том числе и карпа) время выращивания рыбы до товарной продукции возможно сократить до одного вегетационного периода.

При трехлетнем обороте товарная продукция получа-

Производственные процессы	Краткое содержание основных процессов и некоторые показатели												
Инкубация икры в аппаратах Вейса	1. Емкость аппарата 8 л, расход воды 2—3 л/мин												
Инкубация икры в аппаратах системы ВНИИПРХа	1. Емкость аппарата 100—150 л. 2. Проточность во время инкубации 5—6 л/мин. 3. Продолжительность инкубации икры карпа												
Инкубация икры	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="521 521 914 635">Температура воды, °С</th> <th data-bbox="914 521 1322 635">Продолжительность инкубации, дн</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="521 635 914 680">22</td> <td data-bbox="914 635 1322 680">2,5—3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="521 680 914 725">20</td> <td data-bbox="914 680 1322 725">3,5—4</td> </tr> <tr> <td data-bbox="521 725 914 771">19</td> <td data-bbox="914 725 1322 771">4,5—5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="521 771 914 816">17</td> <td data-bbox="914 771 1322 816">7—7,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="521 816 914 861">Ниже 16</td> <td data-bbox="914 816 1322 861">Более 8</td> </tr> </tbody> </table>	Температура воды, °С	Продолжительность инкубации, дн	22	2,5—3	20	3,5—4	19	4,5—5	17	7—7,5	Ниже 16	Более 8
Температура воды, °С	Продолжительность инкубации, дн												
22	2,5—3												
20	3,5—4												
19	4,5—5												
17	7—7,5												
Ниже 16	Более 8												
Выклев личинок	1. Продолжительность выклева 10—15 ч. 2. Концентрация личинок в садках из мельничного газа № 17 размером 90·60·45 см по 250 тыс. личинок в каждом												
Выдерживание личинок	1. Продолжительность выдерживания в садках 2—3 дн												
Транспортировка личинок	1. Перевозка личинок в полиэтиленовых пакетах с водой емкостью 12 л с подкачкой кислорода в течение 20 ч. 2. Перевозка личинок внутри хозяйства в бидонах емкостью 40 л при плотности 200—300 тыс. на бидон в течение 2 ч												

3. Возможно значительно раньше получать молодь и выпускать ее в выростные пруды, за счет этого увеличивать рыбопродуктивность прудов и получать крупных по массе сеголетков.

4. Возможность сокращения стада производителей, в первую очередь за счет самцов,

5. Открываются значительно большие возможности для проведения селекционно-племенной работы.

В основу заводского метода положено стимулирование созревания производителей гипофизарными инъекциями. Технология получения личинок заводским методом приводится в табл. 19.

Для раннего получения личинок производителей отлавливают из зимовальных прудов и помещают в бас-

сейны с регулируемым температурным режимом. При температуре 16—18 °С самки после введения им гипофиза способны отдавать икру.

Количество спермы, получаемой за одно сцеживание, у отдельных особей может весьма сильно различаться. В среднем самцы карпа и растительноядных рыб продуцируют примерно одинаковое количество спермы — 1,2—2,0 см³, белый амур — до 5,0 см³.

Гипофизарная инъекция увеличивает объем продуцируемой спермы у всех видов. Так, у белого амура количество спермы достигает 20—25 см³, у карпа — 12—15 см³ и пестрого толстолобика — 10—14 см³.

Концентрация эякулята максимальная: у белого амура — до 40 млн. на 1 мм³, у карпа — до 30 млн. на 1 мм³.

Инъекции проводят водной суспензией из ацетонированных гипофизов по методу, разработанному проф. Н. Л. Гербильским.

Для инъектирования карпа и растительноядных рыб используются гипофизы, получаемые главным образом от сазана или карпа обоих полов в возрасте 3 лет и старше. Наиболее благоприятным временем для взятия гипофизов считается зима и ранняя весна.

При взятии гипофизов отделяют черепную крышку. Поскольку головной мозг может при этом остаться в черепной коробке, его извлекают оттуда препаровальной ложкой, пинцетом или шпателем. Как правило, гипофиз остается в углублении черепной коробки. Взятые гипофизы (не позже 3—4 ч после их извлечения) для их обезжиривания и обезвоживания помещают в сосуд с чистым ацетоном, количество которого в 10 раз больше, чем гипофизов. Гипофизы оставляют в нем 12 ч. Затем ацетон меняется на свежий. Через следующие 6—8 ч гипофизы извлекают, помещают на фильтровальную бумагу и высушивают при комнатной температуре. Нельзя проводить высушивание гипофизов с применением обогревателей или на солнце.

Высушенные гипофизы хранятся в плотно закрытых стеклянных сосудах из коричневого стекла, в прохладном месте (сохраняемые в таких условиях гипофизы можно использовать в течение двух лет). Гипофизы тщательно размельчают в ступке (растирают в порошок). Затем добавляют в этот порошок 2—3 капли физиологического раствора поваренной соли (6,5 г поваренной соли на 1 л дистиллированной воды). Полученную тестообразную

Суточная норма кормления производителей 1,5—2,0 % от их массы.

Нерестовые пруды заполняют водой за 1—2 дн до посадки в них производителей, когда температура воды достигнет 16—17 °С.

Обычно в один пруд сажают гнездо производителей, которое состоит из одной самки и двух самцов. Отбор и подбор производителей в гнезда является одним из ответственных моментов нерестовой кампании. Подбирают производителей по принципу «лучший к лучшему». При этом обращают внимание на здоровье, экстерьер, мясистость, чешуйчатый покров, возраст.

После нереста производителей вылавливают и помещают в маточные пруды.

Развитие икры в зависимости от температуры воды продолжается 3—5 дн. Выклюнувшиеся личинки первые 1—2 дн малоподвижны и живут за счет желточного мешка. Затем они начинают активно двигаться. Пищевые ресурсы в нерестовом пруду быстро исчерпываются, и длительное пребывание личинок в нерестовых прудах отражается на их росте и часто связано с большими отходами. Поэтому на 3—5-й день после начала активного питания личинок отлавливают и пересаживают в мальковые или выростные пруды.

Вылов личинок производят различными методами, используя для этой цели сачки, марлевые бреденки или специальные ловители. Подсчет вылавливаемых личинок ведется объемным или глазомерным способом. В первом случае используются небольшие мерки с сетчатым дном или специальные калибровочные сосуды; во втором — тазы, кюветы, ведра.

Заводской метод получения личинок карпа. Наряду с прудовым методом все большее распространение в последние годы получает заводской метод искусственного воспроизводства карпа. Этот метод имеет ряд преимуществ, которые заключаются в следующем.

1. Исключается совместное содержание производителей и потомства, благодаря чему возможно получение личинок, свободных от возбудителей инвазионных и инфекционных заболеваний.

2. Процесс подготовки производителей, а также получения икры и ее инкубации управляемы и в значительно меньшей степени зависят от гидрометеорологических условий.

Таблица 19. Основные биотехнические процессы получения личинок карпа заводским способом

Производственные процессы	Краткое содержание основных процессов и некоторые показатели										
Содержание производителей при нерестовых температурах до инъекции и в период инъекции	1. При нерестовых температурах в период предварительной инъекции самке массой 3—5 кг вводится 2—3 мг гипофиза. 2. При разрешающей инъекции, которая проводится через 12—24 ч, вводится по 5—8 мг гипофиза на 1 кг массы самки. 3. Самцам проводится только разрешающая инъекция по 5—10 мг на каждого. 4. Место введения гипофиза — спинная мышца на уровне спинного плавника										
Выдерживание производителей после инъекции	1. Производителей содержат отдельно в предварительных земляных садках или вайнах. 2. Зависимость времени созревания от температуры воды: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Температура воды, °С</th> <th>Продолжительность созревания, ч</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15—16</td> <td>23—28</td> </tr> <tr> <td>17—18</td> <td>20—23</td> </tr> <tr> <td>19—20</td> <td>18—20</td> </tr> <tr> <td>20—22</td> <td>14—18</td> </tr> </tbody> </table>	Температура воды, °С	Продолжительность созревания, ч	15—16	23—28	17—18	20—23	19—20	18—20	20—22	14—18
Температура воды, °С	Продолжительность созревания, ч										
15—16	23—28										
17—18	20—23										
19—20	18—20										
20—22	14—18										
Получение зрелых половых продуктов	1. Проверка созревания икры за 2 ч до срока по условиям выдерживания с последующими проверками самок через 1—1,5 ч. 2. Отцеживание икры в эмалированную или пластмассовую посуду в теи путем массирования брюшка самки. 3. Отсадка на дополнительное выдерживание самок, не отдавших икры. 4. Сбор молок в широкие пробирки или бюксы										
Осеменение икры	1. Время хранения икры на воздухе в затемненном помещении до осеменения не более 30—45 мин. 2. Время хранения молок до 1,5 ч с проверкой качества через каждые 0,5 ч. 3. Расход на 1 л икры 3—5 мл молок. 4. Соединение икры и молок без добавления воды и тщательное перемешивание гусиным пером в течение 2—3 мин.										
Обесклеивание икры	1. Добавление в икру с молоками обесклеивающего раствора из суспензии талька или ПАС-Г (200 мл на 1 л икры). 2. Проба на обесклеивание через 40 мин от начала процесса										

Ежегодная выбраковка составляет 25 % стада производителей. Для их замены выращивается ремонтный молодняк. Принято, что для замены одного гнезда производителей нужно иметь следующее количество ремонтного молодняка разных возрастных групп: двухлетков — 90, трехлетков — 8, четырехлетков — 8. Пятилетние карпы в центральных и южных районах переводятся в запасное стадо производителей. Для выращивания племенных двухлетков отбирают лучших годовиков массой не менее 50 г.

Расчет потребного количества производителей. Количество производителей и ремонтного молодняка, которое необходимо иметь в полносистемном хозяйстве или рыбопитомнике, должно соответствовать мощности хозяйства.

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

Расчет 1. Требуется рассчитать потребность в производителях и ремонтном молодняке для хозяйства производительностью 3600 ц товарной рыбы. Хозяйство работает при следующих нормах: 1) выход сеголетков — 65%, годовиков — 80%, двухлетков — 85%; 2) средняя масса двухлетков — 450 г; 3) выход личинок от одной самки — 100 тыс. шт.

За исходное берется заданный выход продукции, тогда определяем: 1) какое количество двухлетков составляет 3600 ц товарной продукции:

$$360\ 000\ \text{кг} : 0,45\ \text{кг} = 800\ 000\ \text{двухлетков};$$

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

$$\frac{800\ 000 - 85\%}{x - 100\%} x = \frac{800\ 000 \cdot 100}{85} = 941\ 200\ \text{годовиков};$$

3) какое количество сеголетков следует посадить в зимональный пруд, учитывая их отход за зимний период:

$$\frac{941\ 200 - 80\%}{x - 100\%} x = \frac{941\ 200 \cdot 100}{80} = 1\ 176\ 500\ \text{сеголетков};$$

4) какое количество личинок необходимо посадить в выростные пруды для получения 1 176 500 сеголетков:

$$\frac{1\ 176\ 500 - 65\%}{x - 100\%} x = \frac{1\ 176\ 500 \cdot 100}{65} = 1\ 810\ 000\ \text{личинок};$$

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

$$1\ 810\ 000 : 100\ 000 = 18\ \text{самок}.$$

При соотношении самок и самцов 1 : 2 общее количество производителей, участвующих в нересте, составит $18 + 36 = 54$ шт. С учетом резерва 50 % общее количество производителей составит 81 шт., в том числе самок 27 шт., самцов 54 шт.

При выбраковке 25 % стада в хозяйстве ежегодно будет заменяться 20 шт. производителей, или 7 гнезд. Ремонтное поголовье составит при этом: двухлетков — $7 \cdot 90 = 630$ шт., трехлетков — $7 \cdot 8 = 56$ шт., четырехлетков — $7 \cdot 8 = 56$ шт. Всего 742 шт.

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

$$И = \frac{ПГ \cdot 100}{ВРМ},$$

где *И* — необходимое количество самок; *П* — средняя планируемая рыбопродуктивность выростных прудов, кг/га; *Г* — площадь выростных прудов, га; *В* — планируемая масса сеголетков к осени, г; *Р* — выход сеголетков из выростных прудов, %; *М* — выход личинок от одной самки, тыс. шт.

Например, площадь выростных прудов в рыбопитомнике 50 га, планируемая общая рыбопродуктивность выростных прудов 14 ц/га, средняя масса сеголетков 25 г, выход сеголетков из выростных прудов 65 %, выход мальков от одной самки 100 тыс. шт. В этом случае потребность в самках составит

$$И = \frac{1400 \cdot 50 \cdot 100}{0,025 \cdot 65 \cdot 100\ 000} = 43\ \text{самки}.$$

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

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИЧИНОК

В рыбоводных хозяйствах личинок получают двумя методами — прудовым и заводским.

Прудовый метод включает подготовку производителей и посадку их в нерестовые пруды, нерест производителей, подращивание личинок, спуск прудов и пересадку личинок в мальковые или выростные пруды.

Производителей, вылавливаемых весной из зимональных прудов, тщательно осматривают и отбирают лучших самок и самцов с целью их первоочередного использования в нерестовой кампании. Содержат самок и самцов отдельно, что исключает возможность преждевременного нереста. Одно из важных мероприятий подготовки производителей к нересту — подкормка их полноценными кормами. Начинать подкормку производителей рекомендуется при температуре воды 7—9 °С.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ТЕПЛОВОДНОМ ПРУДОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Производственные процессы в полносистемном тепловодном прудовом хозяйстве с двухлетним оборотом проходят по определенной схеме и включают следующие элементы.

Содержание производителей и ремонтного молодняка: получение личинок; выращивание посадочного материала; зимовка посадочного материала; выращивание товарной (столовой) рыбы.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И РЕМОНТНОГО МОЛОДНЯКА

Результаты работы прудового рыбоводного хозяйства во многом зависят от качества маточного поголовья, его породной принадлежности.

Учитывая особую важность правильного содержания производителей и ремонтного молодняка, их следует размещать в лучших прудах. В хозяйстве целесообразно иметь два маточных пруда (как минимум) для отдельного содержания самок и самцов. Так же отдельно следует содержать по возрастным группам и ремонтный молодняк. Для этого в хозяйстве необходимо предусматривать специальные для их содержания пруды.

Карпов-производителей и ремонтный молодняк выращивают при относительно невысокой плотности посадки с дополнительным кормлением. Согласно принятым нормативам, плотность посадки производителей в маточные пруды в зависимости от естественной рыбопродуктивности составляет 150—250 шт. на 1 га.

Привес одного производителя за вегетационный сезон должен составлять не менее 1 кг.

В зависимости от времени наступления половой зрелости у карпа для получения потомства используют самок в возрасте от 5—6 до 10—11 лет. Самцы созревают обычно на год раньше и поэтому начинают использоваться с 4—5 лет.

В хозяйстве кроме основного стада, в которое отбираются лучшие производители, имеется резерв в размере 50—100 % от основного стада.

Определяем расход по категориям прудов:

$$\text{нерестовые} - \frac{1,1 \cdot 0,5 \cdot 10\,000 \cdot 1000}{1,86\,400} = 64 \text{ л/с};$$

$$\text{выростные} - \frac{24 \cdot 1 \cdot 10\,000 \cdot 1000}{15,86\,400} = 185,2 \text{ л/с};$$

$$\text{зимовальные} - \frac{2,2 \cdot 2 \cdot 10\,000 \cdot 1000}{20,86\,400} = 25,5 \text{ л/с};$$

$$\text{летнематочные} - \frac{2 \cdot 1,3 \cdot 10\,000 \cdot 1000}{2,86\,400} = 150,4 \text{ л/с};$$

$$\text{нагульные} - \frac{177,5 \cdot 1,4 \cdot 10\,000 \cdot 1000}{20,86\,400} = 1438 \text{ л/с};$$

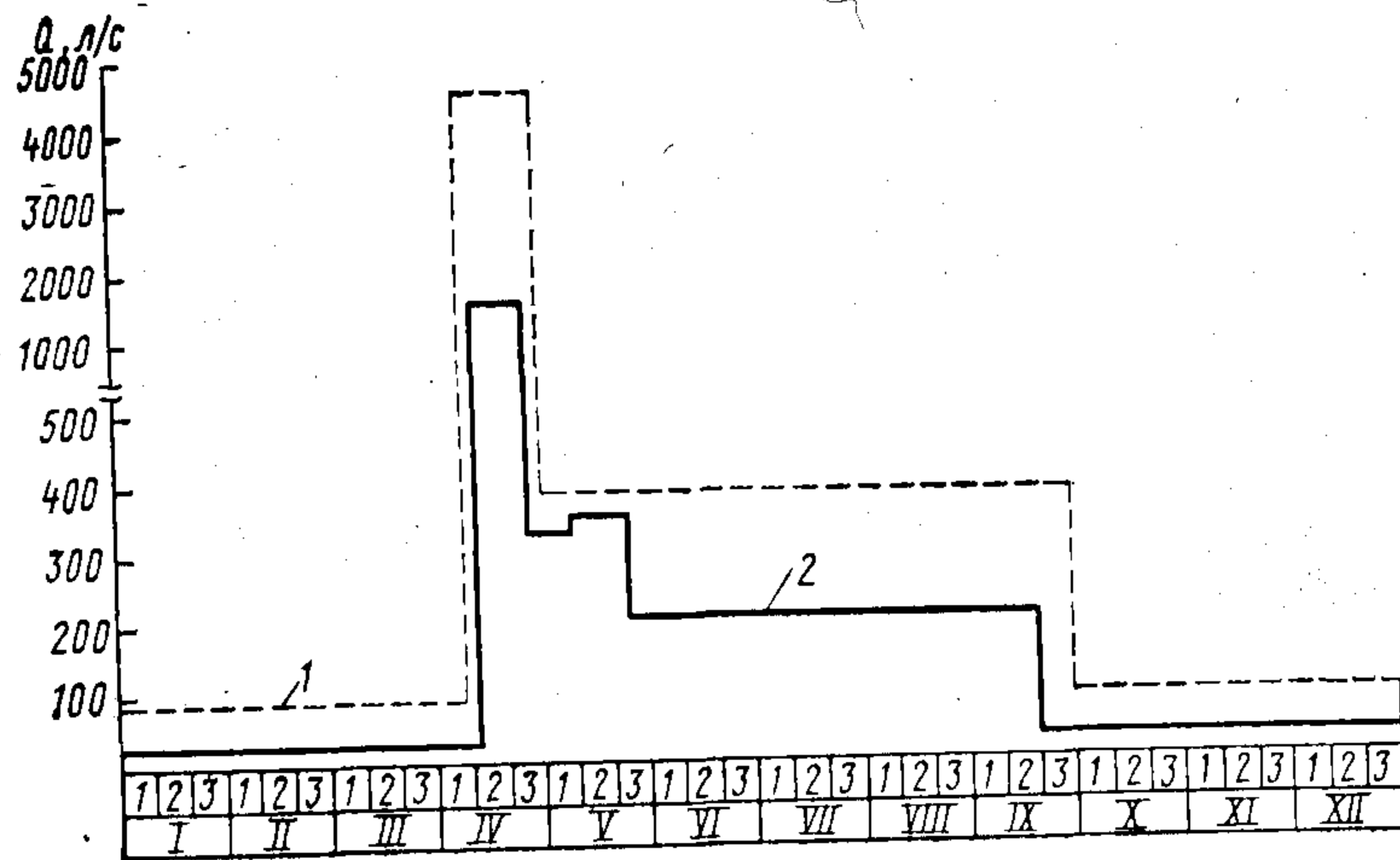


Рис. 50. График водопотребления прудов:

1 — гидрограф реки; 2 — водопотребление прудов

Потери воды на испарение и фильтрацию составят: нерестовые— $1,1 \cdot 5 = 5,5$ л/с; выростные— $24 \cdot 1 = 24$ л/с; маточные— $2 \cdot 1 = 2$ л/с; нагульные— $177,5 \cdot 1 = 177,5$ л/с.

На основании полученных данных составляют совмещенный график водопотребления прудов и гидрограф реки (рис. 50). Сравнивая приходную и суммарную расходную часть водного баланса по месяцам, можно сделать вывод, что пруды будут полностью обеспечены водой.

Таблица 16. Характеристика испарения по почвенно-климатическим зонам

Район	Годовая сумма испарения, мм	Распределение годового испарения по месяцам (по удельному весу)					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Ленинград, Москва, Брянск	500—600	0,10	0,18	0,19	0,18	0,15	0,10
Таллин, Рига, Гомель	500—600	0,09	0,17	0,17	0,16	0,15	0,11
Вильнюс, Львов, Киев	600—700	0,09	0,17	0,17	0,16	0,15	0,11
Горький, Пермь	500—600	0,10	0,18	0,20	0,20	0,18	0,10
Рязань, Ульяновск	600—700	0,08	0,17	0,19	0,20	0,17	0,12
Воронеж, Куйбышев	700—800	0,07	0,15	0,18	0,20	0,18	0,12
Кишинев, Ворошиловград	800—900	0,09	0,15	0,15	0,18	0,17	0,12
Ростов, Волгоград	800—900	0,09	0,15	0,15	0,18	0,17	0,12
Одесса, Крым, Краснодар	800—900	0,09	0,13	0,14	0,17	0,16	0,12
Ставрополь, Гурьев	900—1000	0,09	0,13	0,14	0,17	0,16	0,12

Заключительным этапом водохозяйственных расчетов является составление календарного графика водопотребления, совмещаемого с гидрографом источника водоснабжения и сводного водохозяйственного баланса (табл. 17).

Таблица 17. Сводный водохозяйственный баланс

№ п/п	Наименование прудов хозяйства	Площадь прудов	Водопотребление										Расход, м³/с		
			Период наполнения					Период эксплуатации							
			сроки наполнения, сут	продолжительность, сут	наполнение геомет. объема, млн. м³	насыщенные ложа прудов, млн. м³	итого, млн. м³	расхода, м³/л	продолжительность, сут	фильтрация, млн. м³	испарение, млн. м³	итого потерь, млн. м³		Водообмен, млн. м³	

Таблица 18. Примерные сроки работы отдельных категорий прудов

Категории прудов	Дата наполнения	Время для наполнения, сут	Дата спуска пруда	Время для спуска, сут
Нерестовые	1—2-я декада мая	1—2	2—3-я декада мая	1—2
Выростные	2-я декада мая	5—15	3-я декада сентября	3—5
Летнематочные	Конец апреля	2	Начало октября	1—2
Зимовальные	2-я декада сентября	2—3	Середина апреля	2—3
Нагульные	Паводок	20 и более	Октябрь	10—20

Расчет. Требуется определить количество воды и составить график водообеспечения для прудового хозяйства, расположенного в Горьковской области. Хозяйство имеет следующие площади прудов; га: нагульных—177,5; выростных—24,0; нерестовых—1,1; зимовальных—2,2; летнематочных—2,0.

Среднегодовой расход воды водоисточника составляет 564 л/с. Зимний расход воды 84,6 л/с, летний—282 л/с и весенний—4512 л/с.

При расчетах необходимо знать время работы отдельных категорий прудов. Для рыбоводных хозяйств, расположенных в Горьковской области, примерные сроки наполнения и спуска прудов приводятся в табл. 18. Здесь также даны нормы по времени наполнения и опорожнения прудов.

Для летних прудов схема расчета будет следующей. Сначала определяется потребность в воде, необходимой для заполнения прудов. Затем вычисляется количество воды, необходимое для восполнения потерь на фильтрацию (см. табл. 15), испарение (см. табл. 16), проточность. При этом учитывается время работы каждой категории прудов.

Определение расхода воды на наполнение прудов производится по формуле $Q = W/t$, где Q — расход воды на наполнение прудов данной категории, л/с; W — объем воды, л; t — время наполнения прудов, сут.

Развернутый вид формулы таков:

$$Q = \frac{S \cdot h_{\text{ср}} \cdot 10\,000 \cdot 1000}{t \cdot 86\,400}$$

где S — площадь прудов; $h_{\text{ср}}$ — средняя глубина; 86 400 — количество секунд в сутках.

железобетоном. Иногда рыбоуловители располагают параллельно сбросному каналу (рис. 49).

По типовому проекту рыбоуловитель представляет собой канал с шириной по дну 7—14 м, глубиной 1 м, длиной 35—130 м. Отношение массы рыбы к объему воды принимают 1:4, при содержании рыбы в рыбоуловителе более одного месяца отношение массы рыбы к объему воды должно составлять 1:8. В рыбоуловителе

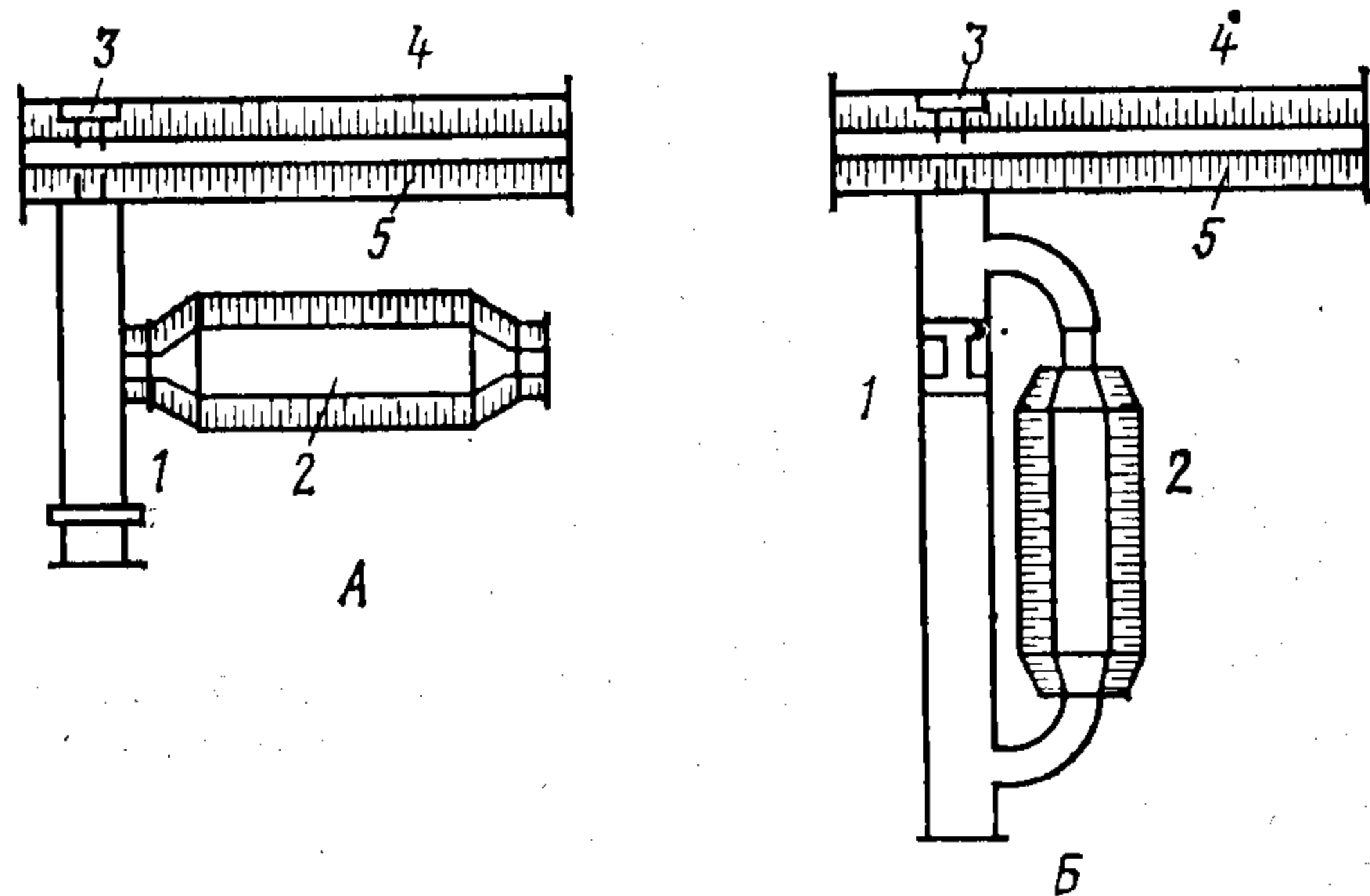


Рис. 49. Рыбоуловитель стационарный:

А — размещенный параллельно дамбе и Б — параллельно сборному каналу; 1 — перегородивающее сооружение; 2 — рыбоуловитель; 3 — донный водоспуск; 4 — пруд; 5 — дамба пруда

должна быть обеспечена постоянная проточность. Источниками водоснабжения рыбоуловителей служат река или пруд с самотечной или механической подачей воды.

Когда рыбоуловитель наполняется рыбой, в него устанавливают решетки с ячейей различного диаметра для ее сортировки.

Применение рыбоуловителей для вылова рыбы из прудов сокращает затраты труда и значительно ускоряет этот трудоемкий процесс.

РАСЧЕТ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В ПРУДОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Водохозяйственными расчетами устанавливают общую потребность рыбоводного хозяйства в воде и определяют возможность обеспечения этой потребности принятым источником водоснабжения.

Основой водохозяйственных расчетов служат данные инженерных изысканий, а также нормативные данные по срокам наполнения и сброса прудов, времени их эксплуатации.

Расчет потребности воды производят в следующем порядке. Определяют объемы воды, необходимые для наполнения прудов всех категорий; расходы воды, необходимые для водообмена в зимовальных прудах и живорыбных садках для длительного содержания товарной рыбы; потери воды на испарение с поверхности прудов и транспирацию, фильтрационные потери воды.

Объемы воды на заполнение прудов определяют расчетами и приводят в ведомости основных показателей проектируемых прудов:

№ п/п	Категория и номер пруда	Отметка НПУ, м	Площадь, га	Средняя глубина, м	Объем, тыс. м³

Если данные по объему воды в проектной документации отсутствуют, то его находят по формуле

$$W = \frac{F_1 + F_2}{2} h,$$

где W — объем, м³; F_1 — площадь ложа пруда, ограниченного дамбами, м²; F_2 — площадь водного зеркала при НПУ, м²; h — глубина пруда.

Расходы для водообмена в живорыбных садках определяют, исходя из нормы содержания кислорода (не менее 3 мл/л на вытоке), а в зимовальных прудах принимают из расчета полной смены воды в течение 12—20 сут.

Исходные данные для водохозяйственного расчета — определение потерь воды на фильтрацию и испарение — приводятся в табл. 15 и 16.

Таблица 15. Ориентировочные суммарные потери воды на фильтрацию в прудах (по М. В. Потапову)

Грунт	Фильтрационный расход, % от объема пруда		
	год	мес	сут
Водонепроницаемые	5—10	0,4—0,8	0,014—0,300
Маловодопроницаемые	10—20	0,8—1,7	0,03—0,055
Водопроницаемые	20—40	1,7—3,3	0,055—0,110

теле дамбы и плотины или в берегах русловых прудов в наиболее глубокой части водоема.

Донные водоспуски работают под значительным напряжением, поэтому при эксплуатации им следует уделять большое внимание. Чаще всего наблюдается фильтрация вдоль трубы лежачка. Поэтому участок переднего оголовка стояка и трубы засыпают глинистым грунтом и тщательно трамбуют. Откосы дамб или плотин за выходной частью донного водоспуска, чтобы не допустить размыва, необходимо укрепить.

Особый контроль устанавливают за водоспусками зимовальных прудов. Постоянно складывают лед у стояков с шандор и решеток, обнаруженные в насыпи трещины от мороза немедленно заделывают талым грунтом.

Устройство ложа пруда. Одно из основных требований, предъявляемых к рыбоводным прудам при их эксплуатации, — полная их осушаемость. Это достигается устройством по ложу прудов системы осушительных каналов, предназначенных для отвода воды с ложа пруда, сброса грунтовых вод,

осушения поверхностного слоя грунта, а также для направления рыбы в рыбоуловители при осеннем ее облове. Осушительная сеть состоит обычно из центрального канала и входящих в него боковых каналов (рис. 47). Каналы прокладывают так, чтобы все пониженные участки ложа пруда полностью осушались. Осушительную сеть каналов ежегодно очищают от ила и наносов до полного восстановления проектного профиля. Характеристика осушительных каналов приводится в табл. 14.

Рыбоуловители. Для вылова рыбы из пруда и кратковременного ее хранения используют рыбоуловители. Конструкции рыбоуловителей бывают различными в за-

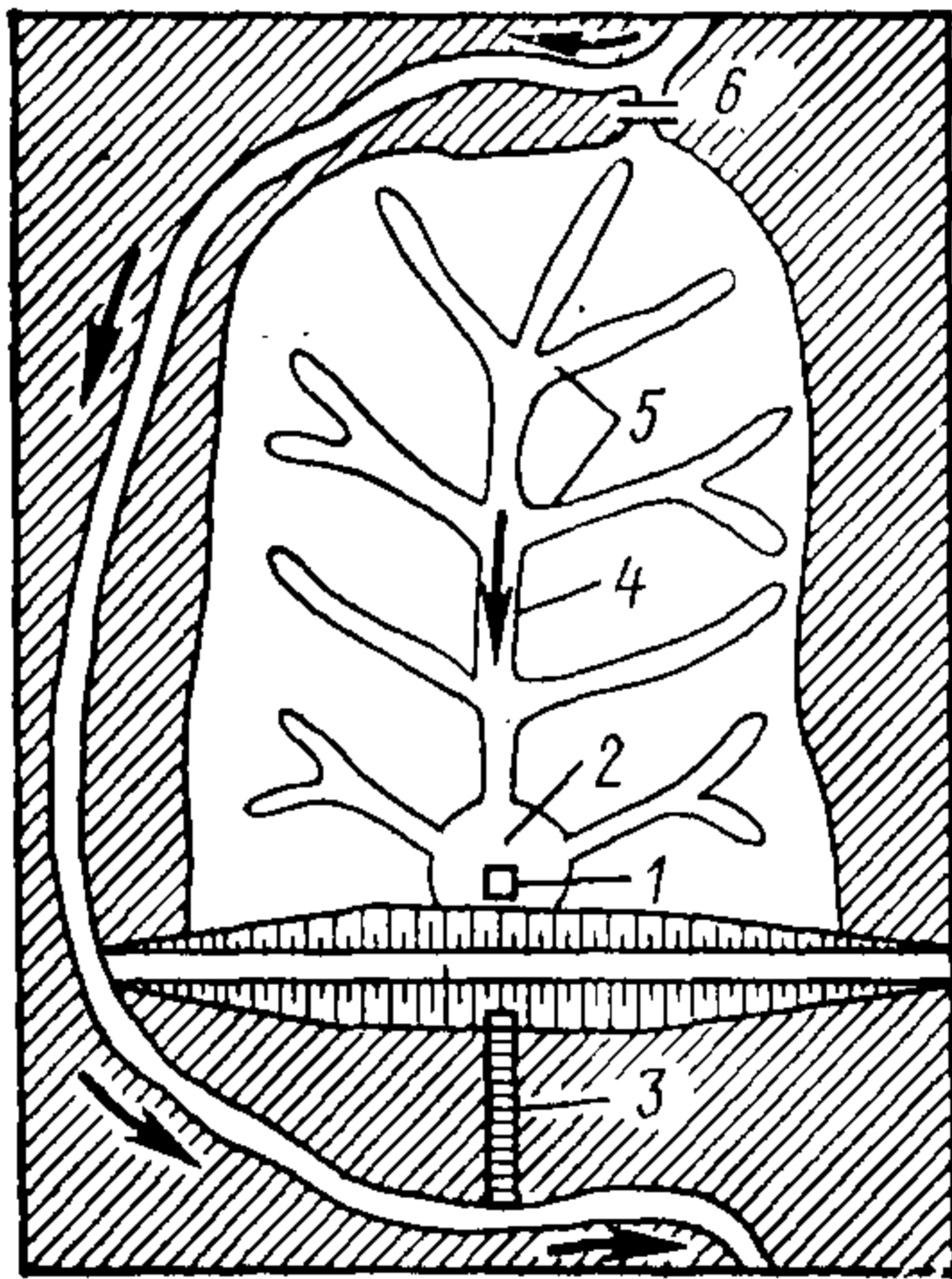


Рис. 47. Осушительная сеть:

1 — донный водоспуск; 2 — яма для сбора рыбы; 3 — лежак; 4 — центральный водосборный канал; 5 — боковые каналы; 6 — шлюз

Таблица 14. Характеристика осушительных каналов

Категория пруда	Глубина канала, м	Ширина канала, м	Коэффициент заложения откосов	
			для песков	для суглинков и торфа
Нерестовые и мальковые	0,4	0,4	1,5	1,0
Выростные	0,5	0,5	2,5	2,0
Маточные	0,4	0,4	2,5	2,0
Зимовальные	0,4	0,4	2,0	1,5
Нагульные	0,5—1,0	1,0	2,5	2,0

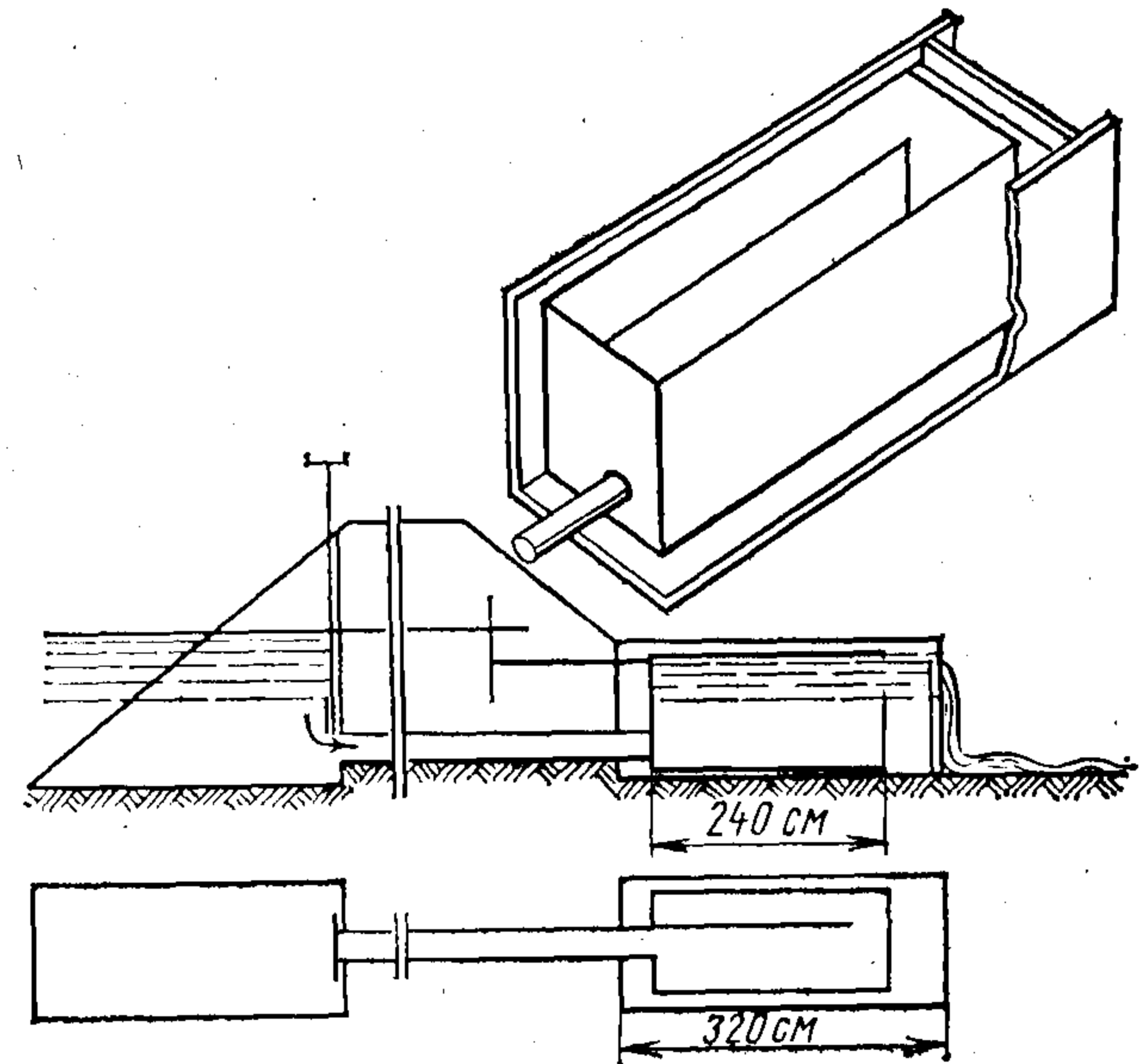


Рис. 48. Мальковый уловитель

висимости от величины пруда и количества находящейся в ней рыбы.

Простейший рыбоуловитель представляет собой удлиненный ящик с отверстиями или щелями в боковых стенках для стока воды, устанавливаемый лежаком водоспуска (рис. 48). Такие рыбоуловители применяют для облова нерестовых и мальковых прудов.

Рыбоуловители для вылова рыбы из выростных и нагульных прудов делают обычно стационарными, используя участок земляного канала, укрепляя его бетоном или

массу снова тщательно растирают в ступке. После этого добавляют необходимое количество физиологического раствора и все содержимое тщательно перемешивают. Объем жидкости, вводимой рыбе, зависит от ее размера и не должен превышать 1,0—2,0 мл.

Для проведения инъекций применяют шприцы типа «Рекорд» емкостью 10—20 мл. Иголки лучше применять тонкие и длинные. Такая игла меньше травмирует кожу, позволяет глубже в мышцы вводить суспензию гипофиза и уменьшает потери вводимого препарата. Инъекция рыб проводится на узком рабочем столе, имеющем мягкое покрытие. Для переноски рыбы используют полотнища из мешковины, концы которого закрывают одновременно голову и хвостовой плавник рыбы.

При инъекции игла вводится в спинную мышцу, в первую треть тела, несколько выше боковой линии и ниже основания спинного плавника, под углом примерно 45°. Шприц необходимо вводить медленно, без толчков. Место прокола после извлечения иглы нужно закрыть пальцем. Одновременно рыбу следует слегка промассажировать для лучшего распределения введенного раствора. Для проведения инъекций рекомендуется обрабатывать производителей анестезирующими препаратами.

После инъекции самок и самцов помещают раздельно в садки для созревания. Время инъекции рассчитывают так, чтобы получение, осеменение икры и загрузка в аппараты происходили в светлое время суток. Продолжительность созревания самок после инъекции зависит от температуры воды.

У созревшей самки икра выделяется при легком нажатии на брюшко. Отцеженная икра способна к осеменению в течение 30—45 мин, сперматозоиды — в течение 1,5 ч. Осеменение проводят из расчета 3—5 мл молока на 1 л икры.

В дальнейшем процесс может идти в двух направлениях. В первом случае, схема которого приводится в табл. 20, икра обесклеивается и затем инкубируется во взвешенном состоянии, во втором — осемененная икра помещается на лотки и инкубируется в приклеенном состоянии, в специальном инкубационном аппарате, предложенном А. С. Садовым и С. К. Коханской.

Для обесклеивания икры применяют ряд препаратов. В последние годы успешно используют для обесклеива-

ния икры тальк, а также молоко. Тальк смешивается с поваренной солью из расчета 10 г талька и 2—3 г соли на 1 л воды. Образовавшаяся суспензия талька переливается в эмалированный таз емкостью 8—10 л. В таз помещают 1—1,5 кг икры. Икру тщательно перемешивают в течение 30—35 мин. Затем промывают ее 2—3 раза и помещают в инкубационные аппараты. Как показывает опыт работы ряда хозяйств, обесклеивание икры можно проводить и обычной прудовой водой.

Для инкубации используют аппараты Вейса емкостью 6—8 л или аппараты большей емкости (150—200 л) системы ВНИИПРХа, предназначенные для инкубации икры растительноядных рыб (рис. 51).

После выклева личинок выдерживают в садках из мельничного газа № 17. Пересадку личинок на подращивание производят при переходе их на смешанное питание.

Г. И. Савиным и Н. Е. Архиповым предложен аппарат для инкубации икры растительноядных рыб и выдерживания личинок растительноядных, карпа, буффало и других карповых.

Аппарат представляет собой цилиндрическую емкость с водоподающим и водосливным патрубками, в нижней части которой крепится рассекаТЕЛЬ воды, в верхней — устанавливается ограничительная сетка (рис. 52). Вода, поступающая в аппарат, проходя через щели, образует спиралеобразный восходящий поток, имитирующий течение реки. В этих условиях инкубация икры и выдерживание личинок проходят практически без отходов.

Техническая характеристика аппарата: рабочий объем—200 л; количество инкубируемой икры при максимальной загрузке—1,5 млн. шт. количество выдерживаемых эмбрионов (максимальное)—3 млн. шт.; расход воды—до 14 л/мин. Сходные характеристики имеет и аппарат Днепр-1 (рис. 53).

В лоточном инкубаторе икра, полученная от самки, не подвергаясь обесклеиванию, осеменяется спермой и

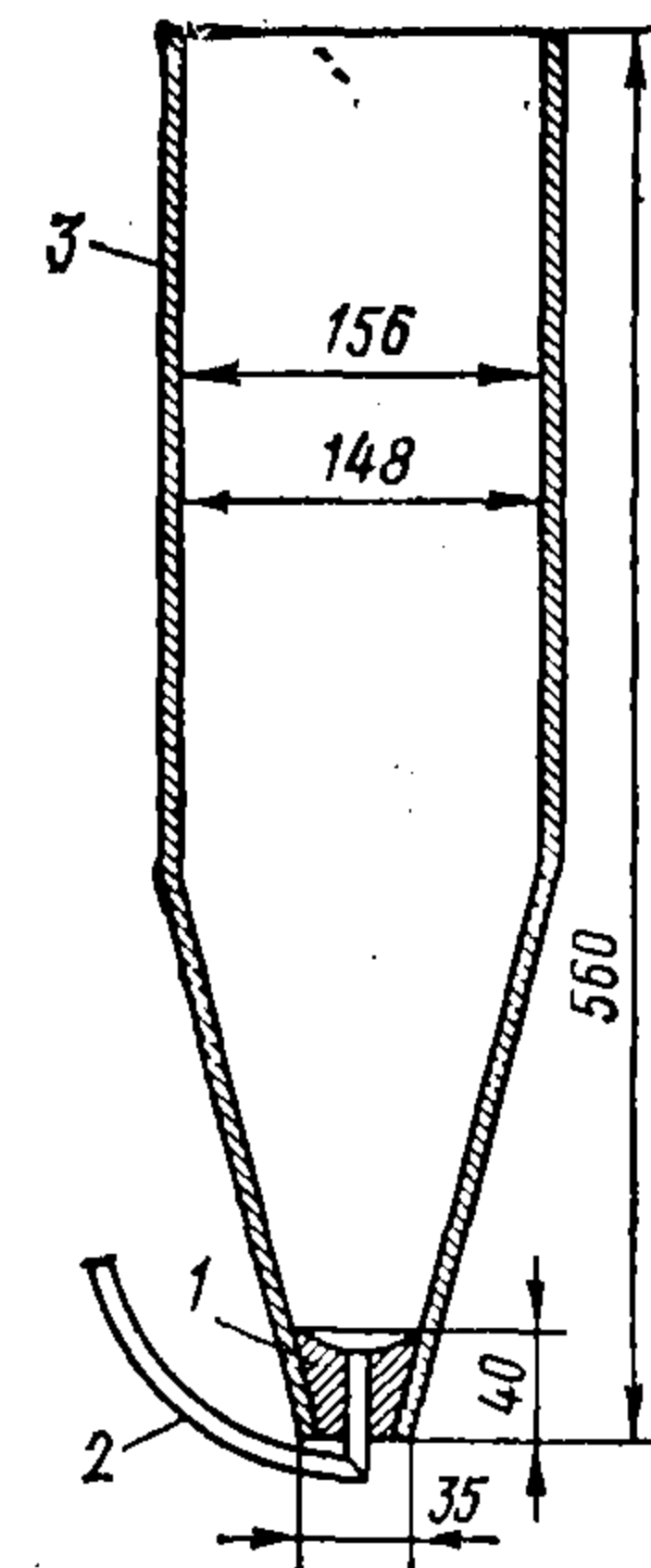


Рис. 51. Аппарат Вейса:

- 1 — корковая пробка;
- 2 — медная трубка;
- 3 — стеклянный сосуд

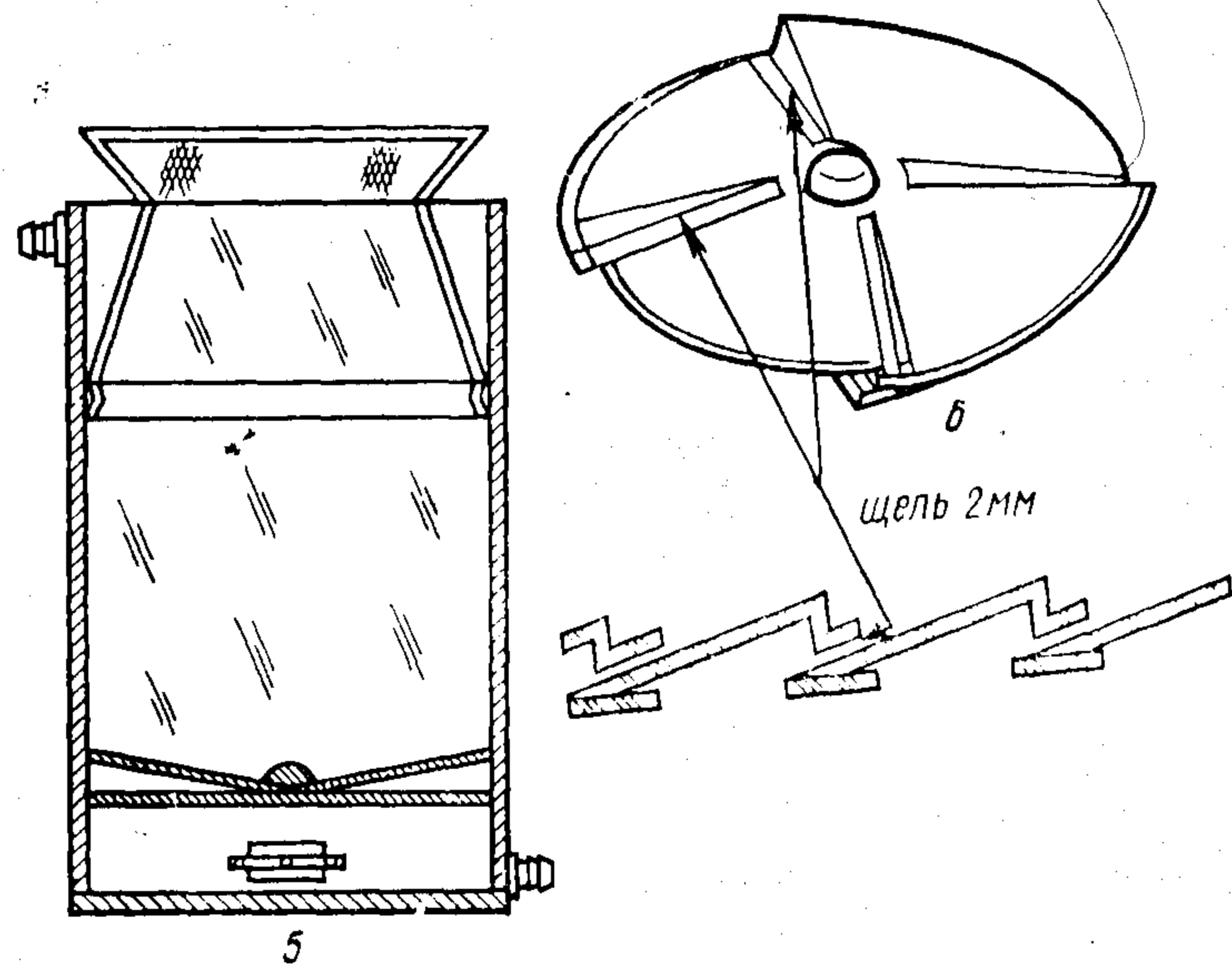
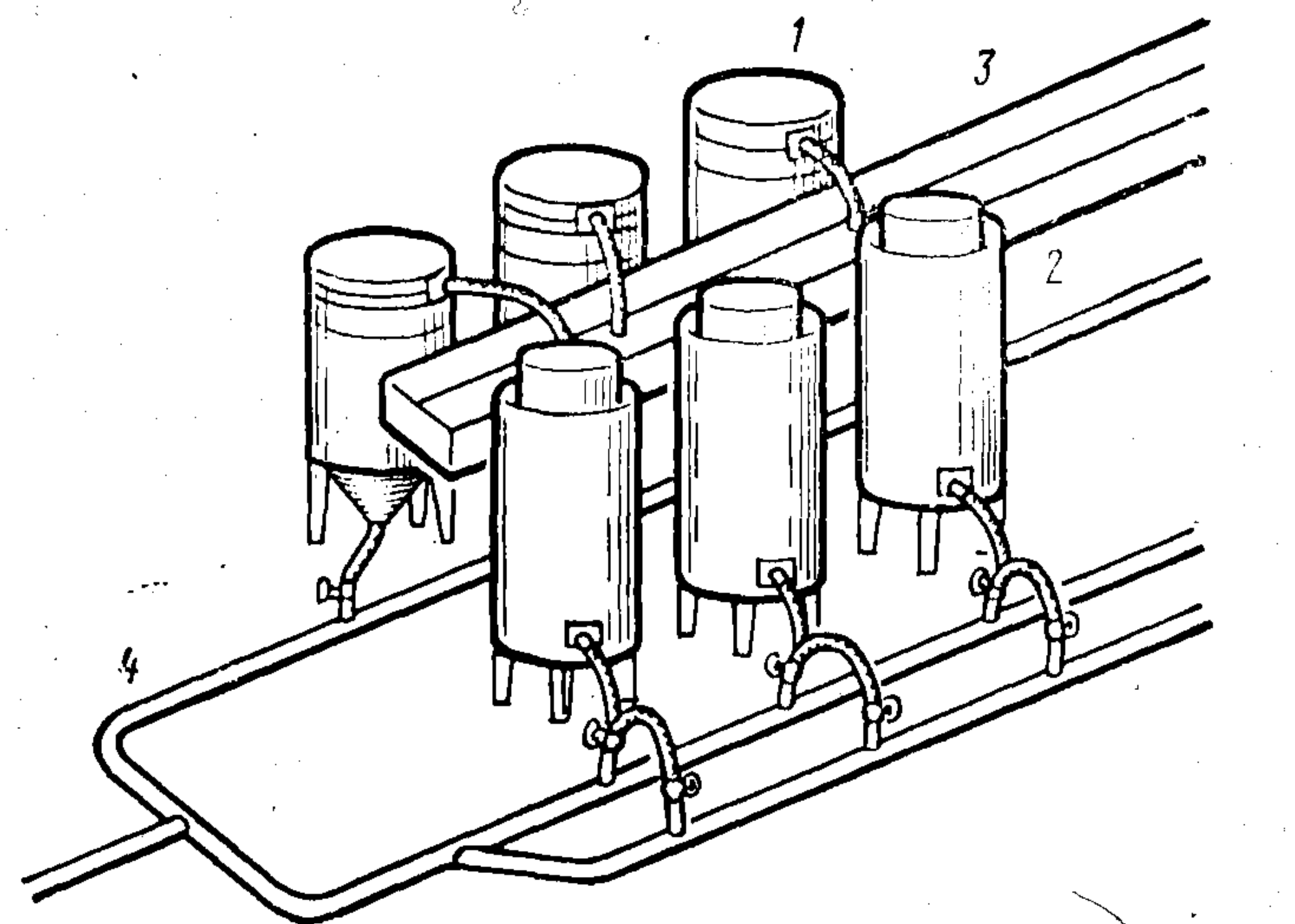


Рис. 52. Аппарат для инкубации икры и содержания личинок рыб:

1 — инкубационный аппарат; 2 — аппарат для выдерживания личинок; 3 — лоток для слива воды; 4 — водоподающая труба; 5 — схема аппарата; 6 — рассекаТЕЛЬ

распределяется в лотки, залитые водой. Икра в воде приобретает клейкость и прочно прикрепляется к поверхности лотка. Затем лотки с икрой переносятся в раму лоточного инкубатора, где икра в течение всего развития омывается тонким слоем воды. Благоприятные условия газообмена и развития в лоточном инкубаторе обеспечены непрерывным омытием проточной водой. Вода предварительно пропускается через бактерицидную установку МБУ-3 (рис. 54). Это позволяет получать стерильную воду, свободную от различных эктопаразитов. Опыт инкубации икры в приклеенном состоянии указывает на высокую эффективность этого метода.

Всю работу по заводскому методу получения личинок карпа проводят в специальном инкубационном цехе, где устанавливаются аппараты, бассейны и другое оборудование, необходимое для проведения работ. Успех в работе по заводскому методу осеменения икры карпа зависит от квалификации рыбоводов, состояния маточного стада, степени надежности всех систем инкубационного цеха.

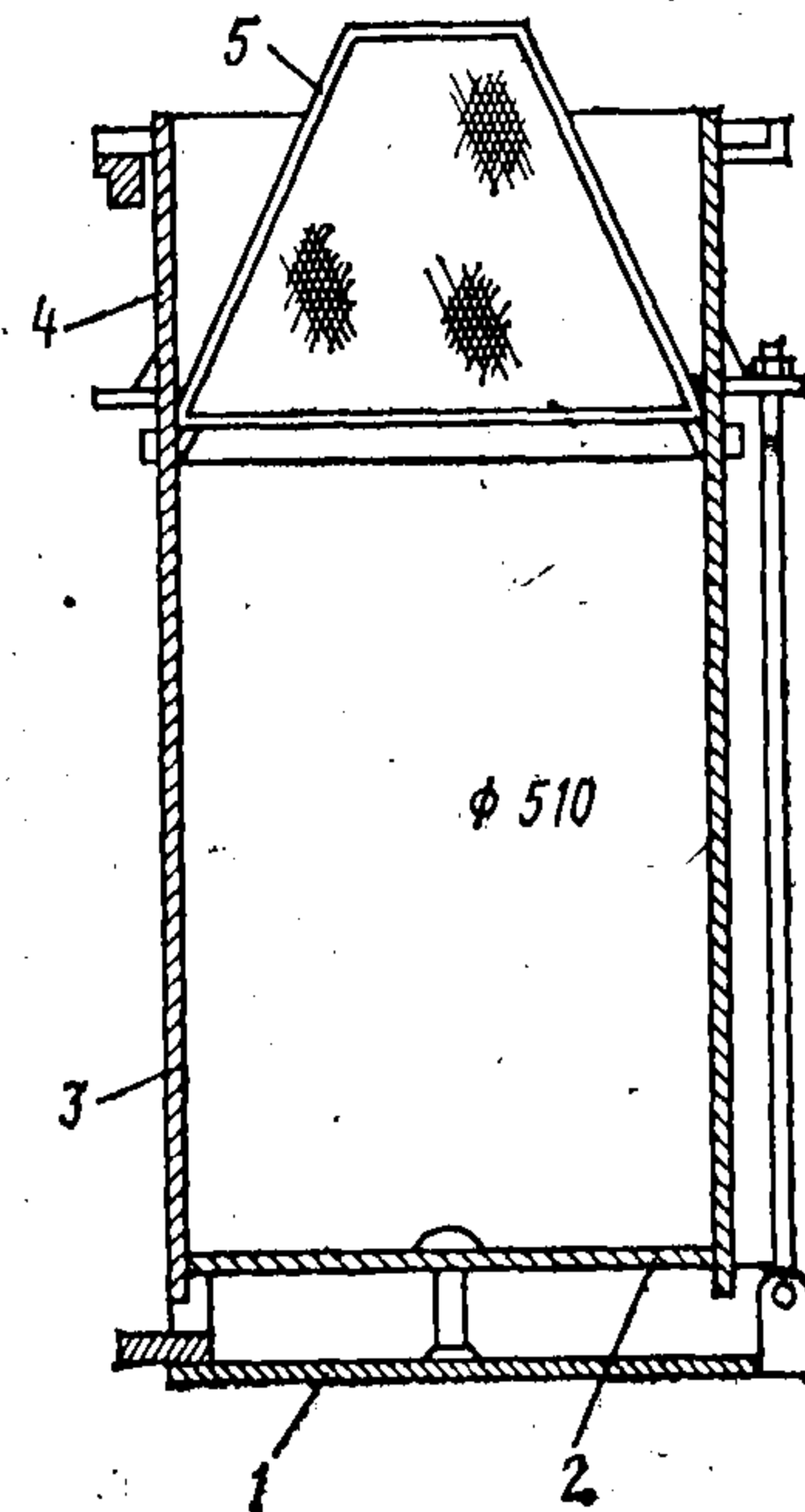


Рис. 53. Аппарат Днепр-1: 1 — донная часть; 2 — диск; 3 — корпус; 4 — надстройка; 5 — фильтр на каркасе

Бионормативы воспроизводства карпа заводским методом

	Показатели
Соотношение самок и самцов	5 : 3
Запас производителей, %	100
Рабочая плодовитость, тыс. шт. икринок	300—350
Загрузка икры в аппарат Вейса емкостью 8 л, тыс. шт.	500
Выход личинок, %	50
Выход сеголетков, %:	
от неподрощенных личинок	40
от подрощенных личинок	80

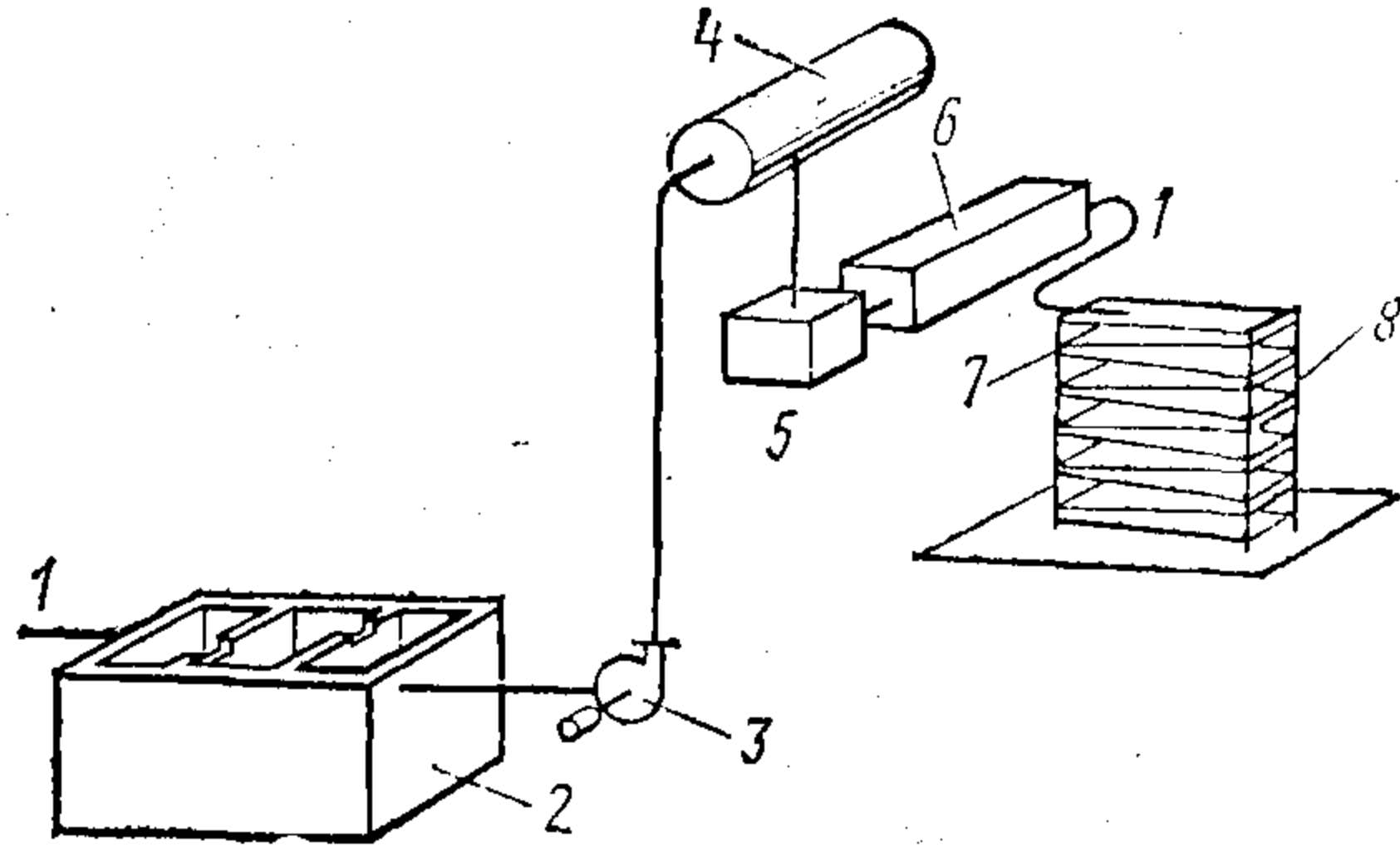


Рис. 54. Лотковый инкубатор:

1 — водоподающая труба; 2 — отстойник; 3 — насос;
4 — напорная цистерна; 5 — расходный бачок; 6 —
бактерицидная установка; 7 — лотки; 8 — рама (каркас)

МЕТОДЫ ПОДРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК

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.

Применяются два основных метода подращивания молоди: лотковый, или бассейновый, и прудовой.

Лотковый (бассейновый, или индустриальный) метод подращивания весьма перспективен. Он позволяет на небольших площадях, применяя высокие плотности посадки, вести массовое подращивание личинок. Это создает условия для регулирования температурного и гидрхимического режима в выростных емкостях. Широкое внедрение в практику лоткового метода подращивания связано с решением вопросов обеспечения молоди полноценным кормом. Для ранних этапов развития карпа наилучшим кормом является зоопланктон. Обеспечение зоопланктоном возможно путем отлова его в прудах или естественных водоемах либо специальным выращиванием. Ранней весной, в период подращивания личинок, не

всегда возможен отлов организмов зоопланктона в необходимом количестве ввиду слабого их развития. Выращивание же зоопланктона в искусственных условиях весьма дорого. При подращивании личинок карпа используются и другие живые корма, в частности артемия салина.

Искусственные кормовые смеси значительно дешевле живых кормов, но в настоящее время нет рецептов кормовых смесей, которые смогли бы полностью заменить живые корма. В связи с этим оптимальным вариантом является сочетание живых кормов и искусственных кормосмесей. В первые дни подращивания личинки получают живые корма, которые постепенно замещаются искусственными кормосмесями. Хорошие результаты при таком способе кормления получены при использовании форелевых стартовых кормов.

Биотехника прудового подращивания личинок разработана более полно и включает следующие основные моменты: подготовку прудов, выпуск рыбы, проведение интенсификационных мероприятий, контроль за молодой и условиями выращивания и облов прудов.

Для подращивания наиболее пригодны небольшие по площади пруды — не более 1 га. Пруды при необходимости должны быть проточными, а также легко и быстро облавливаться. Перед выпуском рыбы на прудах проводятся мелiorативные работы, которые включают: очистку и углубление осушительной сети, обработку ложа дисковой бороной, известкование, в ряде случаев посев викоовсяной смеси. В пруды вносят органические удобрения из расчета 1—2 т/га. Заливают пруды за 1—3 дн до выпуска в них рыбы.

Плотность посадки личинок зависит от естественной кормовой базы, интенсификации, запланированной штучной массы и колеблется от 2 до 8 млн/га. В период подращивания личинок с целью поддержания на высоком уровне естественной кормовой базы вносят минеральные или органические удобрения. Дозы внесения и периодичность определяют в соответствии с развитием фитопланктона и содержанием биогенных элементов в воде. Продолжительность подращивания личинок колеблется от 10—15 до 30 дн. В течение всего периода подращивания ведется контроль за рыбой и условиями выращивания. Облов мальков ведется с помощью мальковых уловителей. Из уловителя личинки отлавливаются сачком и пе-

решаются в емкости с водой (ведра, тазы), подсчитываются и перевозятся в пруды.

Рыбоводные нормативы при подращивании личинок растительноядных рыб приводятся в табл. 20. Они могут быть приняты и при подращивании карпа.

Для подращивания личинок карпа применяются также пруды с пленочными теплицами (метод разработан

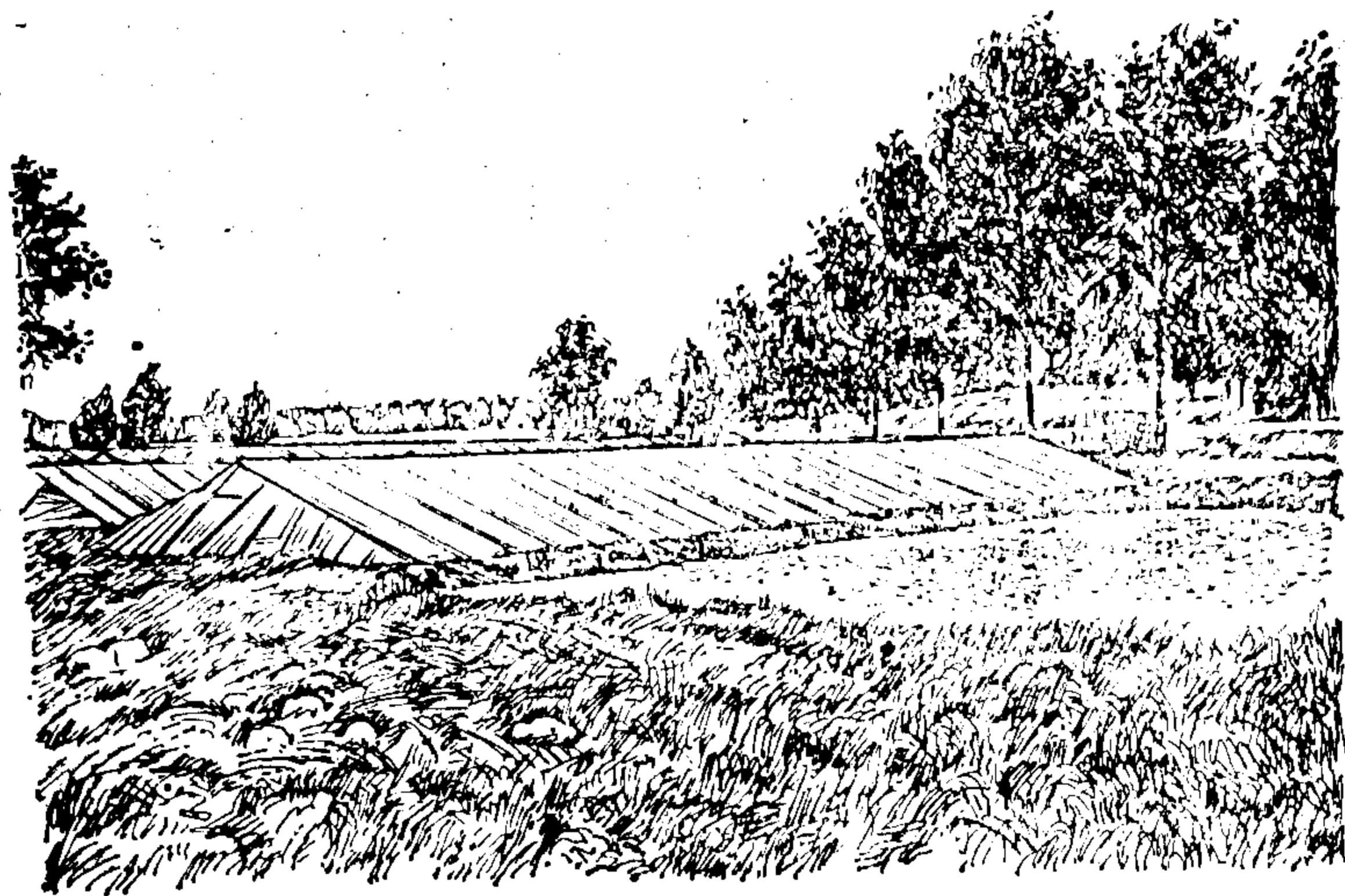


Рис. 55. Пленочная теплица на прудах

кафедрой прудового рыбоводства ТСХА) (рис. 55). Известно, что одним из важнейших экологических факторов, влияющих на рост и жизнестойкость рыбы на ранних стадиях ее развития, является температура воды. Устройство пленочных теплиц на рыбоводных прудах позволяет повысить температуру воды, снизить суточные ее колебания, что благотворно сказывается на развитии кормовой базы и росте рыбы. Опыт эксплуатации прудов под пленочными теплицами показывает, что примерно в два раза повышается средняя штучная масса подращиваемой молодежи и на 6,1—12,3 % — ее выживаемость. Использование этого метода целесообразно в районах с неустойчивыми погодными условиями (центральные и северо-западные районы страны).

Таблица 20. Рыбоводные нормативы при подращивании личинок растительноядных рыб

Виды рыб	Средн. масса при посадке, мг	Нормы посадки, млн. шт/га	Сроки подращивания, сут.	Средн. масса при облове, мг	Выход, %
Для специализированных хозяйств					
Белый амур	2	6—7	10	25—30	50
Белый толстолобик	2	7—8	10	25—30	70
Пестрый толстолобик	2	8—10	10	25—30	70
Для неспециализированных хозяйств					
Белый амур	2	2—3	15	100	40
Белый толстолобик	2	3—4	15	100	60
Пестрый толстолобик	2	3—4	15	100	60

ВЫРАЩИВАНИЕ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Пересадку личинок из нерестовых прудов в выростные пруды проводят на 3—7-й день после их выклева. Личинок, полученных заводским методом, предварительно подращивают в мальковых прудах.

Выростные пруды готовят задолго до посадки в них рыбы. Осенью пруды известкуют. Весной проводят расчистку водосборных канав и известкование закисших заболоченных участков, если это не проводилось осенью. Ложе прудов обрабатывают культиватором с рыхлением поверхностного слоя почвы. Глубоководную часть пруда заливают за 8—10 дн до посадки личинок и удобряют азотными и фосфорными удобрениями.

При выращивании молодежи в выростных прудах ставится задача получения сеголетков определенной массы и надлежащей упитанности, что обеспечивает хорошую зимовку, интенсивный рост на второе лето выращивания и получения товарной рыбы стандартной массы.

Выращивание высококачественных сеголетков достигается во многом правильным расчетом посадки. Количество мальков в выростных прудах определяется площадью пруда и его планируемой рыбопродуктивностью, конечной массой сеголетков и отходом за период выра-

Таблица 22. Примерные плотности посадки сеголетков карпа в зимовальные пруды, тыс. шт/га

Вид и возраст рыб	Юг РСФСР, Средняя Азия, Украинская и Молдавская ССР	Центральное Черноземье	Нечерноземье (Рязанская, Тульская, Московская обл.)	Урал, Сибирь, северо-западные области РСФСР
Сеголетки, карпа	700—800	500—600	400—500	250—300

Зимовка рыбопосадочного материала в зимовальных прудах основной и хорошо апробированный метод сохранения рыбы в зимний период.

Результаты зимовки молоди зависят от ряда факторов, среди которых важное значение имеют качество выращенной рыбы, ее масса и упитанность, общее состояние. Большую роль играют условия, сложившиеся в пруду: температурный и газовый режим, солевой состав воды.

Подготовку зимовальных прудов проводят задолго до посадки в них рыбы. Весной пруды дезинфицируют негашеной известью из расчета 25—30 ц/га. Летом проводят работы по ремонту и расчистке водоподающих каналов, выкашивают растительность. Загрузка зимовалов проводится обычно за месяц до ледостава.

Плотность посадки молоди в зимовальные пруды зависит от климатических условий (табл. 22).

Контроль за состоянием рыбы осуществляется ежедневным наблюдением на притоке и в контрольных прорубях. Проводится также систематическое наблюдение за газовым режимом прудов. Пробы берутся раз в декаду. В случае ухудшения газового режима принимают меры по повышению содержания кислорода в воде, применяя различные способы аэрации воды. Существующие механические способы аэрации основаны на перемешивании воды с воздухом. Хорошая аэрация может быть достигнута с помощью компрессоров. Весной после таяния льда пруды облавливают и годовики пересаживаются в нагульные пруды.

Зимовка в бассейнах, разработанная А. И. Канаевым, является новым методом зимнего содержания рыбопосадочного материала.

Зимовальные комплексы несложны по конструкции и могут быть построены в любом хозяйстве. Состоит зимо-

вальный комплекс из бассейнов, устанавливаемых в закрытых помещениях.

Бассейны имеют следующую характеристику: длина — 5,0 м; ширина — 1,5; высота — 1,8—2,0; глубина воды — 1,5—1,8 м; рабочая площадь — 7,5 м².

Рекомендуемая плотность посадки: при 7 °С — 4,0—4,8 тыс. шт/м³; при 1—3 °С — 6,0—6,5 тыс. шт/м³.

Для водоснабжения бассейнов используется вода из артезианских скважин или из другого водоисточника (реки, озера, пруды). Аэрация воды в бассейнах осуществляется за счет подачи воздуха компрессором. Воздух распыляется через воздухораспылители, устроенные из пористых пластин или труб.

Использование зимовальных комплексов позволяет контролировать условия зимовки и проводить эффективные мероприятия по улучшению газового и температурного режима в бассейнах, профилактике и лечению болезней рыб. Все это обеспечивает более высокий, чем в прудах, выход рыбопосадочного материала.

ВЫРАЩИВАНИЕ ТОВАРНОЙ (СТОЛОВОЙ) РЫБЫ

Выпуск рыбы на нагул проводится обычно весной в возможно ранние сроки. Длительное содержание молоди в зимовальных прудах при повышенной температуре может привести к ее исхуданию и большим потерям. К тому же сокращаются и сроки нагула рыбы. В южных районах рыбу иногда выпускают осенью в нагульные пруды. У данного метода свои преимущества, так как сокращается до минимума период зимнего голодания. Рыба в нагульных прудах может питаться до поздней осени и начинает быстро расти с ранней весны.

При заполнении нагульных прудов водой необходимо следить за тем, чтобы в пруды не попала сорная и особенно хищная рыба. Для этого на водоподающих каналах и входных водозаборных сооружениях устанавливают фильтры (гравийно-щебеночные, из мелкой металлической или латунной сетки и др.).

Посадка годовиков или сеголетков в нагульные пруды рассчитывается исходя из заданной рыбопродуктивности, а также нормативных требований к товарной рыбе — средней штучной массе и проценту выхода двухлетков. Нормативная средняя масса двухлетков для разных зон колеблется от 350 до 500 г. Плотности посадки

рыбы меняются в зональном разрезе. Так, для условий Украины рекомендуются следующие ориентировочные оптимальные плотности посадки рыбы: для южных районов — 7 тыс. шт/га; лесостепных — 4—6 тыс. шт/га; районов полесья — 4—4,5 тыс. шт/га.

Между плотностью посадки годовиков на нагул и рыбопродуктивностью нет прямой зависимости, поэтому не всегда увеличение плотности посадки рыбы пропорционально увеличению рыбопродуктивности. Максимальная продуктивность обуславливается оптимальными посадками рыбы на выращивание, которые определяются зональными особенностями, уровнем культуры рыбоводства, качеством посадочного материала, наличием кормов и их качеством и др. Без учета этих правил повышение плотности посадки рыбы в пруды может привести к снижению индивидуальной массы рыбы и повышенному расходу годовиков на центнер продукции.

Рост рыбы в нагульных прудах контролируется систематическим (2—3 раза в месяц) проведением ловов. Во время контрольного лова рыба осматривается, определяются ее масса и размеры, исследуется характер питания. Если рост рыбы отстает от планового, то выясняют причины и принимают соответствующие меры. При контроле за ростом рыбы можно пользоваться данными, приведенными в табл. 23.

Облов нагульных прудов проводят обычно в сентябре — октябре, когда температура воды падает и прирост рыбы резко снижается. Для облова нагульных прудов применяют рыбоуловители.

В отдельных хозяйствах, особенно на юге страны, практикуется отдельный вылов рыбы. В основе этого приема лежит посадка в нагульные пруды годовиков разной массы — от 25 до 100 г и более. В результате крупные годовики достигают товарной массы значительно раньше остальных. Их можно отлавливать уже в начале августа. Оставшаяся рыба выращивается при разреженной посадке, благодаря чему растет лучше и достигает к осени нормативных показателей. Такой отдельный отлов позволяет расширить сроки реализации товарной рыбы.

Выловом и реализацией товарной рыбы из нагульных прудов заканчивается производственный процесс в полносистемном хозяйстве с двухлетним оборотом.

В ряде районов страны, где вегетационный период

Таблица 23. Суточный прирост двухлетков карпа в нагульных прудах разных зон, г

Месяцы	Декады	Северная, Сибирская и Северо-Западная зоны	Центральная, Центрально-Черноземная зоны	Южные районы
Май	1	—	—	—
	2	—	—	1
	3	1	2	2
Июнь	1	3	3	4
	2	3	4	5
	3	4	5	6
Июль	1	5	5	6
	2	5	5	6
	3	6	6	6
Август	1	6	6	6
	2	6	6	6
	3	4	5	6
Сентябрь	1	2	2	3
	2	—	1	2
	3	—	—	1
Прирост за сезон, г		450	500	600

короткий и недостаточен для выращивания двухлетков до стандартной массы, применяется трехлетний оборот. Конечная цель трехлетнего оборота — выращивание более крупной рыбы — не менее 1 кг. При трехлетнем обороте появляется возможность значительно удлинить сроки реализации живой и свежей рыбы. Снижается также расход посадочного материала на центнер продукции. Так, если при нормативном выходе рыбы 90 % и массе товарной рыбы 350 г потребуется 317 годовиков, то при 500 г — 222 шт. и при 1000 г — 111 шт.

РАСЧЕТ ПОСАДКИ РЫБЫ В ВЫРОСТНЫЕ И НАГУЛЬНЫЕ ПРУДЫ

Плотность посадки рыбы в водоем во многом определяет выход рыбной продукции с единицы прудовой площади.

Количество рыбы, сажаемой в пруды летних категорий, определяется двумя показателями: достижением к определенному сроку желаемого штучного привеса и наиболее полным использованием естественных кормо-

ственные кормовые ресурсы водоемов. Главную роль в его питании играют организмы зоопланктона и зообентоса. Однако частично он потребляет и фитопланктон, детрит, мягкую водную растительность.

Для кормления карпа используют различные корма, как растительные, так и животного происхождения, комбикорма, отходы сельскохозяйственного производства, пищевой, рыбной, текстильной, микробиологической промышленности.

Следует отметить, что карп поедает и многие не пригодные для теплокровных животных корма: горький люпин, кориандровый шрот, клещевинный жмых, а также отходы зерноочистки с содержанием семян сорных растений (табл. 26).

При большой плотности посадки применение полноценного кормления — важнейшее условие успешного выращивания рыбы. Поэтому кормят рыб не одним каким-нибудь кормом, а кормовыми смесями. В них легче добиться сбалансированности по аминокислотному составу, микроэлементам и витаминам.

В настоящее время разработаны кормовые смеси для рыбы различных возрастов, выращиваемой в прудах, бассейнах. Рецепты ряда комбикормов приводятся в табл. 27.

При выращивании карпа в прудах при плотности посадки сеголетков 60—80 тыс. шт/га, а двухлетков — 4—5 тыс. шт/га комбикорм должен содержать (в %): сырого протеина — не менее 26—30, жира — 3—4, безазотистых экстрактивных веществ — 40, клетчатки — не более 10.

К кормовым смесям для карпа, выращиваемого в садках и бассейнах, предъявляются особенно высокие требования, так как рыба практически лишена естественной пищи. Кормовые смеси в этом случае должны содержать большой процент сырого протеина, в том числе животного происхождения, а также различных биостимуляторов роста. Кормовая смесь для карпа, выращиваемого в садках, представлена в табл. 29.

Существует несколько способов приготовления кормовых смесей. Корм дают в виде тестообразной массы, гранул и брикетов сразу в пруд или с помощью различных автокормушек.

Тестообразная масса, полученная замешиванием рассыпного комбикорма на воде, отличается низкой водо-

Таблица 26. Корма, используемые для кормления карпа

Корма	Химический состав, % на сухое вещество				Валовая энергия, ккал	В % к протеину				Кормовой коэффи- циент
	сырой про- теин	жир	сырая клет- чатка	БЭВ*		зола	лизин	метионин	триптофан	
Жмых:										
арахисовый	27,7	10,0	22,4	25,5	4661	4,4	4,2	1,0	1,3	—
конопля- ный	30,4	10,2	22,6	17,9	4341	7,7	3,3	2,2	1,3	—
льняной	29,2	9,6	10,5	32,9	4424	6,9	3,4	1,5	1,8	4
подсолнеч- никовый	39,2	10,2	13,0	22,5	4398	6,3	4,1	2,0	1,3	3—5
хлопчатни- ковый	37,0	8,2	11,0	28,4	4280	6,4	5,0	1,1	1,2	6
соевый	38,7	9,8	2,7	27,9	4300	6,0	5,9	1,2	1,4	5
клещевин- ный	38,9	6,9	25,2	11,4	4157	7,5	4,5	2,2	1,3	8
горчичный	32,8	8,0	11,0	29,4	4175	8,5	5,5	2,2	0,7	—
Шрот:										
конопля- ный	33,1	1,1	29,7	15,5	3764	8,6	2,7	2,2	1,5	—
клещевин- ный	39,0	1,9	28,6	10,9	3827	8,3	3,2	1,3	2,3	8
кориандро- вый	19,2	2,4	25,7	33,4	3870	8,0	3,8	0,6	0,9	—
льняной	33,3	1,9	9,7	36,9	3879	7,2	3,6	1,5	1,6	—
подсолнеч- никовый	40,4	3,1	13,7	25,5	3986	6,4	3,6	2,2	1,0	3—5
соевый	40,0	2,0	6,4	31,9	3976	5,1	6,7	1,1	1,0	5
хлопчатни- ковый	38,3	2,9	15,8	27,9	4004	5,8	3,9	3,2	0,9	6
Вика	25,6	1,6	5,6	51,1	4054	3,0	5,9	1,1	0,5	3—5
Горох	22,2	1,9	5,4	54,1	4081	2,8	6,1	1,1	0,7	4—5
Чечевица	24,6	1,3	4,3	53,6	4031	3,1	6,6	1,1	0,9	3—5
Чина	26,9	1,2	5,3	50,8	4030	3,0	6,6	1,1	0,9	—
Люпин	31,5	5,2	13,2	32,5	4267	3,1	4,5	1,3	0,6	3—4
Кукуруза	10,2	4,7	2,7	66,1	4114	1,5	3,2	2,5	0,9	4—6
Овес	10,7	4,1	9,9	58,7	4189	3,3	3,7	1,7	1,8	4—5
Просо	12,3	3,3	8,3	60,8	4141	3,3	2,5	1,5	1,0	—
Пшеница	14,7	2,1	2,6	66,8	4140	1,8	3,5	1,9	2,0	4—5
Рожь	12,7	1,9	2,2	68,4	4128	1,8	4,3	1,3	0,9	4—5
Ячмень	10,5	2,3	5,5	65,7	4097	3,0	4,3	1,3	0,9	4—5
Мука ячмен- ная	13,2	2,5	4,1	63,9	4141	2,3	3,1	2,4	1,6	—
Отходы яч- меня	12,9	3,2	14,4	49,5	3868	9,1	3,1	2,4	1,6	—

тельно 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°C составляет 2% от их массы, при 22°C — 4, при 25°C — 5%. При снижении температуры до 8—10°C рацион карпа практически ничтожен. Оптимальная температура для питания двухлетков карпа 23—29°C, для молоди — 25—30°C.

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°C рацион для карпа с массой от 40 до 400 г снижается от 11 до 5%.

Так как изменения условий среды сильно отражаются на питании карпа, они должны учитываться при организации его кормления (табл. 25).

При использовании данных табл. 25 необходимо учитывать содержание кислорода в воде. При снижении содержания кислорода до 2 мг/л рацион должен быть уменьшен в 2—4 раза.

Таким образом, кормление рыбы надо вести с учетом погоды, температуры воды, кислородного режима и интенсивности поедания корма рыбой. Время переваривания пищи у карпа продолжается в зависимости от темпе-

Таблица 25. Суточный рацион двухлетков карпа при кормлении комбикормом, % к массе (Т. И. Шпет, 1976)

Масса рыбы, г	Температура, °C						
	10—11	12—15	16—17	18—19	20—23	24—29	30—32
5—15	—	—	—	—	9	14,5	18
16—40	—	—	2,6	5,1	6	8,7	12
41—150	0,6	1,5	2,2	4,2	4,5	5,2	3,4
151—450	0,6	1,5	2,2	3,6	3,7	5,1	—
451—800	—	1,5	1,9	2,2	2,2	—	—

ратуры от 8—10 ч (20°C) до 4—7 ч (26°C). Поэтому в июле—августе, когда температурный режим наиболее благоприятен, желательно корм давать несколько раз в день. Многократное кормление (2—4 раза) позволяет увеличить суточный рацион и уменьшить потери питательных веществ комбикормов, наблюдающиеся при одновременном внесении большого количества корма. Темп роста рыбы при этом обычно увеличивается по сравнению с одноразовым суточным кормлением.

Корм следует давать в 6—8 ч утра. Если применяется двух- и трехразовое кормление, то первое проводят в 6—8 часов утра, последующие — через 6—8 ч.

После раздачи корма через 1—1,5 ч необходимо проверить на кормовых местах поедаемость его рыбой. Дальнейшее кормление следует производить с учетом результатов проверки. Если рыба корм поела, надо продолжать кормить рыбу по установленному графику. Если не поела, кормление прекратить или норму снизить, выяснить причину и после этого принимать соответствующие меры.

Расход кормов в среднем за вегетационный период по месяцам выращивания (для хозяйств, расположенных в Нечерноземной зоне) будет примерно следующим: май — 1%, июнь — 1,6, июль — 4,1, август — 3,9 и сентябрь — 3%. Таким образом, около 80% кормов рыба получает за два месяца — июль и август. Поэтому правильно организованное кормление с учетом складывающихся условий имеет большое значение для рационального использования кормов и получения рыбы стандартной навески.

Корма, используемые в карповом хозяйстве. Карп относится к всеядным рыбам и хорошо использует есте-

$$A = \frac{(2 - 0,3) \cdot 100}{46} = 3,7 \text{ мг/л} \cdot 1000 = 3,7 \text{ г/м}^3 \text{ воды.}$$

При средней глубине прудов 1 м и объеме 10 тыс. м³ воды на 1 га площади пруда следует внести $3,7 \cdot 10\,000 = 37$ кг/га, а на 180 га — соответственно $37 \cdot 180 = 6,7$ т.

Таким же образом ведется расчет необходимого количества суперфосфата.

Расчет эффективности удобрений. Естественная рыбопродуктивность внесением удобрений может быть повышена в 2—3 раза. Соответственно повышению рыбопродуктивности увеличивается и количество рыбы, выпускаемой в пруд.

На 1 кг дополнительного прироста рыбопродукции в выростных и нагульных прудах в среднем расходуется 30—60 кг органического и 2—5 кг минерального удобрения. Увеличение рыбопродуктивности прудов, которое может быть получено за счет удобрения, зависит от целого ряда условий, характеризующих индивидуальные особенности водоема, а также от плотности посадки рыбы в пруд и интенсивности ее кормления.

Для выращивания рыбы только на естественных кормах определить истинный показатель «удобрительного» коэффициента использованных удобрений достаточно просто. При использовании и других средств интенсификации, например кормления рыбы, определить эффективность примененных удобрений труднее.

Для расчета сравнительной эффективности удобрения и кормления учитывают следующие показатели: естественную рыбопродуктивность, затраты удобрений и кормов за вегетационный период, общий выход рыбной продукции, плановый кормовой и удобрительный коэффициенты.

Пример расчета. В нагульный пруд, имеющий естественную рыбопродуктивность 150 кг/га, за вегетационный период было внесено по 300 кг/га аммиачной селитры и суперфосфата и скормлено 1500 кг/га комбикормов, имеющих плановый кормовой коэффициент 4. Рыбопродуктивность пруда по данным осеннего облова составила 1100 кг/га.

Требуется рассчитать истинный кормовой коэффициент комбикормов и удобрительный коэффициент внесенных удобрений:

1. Определяют величину продукции, полученной за счет кормления и удобрения. Для этого из общей рыбопродукции вычитают величину естественной рыбопродуктивности: $1100 - 150 = 950$ кг/га.

2. Определяют величину рыбопродукции, полученной за счет кормления, при условии, что плановый кормовой коэффициент использованного комбикорма равен 4: $1500 : 4 = 375$ кг/га.

3. Определяют прирост продукции за счет внесенных в пруд удобрений, при ориентировочном удобрительном коэффициенте 2,5: $600 : 2,5 = 240$ кг/га.

Таким образом, при принятых кормовом и удобрительных коэффициентах хозяйство теоретически должно получить за счет кормления и удобрения $375 + 240 = 615$ кг/га продукции, а фактически было получено 950 кг/га, т. е. на 335 кг/га больше. Подобное несоответствие между расчетной и полученной рыбопродукцией можно объяснить рядом факторов.

При увеличении плотности посадки рыбы в пруд улучшается использование естественной кормовой базы — повышается естественная рыбопродуктивность, что, несомненно, имело место в данном случае. Возможно также повышение эффективности использования заданных кормов и внесенных удобрений.

Поэтому в подобном случае полученный дополнительный прирост рыбной продукции распределяют пропорционально на кормление, удобрение и естественную рыбопродуктивность.

4. Находим их значение в общей расчетной продукции:

а) естественная рыбопродуктивность — $\frac{150 \cdot 100}{765} = 19,6\%$;

б) кормление — $\frac{375 \cdot 100}{765} = 49,0\%$;

в) удобрение — $\frac{240 \cdot 100}{765} = 31,4\%$.

5. Определяют дополнительный прирост продукции за счет:

а) естественной рыбопродуктивности — $\frac{335 \cdot 19,6}{100} = 65,7$ кг/га;

б) кормления — $\frac{335 \cdot 49}{100} = 164,1$ кг/га;

в) удобрения — $\frac{335 \cdot 31,4}{100} = 105,2$ кг/га.

6. Определяем фактический прирост продукции за счет:

а) естественной рыбопродуктивности — $150 + 65,7 = 215,7$ кг/га

б) кормления — $375 + 164,1 = 539,1$ кг/га;

в) удобрения — $240 + 105,2 = 345,2$ кг/га.

7. Определяют показатели кормового и удобрительного коэффициентов:

а) кормового — $1500 : 539,1 = 2,8$;

б) удобрительного — $600 : 345,2 = 1,8$.

КОРМЛЕНИЕ РЫБЫ

Кормление рыбы — один из основных методов интенсификации прудового рыбоводства, позволяющий значи-

Таблица 24. Норма внесения извести, ц/га

рН почвы	Виды почвы		
	тяжелые глинистые	супесчаные	песчаные
Менее 4,0	42,0	22,0	14,5
4,0—4,5	32,0	17,0	14,5
4,51—5,0	27,0	14,5	12,0
5,01—5,5	17,0	12,0	7,0
5,51—6,0	12,0	7,0	4,5
6,01—6,5	7,0	5,0	2,0

данных контроля за развитием фитопланктона. Эти показатели определяют и частоту внесения удобрений.

Сезонная норма внесения азотного и фосфорного удобрения не должна превышать 3—4 ц/га, или при переводе на действующее вещество 105—140 кг азота и 30—40 кг фосфора на 1 га. За сезон выростные пруды удобряют 5—8 раз, нагульные пруды — 6—10 раз.

Избыточное внесение минеральных удобрений нежелательно, так как не влечет за собой повышения рыбопродуктивности прудов и экономически не оправдано.

Успешное применение удобрений возможно только при наличии в прудах определенных условий. Пруды должны быть непроточными или малопроточными, жесткая растительность не должна превышать 30 % водной площади. На эффективность действия внесенных удобрений влияют температура воды, газовый режим, концентрация водородных ионов. Например, положительный эффект от внесенных удобрений возможен лишь в условиях нейтральной или слабощелочной реакции почвы и воды прудов. Поэтому необходимо контролировать рН воды, применяя в случае необходимости известкование пруда. Норма внесения извести в зависимости от рН водной вытяжки почвы приводится в табл. 24.

Минеральные удобрения при внесении по воде распределяют равномерно по зеркалу пруда. На растворение 10 кг аммиачной селитры или 10 кг суперфосфата расходуют 60—70 л воды. Для внесения удобрений используют лодки, специальные агрегаты, дождевальные машины, сельскохозяйственную авиацию.

Расчет потребного количества удобрений. Количество необходимых хозяйству минеральных удобрений на вегетационный период планируется исходя из прироста

рыбопродукции за счет удобрений и удобрительного коэффициента.

Для определения эффективности внесенных удобрений используют показатель — «удобрительный» коэффициент (УК). Этот показатель характеризует суммарные затраты минеральных удобрений на 1 кг прироста рыбы. При расчете прироста рыбопродукции за счет удобрений исходят из удобрительного коэффициента, равного не более чем трем единицам.

Расчет. 1. Рассчитать потребность в удобрениях для выростных прудов общей площадью 120 га и составить график их внесения. Природная естественная рыбопродуктивность прудов 150 кг/га. Планируется повысить ее до 400 кг/га, т. е. обеспечить дополнительный прирост 250 кг/га. Удобрительный коэффициент принимается равным 3,0.

Тогда потребность в удобрениях будет равна $250 \cdot 3 \cdot 120 = 90$ т. При соотношении азота к фосфору 2:1 потребуется иметь 45 т аммиачной селитры и 45 т суперфосфата.

При составлении графика внесения удобрений следует иметь в виду, что удобрение выростных прудов начинают за 7—10 дн до выпуска рыбы. Первые 2—3 порции селитры и суперфосфата вносят с интервалом 5 дн. Последующие внесения проводят через 10—12 дн, принимая во внимание степень развития фитопланктона и содержание биогенных элементов в воде. Начальная разовая доза внесения удобрений при практическом отсутствии «цветения» воды должна составлять 50 кг аммиачной селитры и 50 кг суперфосфата на 1 га. В дальнейшем доза уменьшается до 25—35 кг/га аммиачной селитры и суперфосфата. В конце лета — начале осени при понижении температуры до 12°С удобрение выростных прудов прекращают.

При условии внесения в пруды первой дозы удобрений в 20-х числах мая, а последней — в конце августа потребность в удобрениях по отдельным месяцам составит:

Месяц	Периодичность внесения	Разовая доза удобрений, кг/га	Потребное количество удобрений, т
Май	3	100	36
Июнь	3	50	18
Июль	3	50	18
Август	3	50	18
Всего	12		90

2. Рассчитать разовую дозу минеральных удобрений для внесения в выростные пруды. Площадь прудов 180 га, средняя глубина 1 м. Предполагается использовать в качестве азотного удобрения мочевины (46% азота), фосфорного удобрения — суперфосфат (20% фосфорной кислоты).

По данным гидрохимического анализа, в воде содержалось: азота — 0,3 мг/л, фосфорной кислоты — 0,2 мг/л. Разовая доза внесения мочевины составит

рается в снопы или уплотненные кучи и размещается вдоль берега. Центральная часть пруда должна оставаться свободной от разлагающейся растительности. При внесении зеленых удобрений обязательен регулярный контроль за содержанием кислорода в воде. Количество кислорода в зоне внесения удобрений должно быть не менее 4,0—4,5 мг/л. По истечении 7—10 дн остатки снопов надо убрать.

Разлагающаяся жесткая и мягкая водная растительность, используемая в качестве удобрения, благоприятствует развитию бактерий, инфузорий и водорослей, являющихся пищей зоопланктона. В результате значительно увеличивается его количество и повышается (в 2—3 раза) естественная рыбопродуктивность пруда.

Норма внесения подвяленной водной растительности составляет от 2 до 6 т на 1 га.

Одним из способов применения зеленых удобрений служит засев ложа прудов сельскохозяйственными культурами. Для посева используют бобовые или злаковые культуры (люпин, донник, вику с овсом и др.). Выращенная культура обычно скашивается, а пожнивные остатки и корневая система служат хорошим удобрением для водоема. Иногда выращенная растительность заливается водой.

Удобрение нагульных прудов следует начинать при температуре воды 10—12 °С, а удобрение выростных прудов — за 7—10 дн до их зарыбления. Удобрение прудов прекращают за 20—30 дн до окончательного облова. Применение тех или иных удобрений должно быть основано на предварительном определении потребности данного пруда в биогенных элементах, что в конечном итоге определяет рациональное использование органических и минеральных удобрений.

Существует ряд методов определения необходимых отдельных биогенных элементов для водоема.

Один из них — метод внесения удобрений по биологической потребности — заключается в том, что в воду, взятую из водоема и разлитую в отдельные колбочки или стеклянные сосуды, вносят отдельно и в различных комбинациях азот, фосфор, калий и кальций (Г. Г. Винберг, В. П. Ляхнович; И. В. Баранов). Сосуды выдерживают в светлом помещении в течение 1—2 сут. Учет результатов опыта проводится путем прямого подсчета численности водорослей или по количеству кислорода, растворен-

ного в воде. Набор солей в тех колбочках, где фитопланктон или количество кислорода достигли максимальной величины, берется за основу при выборе минеральных удобрений.

Более широкое применение нашел метод, основанный на химическом анализе воды и доведении содержания биогенных элементов до определенной нормы. Чтобы в водоеме интенсивно развивался фитопланктон, требуется определенное соотношение минеральных солей, главным образом азота и фосфора. Оптимальным считается содержание в воде 2 мг/л минерального азота и 0,5 мг/л фосфорной кислоты.

При содержании в воде меньшего количества названных биогенов и слабом развитии фитопланктона необходимо внести азотное и фосфорное минеральное удобрение с расчетом, чтобы довести их концентрацию до указанных норм.

Для определения дозы внесения удобрений можно пользоваться следующей формулой:

$$A = \frac{(K - k) \cdot 100}{P},$$

где A — необходимое количество удобрений, мг/л; K — рекомендуемая концентрация биогенного элемента в воде, мг/л; k — концентрация биогенного элемента в воде по данным химического анализа, мг/л; P — содержание действующего вещества в удобрении, %; 100 — поправка на проценты.

Общее количество удобрений определяют умножением количества удобрений (мг/л) на объем воды пруда.

Существуют и косвенные методы определения необходимости прудов в удобрении. Наиболее простой из них — метод визуального контроля. С помощью диска Секки определяют прозрачность и цвет столба воды над белой поверхностью. С увеличением количества фитопланктона прозрачность уменьшается и вода становится зеленоватой. С уменьшением биомассы фитопланктона прозрачность увеличивается, а цвет воды приобретает буроватый оттенок. Если прозрачность воды по диску Секки составляет 10—15 см, то удобрения не следует вносить даже при малом содержании азота и фосфора в воде пруда; при прозрачности более 0,5 м вносят удобрение.

Таким образом, пруды удобряют с учетом данных гидрохимических и агрохимических исследований или

В качестве фосфорных удобрений используют: суперфосфат простой (содержит 16—20 % водорастворимой фосфорной кислоты); двойной суперфосфат (30 % фосфорной кислоты); фосфорную муку (16—20 % фосфорной кислоты).

Почва способна адсорбировать большое количество фосфора, поэтому фосфорные удобрения рекомендуется вносить по воде дробно, порциями. Это позволяет поддерживать концентрацию фосфора в воде на желательном уровне.

Азотные удобрения повышают интенсивность биологических процессов, вызывают усиленное развитие планктонной и донной фауны прудов. Поэтому внесение в пруды азотных удобрений в виде селитры (содержащей 35 % азота), сульфата аммония (около 20 % аммиачного азота) или синтетической мочевины (46 % азота) оказывает положительное действие на повышение рыбопродуктивности прудов.

Наилучший результат дает азотное удобрение в сочетании с фосфорным, в результате чего усиливается действие каждого из них.

Азотные удобрения рекомендуется вносить в воду весной до начала активного включения в круговорот биогенных элементов. При наступлении устойчивой температуры воды свыше 16 °С для развития зеленых водорослей необходимо создать концентрацию азота не менее 2 мг/л.

Кальциевые удобрения. Кальций является одним из элементов, широко используемых растительными и животными организмами. Он влияет также на химические и физические процессы в водоеме, улучшая экологические условия для рыб.

Внесение кальциевых удобрений усиливает процессы минерализации органических веществ и жизнедеятельность нитрифицирующих бактерий, которые обогащают воду нитратным азотом.

Известкование почвы и воды — необходимая предпосылка для действия азотных и фосфорных удобрений, которые в условиях кислой среды могут оказаться не только бесполезными, но иногда даже вредными.

Норма внесения кальция в пруды зависит от показателя рН воды. Чем ниже величина рН, тем больше необходимо внести извести. Известкование не проводят на почвах с нейтральной и особенно щелочной реакцией, а

при сильно щелочной реакции оно нежелательно. Негашеную известь лучше всего вносить осенью по ложу пруда. Перед внесением удобрений, где это возможно, в целях мобилизации биогенных элементов рекомендуется проводить культивацию или боронование ложа пруда. Все минеральные вещества лучше вносить в пруды по воде, что дает возможность механизировать труд.

Органические удобрения. В рыбоводной практике органические удобрения применяются более длительное время по сравнению с минеральными.

На малопродуктивных песчаных, суглинистых и подзолистых почвах с еще незначительным слоем ила органические удобрения часто дают больший эффект, чем минеральные, они сильнее влияют на развитие бактерий, которые служат пищей для планктонных и бентосных организмов, а также в ряде случаев могут являться и кормом для некоторых представителей водной фауны.

При сильно уплотненных посадках исключается необходимость внесения органических удобрений, так как в водоем поступает в значительном количестве органическое вещество в виде продуктов обмена рыб и остатков корма.

Одно из лучших органических удобрений — хорошо перепревший навоз. Навозное удобрение особенно желательно на новых прудах.

Вносят навоз обычно по ложу осушенного пруда в основном на мелководных участках с последующей культивацией ложа. Количество навоза, вносимого в пруд, колеблется от 1 до 16 т на 1 га. Примерно так же вносят и компосты, приготовленные из отбросов хозяйства, торфа, водной растительности. К смешанным компостам добавляют навоз и известь или золу в количестве 2—3 % от массы растительности. Готовый компост вносят в количестве до 4 т на 1 га.

Зеленые удобрения — одно из наиболее доступных и вместе с тем достаточно эффективных органических удобрений — стали чаще применяться в рыбоводстве.

В качестве зеленого удобрения используются высшие растения (высшая жесткая и мягкая водная растительность, произрастающая в прудах, или специально посеянные культуры).

В первом случае водная растительность выкашивается и выбрасывается на берег для подвяливания, это ускоряет ее дальнейшее разложение. Затем растительность соби-

МЕТОДЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА

вых ресурсов пруда. Таким образом, правильно выбранная плотность посадки рыб в тот или иной пруд обеспечивает не только наибольший выход рыбной продукции, но и получение рыбы стандартной массы.

Посадка, при которой карп при выращивании на естественной кормовой базе пруда достигает стандартной массы, называется нормальной.

Увеличение плотности посадки рыб до определенного уровня способствует лучшему использованию кормовой базы и за счет этого повышению естественной рыбопродуктивности. Однако более высокая плотность посадки ведет к снижению как индивидуальной массы, так и суммарного привеса рыбы.

Расчет нормальной посадки карпа в нагульные пруды проводят по формуле

$$A = \frac{ПГ \cdot 100}{(B - \nu) P},$$

где A — количество рыб, необходимое для посадки в пруд, шт.; $П$ — естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га; $Г$ — площадь пруда, га; B — индивидуальная масса рыбы к осени, кг; ν — индивидуальная масса карпа перед посадкой, кг; p — выход карпа, % посадки.

При посадке личинок карпа в выростные пруды их масса очень мала и ею при расчетах можно пренебречь. Формула в этом случае упрощается и будет следующей:

$$A = \frac{ПГ \cdot 100}{\nu P}.$$

Расчет. Определить, какое количество личинок и годовиков потребуется для выростного пруда площадью 15 га и нагульного пруда площадью 60 га. Естественная рыбопродуктивность выростного пруда 240 кг/га, нагульного пруда — 200 кг/га. Масса сеголетков 30 г, годовиков — 25 г и двухлетков — 500 г. Выход сеголетков 70%, двухлетков — 90%.

Определяют количество личинок, потребное для зарыбления выростного пруда:

$$\frac{240 \cdot 15 \cdot 100}{0,03 \cdot 70} = 171\,430 \text{ личинок.}$$

Определяют количество годовиков, потребное для выпуска их в нагульный пруд:

$$\frac{200 \cdot 600 \cdot 100}{(0,5 - 0,025) \cdot 90} = 28\,080 \text{ шт.}$$

Увеличение выхода рыбной продукции с единицы водной площади, повышение эффективности прудового рыбоводства обеспечиваются за счет применения комплекса интенсификационных мероприятий (мелиорации прудов, применения удобрений, кормления рыбы, выращивания в пруду различных видов рыб, различающихся по характеру питания, улучшение продуктивных качеств разводимых рыб).

УДОБРЕНИЕ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ

Удобрение рыбоводных прудов благоприятствует оптимальному развитию естественной кормовой базы и тем самым повышению естественной рыбопродуктивности.

Внесенные в пруд биогенные элементы в виде азотных, фосфорных, кальциевых и других удобрений оказывают влияние на развитие бактерий и планктонных водорослей, которые непосредственно используются рыбой (белый толстолобик, пелядь) или организмами зоопланктона и бентоса. Интенсивное развитие бактерий и фитопланктона вызывает увеличение численности зоопланктона и бентоса.

В прудовом рыбоводстве, как и в других отраслях сельского хозяйства, применяют как минеральные (азотные, фосфорные, кальциевые), так и органические удобрения (навоз, навозная жижа, зеленые удобрения).

Минеральные удобрения. Фосфорные удобрения являются одними из наиболее важных и часто используемых в прудовом рыбоводстве. Их применение повышает рыбопродуктивность на всех почвах за исключением легких песчаных и закисных. Использование фосфорных удобрений более эффективно в водоемах, где вода и почва содержат много извести в сочетании с большим количеством органической материи. В этих условиях фосфорные удобрения стимулируют развитие азотфиксирующих и нитрифицирующих бактерий. Необходимые концентрации фосфора обеспечивают нормальное питание бактерий и водорослей, потребляющих фосфорную кислоту непосредственно из воды.

Корма	Химический состав, % на сухое вещество				Валовая энергия, ккал	В % к протеину				Кормовой коэффи- циент
	сырой про- теин	жир	сырая клет- чатка	ВЭВ*		зола	лизин	метионин	триптофан	
Мука:										
просяная	11,8	3,4	8,3	58,8	4110	4,1	4,0	2,2	1,3	—
рисовая	14,0	12,6	8,5	44,1	4464	8,2	4,6	1,3	0,9	—
кукурузная	10,1	3,5	2,9	67,6	4142	1,6	3,1	2,4	1,0	—
мучной смет	13,3	2,0	4,4	63,5	4059	3,4	3,8	0,7	0,6	—
Макаронные отходы	13,8	0,6	0,4	73,4	4093	0,9	3,8	0,7	0,6	—
Отруби:										
пшеничные	15,5	3,2	8,4	53,2	4059	4,9	3,4	1,7	1,2	4—7
ржаные	15,5	3,4	8,1	53,7	4052	5,3	4,3	1,1	1,2	—
Дрожжи:										
кормовые	43,7	2,2	1,4	33,9	3891	7,3	6,5	2,3	0,6	2—2,5
гидролиз- ные	45,1	1,3	—	32,8	3845	7,0	6,5	2,3	0,6	2—2,5
БВК**	53,0	10,0	—	23,0	4304	8,0	7,7	1,7	1,2	2—2,5
Фосфатиды	79,1	8,7	—	—	4452	3,2	—	—	—	—
Куколка ту- тового шелко- пряда	57,1	22,1	5,6	3,8	5163	4,0	5,3	2,8	1,2	2
Альбумин технический	79,1	1,5	—	2,1	3850	5,2	8,2	1,3	2,3	—
Мука:										
кровяная	79,1	1,5	—	2,1	3846	5,2	8,2	1,3	2,3	1,5—2
рыбная	56,0	5,9	—	1,7	3349	23,4	7,9	2,9	1,2	1,5—2
мясо-кост- ная	50,8	15,6	3,7	3,6	4258	16,3	6,2	1,4	0,7	2—2,5
сенная	10,5	1,6	24,1	46,3	3844	7,7	10,9	1,5	1,3	—
хвойная	50,0	5,3	13,6	21,8	4563	1,4	10,9	1,5	1,3	—

* Безазотистые экстрактивные вещества.
** Белково-витаминный концентрат.

стойкостью и уже за первый час нахождения в воде теряет за счет экстрагирования до 50 % питательных веществ.

Гранулированные комбикорма, особенно приготовленные методом влажного прессования, а также брикетированные корма обладают повышенной водостойкостью. Гранулы комбикорма приготавливаются различ-

Таблица 27. Рецепты кормовых смесей для сеголетков, двухлетков карпа и производителей

Корма	Рецепт К-111-1 для двухлетков и трехлетков, %	Рецепт К-110-1 для сеголетков и производителей, %
Жмыхи и шроты (не менее двух видов): подсолнечниковые, хлопчатниковые, репсовые, конопляные горчичные, сурепковые, арахисовые, льняные, клещевинные, кунжутные	40	40
Бобовые: люпин, чечевица, вика, горох, кормо- вые бобы	10	9
Зерновые: пшеница, ячмень, овес, кукуруза	10	15
Отруби пшеничные, ржаные	24	20
Дрожжи кормовые, гидролизные	6	4
Животные корма: мука рыбная, мясная, мясо-костная и кровяная	4	4
Мука травяная	3	5
Мел молотый	2	2
Микродобавки: кобальт хлористый или азотнокислый 1 г на 1 г корма	1	1
Кормовой препарат витамина В ₁₂ , мг ци- анкобаламина на 1 т корма	3	3
Кормовой тетрацилин на зерновой осно- ве, млн. ед. активности на 1 т корма	14	50
	10	—

ного размера соответственно определенной возрастной группе карпа. Для сеголетков диаметр гранул составля-
ет 1—3 мм, для двухлетков — 3—6 мм.

Методы улучшения кормовой базы. Переход рыбодод-
ных хозяйств на заводской способ воспроизводства кар-
па и связанный с этим технологический процесс подра-
щивания личинок в лотках и садках предъявляют повы-
шенные требования к качеству корма. Имеющиеся ис-
кусственные корма и кормовые смеси не могут пока
полностью заменить живые корма. Поэтому успех рыбо-
разведения во многом связан с наличием живых кормов.

Разведение мотил. Культивирование этого рачка на
рыбоводных заводах и в инкубационных цехах обеспечит
пищей молодь рыб на ранних этапах ее развития.

Таблица 28. Кормовая смесь для карпа, выращиваемого в садках на теплых водах

Корма	Содержание, %	Корма	Содержание, %
Шрот:		Фосфатиды подсолнечные	9
подсолнечниковый	13—28	Фосфат	1
соевый	7	Мел	1
Мука:		Меласса	1
рыбная	18—33	Комплекс из 13 витаминов	
мясо-костная	8	Суточный рацион, % от массы рыбы	5—10
Дрожжи кормовые	5—20	Затраты корма на 1 кг прироста	3,3—3,5
Овес	8		
Ячмень	10		
Пшеница	10		

Оптимальная температура для разведения мoinи 24—26 °С. Размножение мoinи происходит при температуре от 5 до 30 °С. Разводят мoinи в бассейнах с проточной водой. В качестве удобрений применяют кормовые дрожжи, приготовленные в виде суспензии. При разовом внесении 500 г дрожжей на 1 м³ воды происходит быстрое развитие протококковых водорослей и бактериальной флоры. Маточный материал культуры мoinи вносят в бассейн, когда концентрация водорослей в нем достигает 35—40 млн. клеток в 1 мл воды. Спустя 3—4 дн после зарядки маточным материалом при благоприятных условиях культура мoinи созревает и начинается ее облов. Продукция составляет 50—60 г/м³ в сутки в течение 10—16 дн эксплуатации.

Разведение дафний. Кормом для дафний служат бактерии и водоросли, культивируемые в бассейне за счет внесения удобрений. В качестве удобрений используют аммиачную селитру — 37 г или сульфат аммония — 65 г на 1 м³ воды. В качестве удобрений вносят также кормовые дрожжи: в первый день — 16 г/м³, в последующие дни — по 8 г/м³. Оптимальной температурой для выращивания дафний является 20—25 °С, содержание кислорода 6—7 мг/л, рН 7,6—8,0. Созревание дафний при температуре 23—25 °С длится 18—20 дн. Сроки созревания культуры дафний находятся в прямой зависимости от количества вносимого в бассейн маточного материала. Созревшую культуру периодически облавливают сачка-

ми, вылавливая ежедневно по 30—35 г дафний с 1 м³ бассейна.

Разведение артемий. Яйца артемий заготавливают поздней осенью у берегов соленых водоемов (Мангышлак, Южный Сиваш и др.). Культивирование проводят в цементных или деревянных бассейнах и лотках.

Норма внесения яиц артемий зависит от их качества, а живой маточной культуры — от плодовитости рачков. Норма внесения яиц не должна превышать 630 мг/м³ при выклеве 70—80 % и 1500 мг/м³ при выклеве 30 %. Норма внесения живой маточной культуры артемии равна 100—120 экз/м³, или 0,7—0,8 г/м³.

В качестве корма для артемий применяют водоросли и кормовые дрожжи. Корм вносят в бассейны в день пересадки маточной культуры и на 2—3-й день после выклева науплий.

Норма внесения водорослей и кормовых дрожжей зависит от численности и возраста артемий. В первые два дня после выклева науплий корм не дают совсем. В последующие дни норма внесения водорослей составляет 1000 мл (0,9—1,6 млрд. клеток) на 1 м³ воды, а кормовых дрожжей — 4 г/м³. Эту норму увеличивают в два раза, когда артемии достигнут половой зрелости. Для нормального существования артемий поддерживают содержание кислорода в пределах 3—5 мг/л и заданную соленость. Поддержание в бассейне нужной концентрации поваренной соли (5 г/л воды) способствует регулярному вымету самками науплий.

Наиболее целесообразно собирать подросших и половозрелых артемий тотальным обловом одного или нескольких бассейнов, оставляя при этом не менее 500—700 экз/м³ артемий для воспроизводства. Таким образом, можно обеспечить сбор артемий до 100—120 г/м³ ежедневно, а за рыбоводный сезон — до 10—12 кг/м³.

Привлечение насекомых на свет. Привлечение на свет насекомых позволяет увеличить естественную кормовую базу прудов. Упавшие в воду насекомые поедаются рыбой. Привлечение насекомых на свет не требует больших затрат труда и средств. Насекомых привлекают с помощью электроламп, которые устанавливают в пруду на столбиках с щитками. Расстояние от лампочки до воды 30—50 см. В ночное время включают свет, насекомые летят на него, ударяются о щит и падают в воду, где и по-

едаются рыбой, у которой вырабатывается на это рефлекс.

Устройство на прудах освещения рекомендуется также для привлечения комаров. Лампы устанавливают на прудах около водной растительности. Привлечение комаров на свет увеличивает в 5—10 раз численность и биомассу личинок хирономид в прудах.

Культивирование планктонных ракообразных в выростных прудах. Помимо бассейнового метода разведения организмов зоопланктона разработан метод культивирования ветвистоусых ракообразных в зарыбленных выростных прудах (метод разработан И. Б. Богатовой).

Биотехника культивирования *Daphnia magna*, которая может быть использована и для разведения других ветвистоусых ракообразных, включает следующие этапы: 1) круглогодичное культивирование маточной культуры или завоз ее из других хозяйств; 2) помещение маточной культуры в заранее подготовленные небольшие пруды-питомники и массовое их размножение с целью дальнейшего их внесения в выростные пруды; 3) внесение выращиваемой культуры в выростные пруды.

Круглогодичное культивирование *Daphnia magna* и других ветвистоусых рачков может осуществляться в капроновых садках, установленных в водоемах-охладителях электростанций или на рыбоводных заводах, имеющих бассейновую базу для культивирования планктонного корма.

Маточную культуру *Daphnia magna* для культивирования в прудовых хозяйствах следует брать примерно за три недели до начала нерестовой кампании.

Для обеспечения процесса выращивания в небольших прудах-питомниках с целью дальнейшего внесения в выростные пруды достаточно перевезти 500 г маточной культуры.

Привезенную в рыбхоз чистую культуру *Daphnia magna* помещают в заранее подготовленные пруды. Для этой цели могут быть использованы свободные нерестовые или небольшие пруды другой категории.

Перед внесением зарядки заливают канаву или часть ложа пруда. Для предотвращения попадания циклопов и других хищных беспозвоночных при заливке пруда воду пропускают через капроновое сито № 23. Вместе с дафниями в канаву вносят кормовые дрожжи или другой корм. В нерестовый пруд вносят по 250 г зарядки

рачков и 400—500 г кормовых дрожжей, рыбной муки или смеси этих компонентов. Для подкормки *Daphnia magna* можно вносить комбикорма, которыми кормят сеголетков карпа по той же норме, что и кормовые дрожжи.

Перед внесением в пруды дрожжи и другие сухие корма размешивают в ведре с водой и затем равномерно распределяют по залитой части пруда. После внесения зарядки дрожжи или другие сухие корма добавляют в зависимости от продуктивности прудов ежедневно или один раз в 2—3 дня по той же норме. Помимо сухих кормов в пруды можно вносить конский навоз по норме 10—15 кг на 0,1 га ежедневно первые 4—5 дней, а затем по той же норме — каждые 2—3 дня.

Культура *Daphnia magna* в прудах-питомниках достигает большой плотности обычно на 18—22-й день после внесения.

Зарядку *Daphnia magna* для внесения в выростные пруды вылавливают из нерестовых прудов сачками из сита № 18—20, отжимают в сачке, взвешивают или определяют массу по объему. На 1 га площади выростного пруда следует вносить 100—300 г зарядки и 100 г дрожжей. Через 4—5 дней после внесения зарядки дафний пруды заливают полностью и зарыбляют их личинками карпа или других рыб.

Удобрение прудов производят по обычным нормам, помимо минеральных удобрений целесообразно вносить и органические удобрения. Хорошие результаты получают при применении комплекса удобрений (минеральных и органических).

Культура дафний в выростных прудах достигает максимальной плотности через 3—4 нед после внесения зарядки, когда в прудах обычно ощущается недостаток естественного корма и возникает необходимость применения искусственных кормов.

Обильное питание естественным кормом оказывает стимулирующее влияние на темп роста выращиваемых рыб. Как показывает опыт, рыбопродуктивность выростных прудов при культивировании дафний магна повышается на 2—2,3 ц/га, увеличивается средняя масса сеголетков, снижаются кормовые затраты.

Расчеты по рациону карпа. Показателем эффективности использования кормов в рыбоводстве служит кормовой коэффициент, показывающий, какое количество

корма нужно съесть рыбе, чтобы получить единицу прироста. Таким образом, кормовой коэффициент выражает отношение массы съеденного корма к приросту массы рыбы. При расчете кормового коэффициента из общей рыбопродукции вычитается прирост, полученный за счет естественной кормовой базы.

Величина кормового коэффициента зависит от качества корма его химического состава, а также определяется условиями, наблюдающимися в водоеме в период выращивания рыбы.

Для расчета кормового коэффициента смеси, кормовой коэффициент которых известен, используют формулу

$$A = \frac{100}{(K_1:a_1) + (K_2:a_2) + \dots + (K_n:a_n)},$$

где A — кормовой коэффициент смеси; K — процентное содержание корма в смеси; a — кормовой коэффициент корма.

Зная кормовой коэффициент комбикорма и планируемую рыбопродуктивность, можно рассчитать необходимое количество кормов для выращивания рыбы. Расчет можно провести по следующей формуле:

$$K = (П - n - y) АГ,$$

где K — потребное количество кормов, кг; $П$ — планируемая общая рыбопродуктивность, кг/га; n — естественная рыбопродуктивность, кг/га; y — рыбопродуктивность, полученная за счет удобрения прудов, кг/га; A — кормовой коэффициент; $Г$ — площадь пруда, га.

Для расчета посадки рыбы в пруды при использовании дополнительного кормления применяют следующую формулу:

$$A = \frac{\left(ПГ + \frac{\kappa}{a} \right) \cdot 100}{(B - b) P},$$

где A — количество рыбы, необходимое для посадки в пруд, шт.; $П$ — естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га; $Г$ — площадь пруда, га; κ — количество комбикорма, кг; a — кормовой коэффициент; B — конечная масса карпа, кг; b — начальная масса карпа, P — планируемый выход карпов из пруда, %.

При составлении кормовых смесей возникает необходимость расчета содержания отдельных питательных ве-

ществ (протеина, жира, углеводов и др.). Такой расчет может быть сделан с использованием следующей формулы:

$$B = \frac{(P_1 B_1) + (P_2 B_2) + \dots + (P_n B_n)}{100},$$

где B — содержание определенного питательного вещества в кормовой смеси, %; B_n — содержание определенного питательного вещества в отдельном корме, %; P_n — содержание корма в кормовой смеси, %.

Используя вышеуказанные нормативные данные и формулы, можно привести необходимые расчеты, связанные с кормлением рыбы.

Расчет. 1. Задание нагульного прудового хозяйства площадью 250 га — вырастить 3000 ц товарной рыбы (12 ц/га). Определить потребное количество кормов и рыбопосадочного материала. Естественная рыбопродуктивность прудов 180 кг/га. Для кормления рыбы используются жмых подсолнечниковый — 40%, отруби ржанные — 20%, люпин — 20%, шрот хлопчатниковый — 20%.

а) Определяем кормовой коэффициент смеси:

$$K = \frac{100}{(40:4) + (20:5) + (20:4) + (20:6)} = 4,5;$$

б) определяем потребность в комбикорме:

$$K = (П - n) АГ = (1200 - 180) \cdot 4,5 \cdot 250 = 1147 \text{ т};$$

в) определяем потребность в рыбопосадочном материале:

$$A = \frac{180 \cdot 250 + \frac{1147000}{4,5} \cdot 100}{(0,5 - 0,025) \cdot 90} = 701500 \text{ шт.}$$

2. Необходимо рассчитать содержание протеина и жира в кормовой смеси, включающей в состав следующие корма, %: шрот подсолнечниковый — 30, шрот соевый — 20, горох — 10, отруби пшеничные — 20, куколка тутового шелкопряда — 10, ячмень — 10.

а) Определяем содержание в кормовой смеси сырого протеина, используя данные по химическому составу кормов (табл. 27).

$$\frac{40,5 \cdot 30 + (40 \cdot 20) + (22,2 \cdot 10) + (15,5 \cdot 20) + (57,1 \cdot 10) + (10,5 \cdot 10)}{100} = 32,2\%$$

б) определяем содержание жира в кормовой смеси:

$$\frac{(3,1 \cdot 30) + (2,0 \cdot 20) + (1,90 \cdot 10) + (3,2 \cdot 20) + (22,1 \cdot 10) + (2,3 \cdot 10)}{100} = 4,5\%$$

3. Составить план кормления для выростных прудов. Рыбоводное хозяйство расположено в Центральном районе страны. Общая площадь выростных прудов составляет 60 га, потребное количество кормов на весь сезон — 120 т.

При составлении плана кормления (определение потребного количества кормов и составление графика их расхода по отдельным месяцам, декадам и дням) используют примерный суточный прирост рыбы, установленный для данной зоны страны.

По многолетним данным, рост сеголетков, карпа, г, в хозяйстве характеризуется следующими показателями:

10 июля 3	20 августа 20
20 июля 7	30 августа 22
30 июля 12	10 сентября 23
10 августа 17	20 сентября 25

Кормить сеголетков начинают при массе 3 г. Таким образом, общий прирост после начала кормления: $25 - 3 = 22$ г. Прирост по месяцам будет равен: в июле — 9 г (40,9%); августе — 10 г (45,4 %); сентябре — 3 г (13,7 %).

Соответственно приросту рыбы распределяются корма. Так, на август следует запланировать и скормить 45,4% от общего расхода кормов, или

$$\frac{120 - 100}{x - 45,4} = \frac{120 \cdot 45,4}{100} = 54,5 \text{ т.}$$

При определении потребности на декаду необходимо месячную норму разбить по декадам, согласно приросту рыбы. Так, если во второй декаде августа прирост составит 3 г, или 30% от месячной нормы, то расход кормов на эту декаду будет равен

$$\frac{54,5 - 100}{x - 30} = \frac{54,5 \cdot 30}{100} = 16,3 \text{ т.}$$

При определении суточной нормы кормов декадная норма делится на количество дней в декаде данного месяца.

Так как условия выращивания (температурные, гидрохимические и др.) могут меняться, то в течение сезона проводят корректировку расхода кормов, исходя из сложившихся условий.

Таблица 29. Упрощенный график изменения суточного рациона в зависимости от температуры (П. Т. Галасун, 1976)

Масса карпа, г	Увеличение суточного рациона при изменении температуры, °С, по сравнению с рационом при 16—17 °С			
	16—17	18—19	20—23	24—29
16—40	1	2,0	2,3	2,3
41—150	1	1,8	2,0	2,3
151—450	1	1,6	1,7	2,2

Таблица 30. Выход продукции карпа из нагульных прудов при разной плотности посадки и расход кормов с различным кормовым коэффициентом (по В. С. Просяному, Ю. А. Желтову)

Показатели	Кратность посадки					
	1	2	4	6	8	10
Выход рыбы, тыс. шт.	0,42	0,84	1,69	2,53	3,38	4,20
Выход рыбы, ц/га	1,9	3,8	7,6	11,4	15,2	19,0
Прирост рыбы, ц/га	1,8	3,6	7,2	10,8	14,4	18,0
Расход кормов, ц/га, при кормовом коэффициенте						
4	—	7,2	21,6	36,0	50,4	64,8
5	—	9,0	27,0	45,0	63,0	81,0
6	—	10,8	32,4	64,0	85,6	107,2

Особенно велико влияние температуры на интенсивность питания рыбы. В табл. 29 приведены данные изменения суточного рациона карпа в зависимости от температуры и массы рыбы. Эти данные могут быть использованы при расчете суточного рациона.

Для характеристики эффективности кормления в рыбоводстве используется и другой показатель — *оплата корма*. Показатель оплаты корма представляет отношение заданного корма к приросту рыбы. Оплата корма вычисляется так: расход корма (кг или ц) по пруду за сезон делится на прирост карпа (кг или ц).

Для планирования расхода кормов, а также анализа результатов выращивания можно использовать данные, приведенные в табл. 30. Таблица составлена по исходным данным естественной продуктивности: нагульных прудов — 180 кг/га и нормативной массы двухлетков карпа — 450 г.

ВЫРАЩИВАНИЕ РЫБ В ПОЛИКУЛЬТУРЕ

В прудовом рыбоводстве страны до последнего времени практически всю продукцию составлял карп. В настоящее время все более широкое развитие получает совместное выращивание разных видов рыб — поликультура — важный резерв повышения продуктивности прудов. При выращивании рыб в поликультуре достигается более полное и рациональное использование естественной кормовой базы прудов. Наиболее широкое распространение в нашей стране получила поликультура растительноядных рыб.

РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ

Растительноядные рыбы (белый и пестрый толстолобики, белый амур) — перспективные объекты рыбоводства. Внедрение рыб-фитофагов в прудовую культуру начато сравнительно недавно и первоначально проводилось как мероприятие, позволяющее утилизировать кормовые ресурсы водоемов, не используемые карпом при выращивании его в монокультуре.

Опыт использования растительноядных рыб показал, что при совместном выращивании карпа и растительноядных рыб, существенно различающихся по характеру питания и некоторым другим особенностям образа жизни, общая продукция (прирост массы) рыб значительно превосходит величину продукции, которой можно было бы ожидать при независимом использовании рыбами каждого вида кормовых ресурсов в тех же количествах. Таким образом, при поликультуре происходит перестройка системы отношений каждой группы рыб со средой ее обитания, что при оптимальной структуре посадки рыб обеспечивается улучшение среды (Г. В. Никольский, 1979, и др). Именно такой эффект характерен для поликультуры на основе растительноядных рыб.

Использование белым толстолобиком фитопланктона приводит к улучшению условий светового и минерального питания водорослей и тем самым способствует усилению фотосинтетической деятельности водорослей, повышению содержания кислорода в воде.

Пестрый толстолобик потребляет зоопланктон, который по мере роста карпа становится ему менее доступным.

Амур влияет на развитие высшей водной растительности и нитчатки. Кроме того, оба вида толстолобиков и молодь амура питаются донными водорослями. Фекалии всех рыб-фитофагов становятся пищей для беспозвоночных. Они быстрее, чем фекалии карпа, подвергаются разложению, высвобождая тем самым биогенные элементы, поэтому служат весьма эффективным удобрением.

Улучшение условий среды при поликультуре обеспечивает резкое повышение естественной рыбопродуктивности прудов. Если естественная продуктивность при монокультуре карпа колеблется от 1 до 2,8 ц/га (для разных климатических зон), то при поликультуре она достигает

в условиях Узбекистана 20—24 ц/га, лесостепной зоны Украины — 6,5—9 ц/га.

Чрезвычайно велико значение растительноядных рыб в рыбоводстве как «мелиораторов». Бесконтрольное развитие водной растительности вызывает существенные изменения в жизни водоемов. Зарастание водоемов приводит к их заболачиванию, уменьшению полезного объема, увеличению испарения. Транспирация растений в 4—5 раз превосходит испарение с открытой водной поверхности. В результате чрезмерного зарастания водоемов ухудшаются световые, температурные, гидрохимические условия жизни многих организмов планктона и бентоса. Рыбопродуктивность таких водоемов сильно снижается.

При использовании рыб-фитофагов для подавления растительности мелиоративный водохозяйственный эффект сочетается с непосредственным производством полезного продукта. В этом плане наиболее интересен как рыба-мелиоратор белый амур. Опыты по использованию белого амура для борьбы с водной растительностью указывают на высокую эффективность этой рыбы как мелиоратора. Молодь белого амура переходит на потребление высшей растительности на 30—45-е сутки при длине малька не менее 3 см. Белый амур использует практически все виды прудовой флоры и многие наземные растения. Это позволяет использовать белого амура для очистки водоемов с любым видовым составом зарослей, а также организовать кормление его наземной растительностью (злаки, клевер, люцерну др.).

При вселении в водоемы с ограниченными растительными ресурсами или при повышенной плотности посадки белый амур становится, по существу, всеядной рыбой, переходя на питание несвойственными ему кормами. Поэтому необходимо соблюдать нормативы по плотности посадки рыбы в различные по типу зарастания и хозяйственному назначению водоемы.

В технических водоемах, ирригационных каналах, рисовых чеках водного пара, где выращивание белого амура ведется с целью борьбы с водной растительностью, необходимо применять плотные посадки рыбы. Нормы зарыбления в рыбоводных прудах в зависимости от зоны не превышают 50—300 шт/га. Ниже приводится схема технологического процесса получения потомства растительноядных рыб (Рекомендации по разведению и выращиванию растительноядных рыб, М., 1977):

Весенняя бонитировка производителей

Самки делятся на три группы: лучшие, наиболее зрелые; так же хорошо подготовленные, но менее зрелые; недостаточно подготовленные, с тугим брюшком. Самцы делятся на две группы: легко отдающие молоки, текучие; не текучие или мало дающие молок

Содержание производителей при нерестовых температурах

Производителей отсаживают по видам, полу и группам зрелости. Для содержания используют специальные пруды, хорошо и быстро облавливаемые

Гипофизарная инъекция

Дозу гипофиза определяют по показателям обхвата и массы тела. Предварительная доза инъекции составляет 0,1 от разрешающей дозы. Разрешающая доза вводится через сутки после предварительной. Самцов инъектируют лишь один раз или не инъектируют, если сперма выходит свободно. Инъекцию делают в мышцу спины в конце первой трети тела выше боковой линии и ниже спинного плавника уколом под чешую. Первую подготовительную инъекцию проводят вечером (18—19 часов), вторую разрешающую инъекцию — вечером следующего дня. Созревание половых продуктов после инъекции наступает через 7—12 ч при 20—22 °С. В это время производителей выдерживают в специальных прудиках или ваннах-контейнерах

Получение икры и молок

Вылов самцов и сбор молок в широкие пробирки, хранение спермы в термосах со льдом (до 12 ч). Вылов самок из прудиков и отцеживание икры в сухой чистый таз

Осеменение икры

На 1 л икры используют 5 мл молок. Молоки от 2—4 самцов распределяют по икре птичьим пером, затем добавляют небольшое количество воды, перемешивают пером (покачивая таз). Через 1—2 мин добавляют свежую воду и сливают. Операцию повторяют 1—2 раза

Инкубация икры

Раскладка икры в инкубационные аппараты (не позже чем через 5—10 мин после осеменения). Контроль за ходом инкубации: а) определение процента оплодотворенной икры; б) отбор погибшей икры; в) строгий режим водообмена. Инкубация икры при оптимальной температуре (21—25 °С) продолжается 23—33 ч. При повышении температуры воды до 27—29 °С срок сокращается до 17—19 ч

Выклев личинок

Продолжительность выклева 1—3 ч. При задержке выклева — искусственное стимулирование его путем сокращения водообмена в 3—5 раз на 7—20 мин

Выдерживание личинок

Концентрация личинок в садках из мельничного газа № 17—20, установленных в цехе.

Производственные процессы

Краткое содержание основных операций

Транспортировка личинок

Плотность посадки личинок в один садок при хорошей проточности до 250 тыс. шт. (размер садка 0,7×0,7×0,45 м). Длительность выдерживания определяется температурой воды. Пересадку в мальковые, выростные пруды или на реализацию производят при переходе на смешанное питание (момент заполнения плавательного пузыря)

Выпуск личинок в мальковые пруды

Подготовка тары и транспорта. Перевозка на короткие расстояния в молочных бидонах при плотности посадки около 50 тыс. шт. на один бидон. Перевозка в полиэтиленовых пакетах емкостью 40 л (1/3 воды, 2/3 кислорода); продолжительность перевозки до 5 ч — посадка личинок до 100 тыс. шт., продолжительность перевозки более 5 ч — посадка до 50 тыс. шт. Температура воды для перевозки не ниже 15 °С и не выше 30 °С

Установка сороуловителей на водоподаче в мальковый или выростной пруд. Предварительное внесение удобрений по ложу пруда и заполнение водой за 3—5 дн до зарыбления

Плотность посадки в мальковые пруды: а) без удобрений в первой партии выращивания — 3—4 млн. шт/га, во второй — 2—3 млн. шт/га; б) при внесении удобрений плотность посадки увеличивается в первой партии до 6—7 млн. шт/га, а во второй — до 5 млн. шт/га. Длительность подращивания до 20 дн. Облов и транспортировка подращенных личинок, зарыбление выростных прудов

При подращивании личинок растительноядных рыб следует соблюдать те же правила, которые существуют при подращивании личинок карпа. Стимулирование развития зоопланктона обеспечивается внесением в пруды органических удобрений. Навоз или компост вносят за 30—45 дн до заполнения прудов водой из расчета 3—7 т/га. Оптимальная температура воды для подращивания личинок растительных рыб лежит в пределах 20—25 °С. Неподрощенных личинок желательно сажать в пруды вскоре после заполнения их водой (не позднее чем через 7—10 дн). Выращивание сеголетков растительноядных рыб проводят вместе с сеголетками карпа. Биологические нормативы по выращиванию растительноядных рыб приводятся в табл. 31.

Наименование нормы	Норма
Возраст впервые используемых производителей, год:	
самки	5—6
самцы	4—6
Ежегодная замена производителей, %	25
Плотность посадки производителей в летнематочные пруды, шт/га:	
белый амур	50—100
белый толстолобик	100—250
пестрый толстолобик	50—70
Рыбопродуктивность летнеремонтных прудов, ц/га:	
белый амур	До 0,5
белый толстолобик	2—3
пестрый толстолобик	1—1,5
Прирост молодняка в летнеремонтных прудах, г:	
а) сеголетки:	
белый толстолобик	50—80
белый амур	50—80
пестрый толстолобик	100
б) двухлетки:	
белый толстолобик	950
белый амур	900
пестрый толстолобик	1400
в) трехлетки:	
белый толстолобик	1000
белый амур	1000
пестрый толстолобик	1500
г) четырехлетки:	
белый толстолобик	1000
белый амур	1000
пестрый толстолобик	2000
д) пятилетки:	
белый толстолобик	1000
белый амур	1000
пестрый толстолобик	2000
Посадка на зимовку, тыс. шт/га:	
а) сеголетки	200—300
б) ремонт прочих возрастов	150—200
в) производители	150—200
Плотность посадки личинок при подращивании в мальковых прудах (масса 30—50 мг), млн. шт/га	3—5
Выход подрощенной молодежи из мальковых прудов, %	60
Выращивание посадочного материала (совместно с карпом)	
Плотность посадки личинок при подращивании в мальковых прудах (масса 300—500 мг), млн. шт/га	0,5—1
Выход сеголетков от посадки, %:	
личинок	30—40
подрощенных мальков	50—70

Наименование нормы	Норма
Средняя масса сеголетков, г	15—35
Плотность посадки сеголетков в зимовальные пруды, тыс. шт/га	450—550
Выход годовиков после зимовки, %	75—85
Выращивание товарной рыбы (совместно с карпом)	
Выход двухлетков от посадки годовиков, %:	
а) пруды с дамбами	80—90
б) русловые пруды	75—85
в) неспускные »	50
Средняя масса двухлетков, г:	
белый толстолобик	150—700
белый амур	300—1000
пестрый толстолобик	300—1000

При совместном выращивании молодежи растительноядных рыб и карпа следует иметь в виду, что при облове растительноядные рыбы, особенно белый толстолобик, легко травмируются. Белый и пестрый толстолобики — стайные рыбы, держатся преимущественно в толще воды или у поверхности. Значительную часть толстолобиков можно выловить по воде неводом.

При облове прудов удобно пользоваться уловителями, установленными на сбросном сооружении, это позволяет и избежать травмирования рыбы, и произвести ее сортировку. В уловитель сначала идет белый, затем пестрый толстолобик и белый амур почти одновременно с карпом.

В рыбхозах средней полосы двухлетки растительноядных рыб, особенно белого толстолобика, из-за низких температур не всегда достигают стандартных навесок. Товарные качества двухлетков амуров и толстолобиков при штучной массе 200—300 г недостаточно высоки, поэтому, когда это представляется возможным, выращивают трехлетков растительноядных рыб.

Выращивание пеляди. Планктоноядная холодолюбивая рыба пелядь — важный объект поликультуры для районов центра и северных районов. Половая зрелость ее наступает на третий, четвертый год жизни. При выращивании в прудах пелядь обнаруживает высокий темп роста. При совместном выращивании с годовиками карпа

Таблица 32. Нормативы совместного выращивания карпа и пеляди

Показатели (для пеляди)	Нормативы
Рабочая плодовитость самки, тыс. шт. при массе:	
350 г	150
500 г	200
Плотность посадки в пруды личинок, шт., при естественной рыбопродуктивности, кг/га:	
до 150	3000
150—200	3500
200—250	4000
Выживаемость, %:	
сеголетков	50—60
двухлетков	85—90
Плотность посадки годовиков, шт/га	400—600
Рыбопродуктивность, кг/га:	
по сеголеткам	100—200
по двухлеткам	100—250

масса сеголетков пеляди достигает 120 г, двухлетков — 400—500 г. Добавочная посадка пеляди рекомендуется если посадка карпа не превышает трехкратной, так как при более плотных посадках карпа в прудах может ухудшаться гидрохимический режим, что неблагоприятно сказывается на пеляди.

Для посадки пеляди пригодны непроточные нагульные пруды, так как пелядь может уходить с водой. Нормативы совместного выращивания пеляди с карпом приводятся в табл. 32.

Наряду с растительноядными и планктоноядными рыбами выращивают хищных рыб — щуку, судака и др.

Хищные рыбы подсаживаются в нагульные пруды с целью уничтожения сорных рыб — верховки, карася, плотвы и др., которые активно потребляют естественные корма — зоопланктон и бентос — и тем самым оказывают отрицательное влияние на рост карпа и растительноядных рыб.

Выращивание щуки. Значение щуки как объекта поликультуры заключается в том, что, поедая мелкую, не представляющую хозяйственной ценности рыбу, она устраняет конкурентов в питании карпа. Щука хорошо растет, и уже на первом году выращивания сеголетки щуки

Таблица 33. Нормативы выращивания щуки

Показатели	Нормативы
Соотношение производителей, шт.	1:2; 1:3
Возраст производителей, год	3—6
Средняя масса производителей, кг	2—5
Рабочая плодовитость самок, тыс. шт.	20—40
Выход мальков из икры в возрасте 13—14 сут, %	60
Выход мальков из одного гнезда, тыс. шт.:	
при гнездовом нересте	12—15
при групповом нересте	8—10
Площадь нерестового пруда, га:	
на одно гнездо	0,02—0,03
при групповом нересте	0,1
Выход личинок от инкубации икры, %	70
Выход личинок за время подращивания до перехода на активное питание, %	до 50
Средняя масса товарных сеголетков, г	200—300
Количество мальков без посадки кормовых рыб, шт/га	100—200
Повышение продуктивности прудов за счет разведения щуки, кг/га	25—40

в центральных районах достигают массы 300—500 г, на юге страны — 500—800 г. Плотность посадки щуки в нагульные карповые пруды обычно составляет 70—100 шт/га, а при хорошей обеспеченности пищей — 200—250 шт/га. Пересаживают личинок щуки в возрасте 13—16 сут после выклева из икры. Нормативы выращивания щуки приводятся в табл. 33.

Выращивание судака. У судака, как и у щуки, высокий темп роста. Обитает он в зоне открытой воды и использует в пищу мелкую рыбу с невысокой спинкой (верховку, плотву, уклею и др.), тем самым улучшая условия обитания для ценных видов рыб. В прудах при обилии пищи сеголетки судака достигают массы 120—150 г, двухлетки — 450—500 г. В нагульные пруды рекомендуется высаживать 100—200 годовиков судака на 1 га в зависимости от наличия в пруду сорной рыбы. Для увеличения запасов естественной пищи для судака в нагульных прудах проводят иногда нерест карпа, карася. Молодь судака рано начинает питаться мальками других видов рыб. Поэтому плотность посадки мальков судака зависит от количества сорной рыбы. Ниже показана плотность посадки мальков судака в выростные пруды:

Все формы племенной работы тесно взаимосвязаны и подчинены основной цели — совершенствованию стадо-варных хозяйств и тем самым обеспечению более высокой рыбопродуктивности.

МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛЕМЕННОГО МОЛОДНЯКА И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Племенная работа включает создание оптимальных условий выращивания — содержания племенного фонда. «При плохой зоотехнической работе по кормлению, содержанию и выращиванию ремонтного молодняка никакой селекции, сколь тонко математически она ни была бы обоснована, никаких реальных зоотехнических достижений в племенной работе получить невозможно» (Д. А. Кисловский, 1944).

Ремонтному молодняку, отобранному на племя, и производителям должны быть созданы надлежащие условия. Их содержат при небольших плотностях посадки, применяя полноценное кормление. Плотность посадки в летние пруды составляет 100—150 шт/га для самок и 250—300 шт/га для самцов. Штучный прирост производителей планируется 1—1,5 кг. Производителей карпа начинают кормить сразу после разгрузки зимовалов. Кормовая смесь должны включать продукты животного происхождения.

Выращивание ремонтного материала проводится в отдельных прудах. Для сеголетков и двухлетков плотность посадки должны быть не выше трехкратной. Для старших возрастных групп плотности посадки снижаются. Планируемая масса для ремонтного молодняка различна по зонам и приводится в табл. 34.

Таблица 34. Средняя масса ремонтного молодняка по основным зонам, кг

Возраст	Зоны		
	северо-запад	центр	юг
Годовики	0,03	0,05—0,07	0,06—0,1
Двухлетки	0,6—0,7	0,7—1,0	1,0—1,5
Трехлетки	1,5—1,6	1,7—2,0	2,5—3,5
Четырехлетки	2,3—2,5	2,8—3,0	3,5—4,5
Пятилетки	3,0—3,2	3,3—3,8	4,3—5,3

Кормление ремонтного молодняка проводят из расчета 7—10 % для трехлеток и 5—7 % для четырехлеток и пятилеток. Для хозяйств, имеющих небольшие стада производителей и ремонтного молодняка, допускаются отклонения от описанной выше схемы. К двухлеткам можно подсаживать четырехлеток, к трехлеткам подсаживают пятилеток, т. е. выращиваемые совместно рыбы различаются по возрасту на два года.

ОТБОР ПЛЕМЕННОГО МОЛОДНЯКА И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Отбор — важнейший метод племенной работы. К отбору каждого вида и породы предъявляются различные требования, обоснованные биологическими особенностями, хозяйственной ценностью рыб и условиями их разведения. Общим является то, что при отборе на племя к рыбе предъявляются самые строгие требования: экземпляры даже с незначительными пороками отбраковываются.

С целью отбора лучших рыб на племя ежегодно проводят бонитировку ремонтного молодняка и производителей.

Массовая селекция карпа включает три обязательных этапа отбора: а) среди годовиков; б) среди двухлетков; в) при переводе из «ремонта» в стадо производителей, т. е. при достижении половозрелости.

На первых этапах отбор ведется по массе рыб с учетом показателей экстерьера. На третьем этапе, кроме того, учитывается степень выраженности признаков половозрелости.

Коэффициенты отбора на первых двух этапах приняты следующие: для годовиков — до 50 %, для двухлетков — до 10 %. На третьем этапе коэффициенты отбора приняты: для молодых самок — до 25 % и самцов — 50 %.

Напряженность отбора (%) рассчитывается по формуле

$$V = \frac{n \cdot 100}{N}$$

где V — коэффициент напряженности отбора; n — число отобранных особей; N — число выращенных особей.

Бонитировка производителей производится весной, с освобождением зимовальных прудов от льда.

При работе (вылов, пересадка, транспортировка,

взвешивание и измерение) необходимо обращаться с производителями аккуратно, так как незначительная травма, ссадина могут быть причиной отказа их от нереста.

При совместной зимовке рыб необходимо прежде всего предварительно разделить их по полу, а затем по породной принадлежности и возрастным группам. После этого приступают к комплексной оценке каждого производителя.

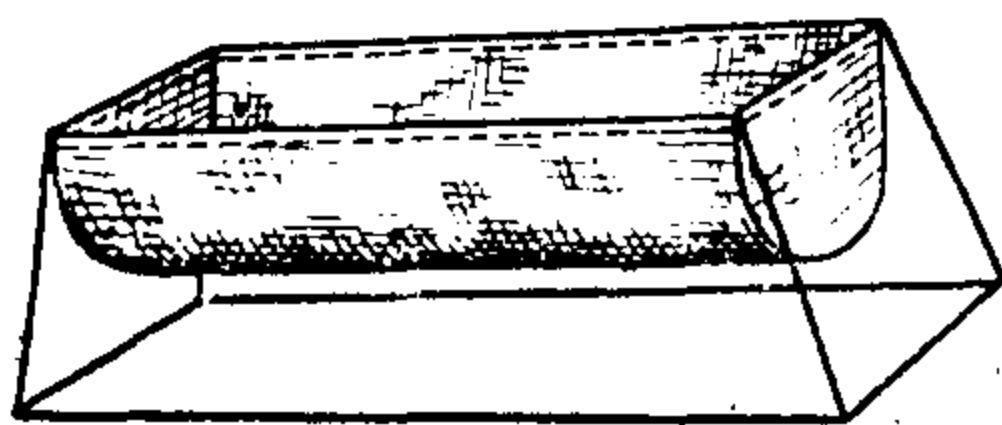


Рис. 56. Люлька для взвешивания производителей

При проведении бонитировки используют специальные рукава для вылова и переноса производителей на короткие расстояния; изготовленные из мешковины длиной 50—70 см носилки и ручные тележки для транспортировки производителей;

автомшины; самоходные шасси, оборудованные брезентовыми чанами.

Породная принадлежность наряду с визуальной оценкой определяется на основе племенных записей.

Половые различия у производителей, содержащихся в хороших условиях, обычно бывают выражены достаточно хорошо. У самцов туловище более удлиненное, чем у самок. Брюхо небольшое, упругое, мясистое. Весной самцы имеют хорошо выраженный брачный наряд (жаберные крышки и плавники покрываются роговыми бугорками). Половое отверстие треугольной формы, втянутое внутрь. У самок брюшко хорошо развито, эластично и мягкое на ощупь. При вертикальном положении (головой вверх) в грудной части брюшка образуется впадина. Половое отверстие у самок перед нерестом становится припухлым с розоватым оттенком.

Масса производителей определяется с точностью ± 50 г. Индивидуальное взвешивание и измерение являются основными показателями при определении классности производителя. Взвешивание производится в люльках (рис. 56), на детских или почтовых весах.

Измерение длины (от конца рыла до основания хвостового стебля) l , высоты H и обхвата O тела и другие промеры проводятся на измерительной доске и с помощью ленты. Основные промеры показаны на рис. 57.

На каждую возрастную и породную группу произво-

Таблица 35. Ведомость индивидуальных показателей производителей в ремонте

Рыбоводное хозяйство _____ Дата _____

Породная принадлежность _____

Категория и возраст рыб _____

№ п/п	Метка	Пол	Возраст	Чешуйчатый покров	Масса, кг	Длина до конца чешуйчатого покрова l , см	Наибольшая высота тела H , см	Наибольшая толщина тела O , см	Индексы экстерьера			Дополн. сведения
									коэффициент упитанности	относительная высота тела	относительная толщина тела	

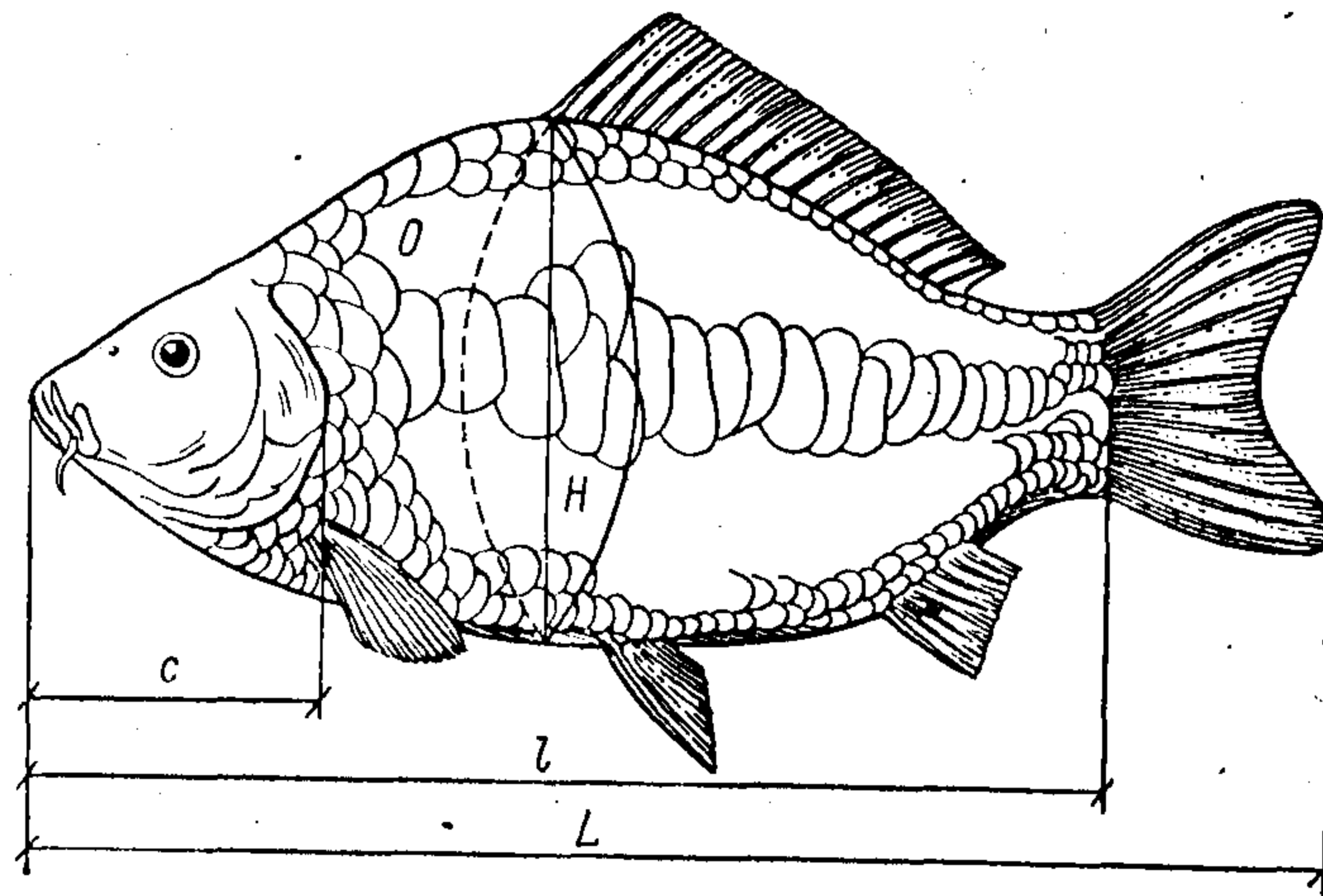


Рис. 57. Схема измерения карпа:

L — общая длина; l — малая длина; c — длина головы; H — высота тела; O — обхват тела

дителей ведется отдельная бонитировочная ведомость. Каждый производитель после визуальной оценки поступает на бонитировочный стол для взятия промеров, которые записывают в ведомость. Затем производится взве-

Производителей разных классов размещают до нереста в разные пруды.

К первому классу относят зрелых производителей, лучших по общей оценке с выраженными половыми признаками. В качестве примера приводится шкала племенной оценки производителей для украинских пород карпа (табл. 36).

Для систематического изучения стада производителей и работы по его улучшению на каждого производителя заполняется паспорт по специальной форме (табл. 37). Проверку племенных качеств производителей можно осуществить в племенных хозяйствах, выращивающих потомство от одной пары или гнезда производителей раздельно на всех стадиях производственного процесса.

ПОДБОР ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

В практике племенного дела отбор и подбор тесно связаны и являются звеньями единого процесса, направленного на постоянное качественное улучшение отдельных стад или пород.

Подбор пар, гнезд, групп проводится на основании данных бонитировки по принципу «лучший к лучшему». В группы подбираются производители, выравненные по возрасту, массе, типу телосложения и характеру чешуйчатого покрова и отнесенные при бонитировке к одному классу.

Перед нерестовой кампанией составляется план по подбору производителей, в котором отражается состав предполагаемых пар или групп, записываются номера самок и самцов, входящих в состав каждой группы, указываются основные бонитировочные данные по каждой особи.

Особое внимание при подборе обращается на то, чтобы самцы и самки не находились в родстве. Распространенный в прудовых хозяйствах инбридинг отрицательно влияет на жизнеспособность и продуктивность рыб. Для исключения инбридинга в массовой племенной работе рекомендуются такие мероприятия, как периодический обмен производителями, переход на двухлинейное разведение, тщательный учет маточного поголовья, надлежащее содержание ремонтного молодняка и производителей.

Большое значение при ведении племенной работы имеет возрастной подбор производителей. Возраст роди-

телей оказывает значительное влияние на целый ряд биологических и хозяйственно-ценных признаков у потомства. С возрастом самок меняется относительная плодовитость и размеры икры, жизнеспособность икры, личинок и старших возрастных групп рыб. При одновозрастном подборе в условиях центральной полосы лучшие результаты были получены от самцов и самок среднего возраста (6—8 лет). Худшее потомство давали производители по первому нересту.

При разновозрастном спаривании, что наиболее часто осуществляется в товарных хозяйствах, качество потомства также зависит от возраста нерестующих рыб. При спаривании впервые нерестующих и старых рыб между собой отмечаются задержка нереста, низкая оплодотворяемость икры, высокий отход икры и личинок, низкий темп роста рыбы.

Систематическое использование в течение ряда поколений молодых самцов и самок (идущих по первому нересту) может привести к значительному ухудшению продуктивных качеств маточного стада.

ГИБРИДИЗАЦИЯ В РЫБОВОДСТВЕ

Под гибридизацией в животноводстве понимают скрещивание разных видов для товарного выращивания или для выведения новых пород животных, сочетающих в себе ценные свойства исходных видов.

В рыбоводстве, как и в других отраслях животноводства, ведутся работы по гибридизации рыб. Наиболее распространена гибридизация карпа с сазаном. Так, скрещивание самок чешуйчатого и рамчатого украинского карпа с самцами сазана показало, что обе гибридные формы как на первом, так и на втором году жизни значительно превосходят украинских карпов по ряду показателей (выходу из зимовки, рыбопродуктивности).

Определенный интерес представляют гибриды между карпом и карасем. Хотя гибрид растет медленнее, чем карп, но превосходит его по жизнеспособности.

В последние годы проводятся исследования по гибридизации растительноядных рыб. При скрещивании белого и пестрого толстолобиков получены гибриды, отличающиеся от исходных видов строением фильтрационного аппарата. Гибридная молодь имеет и более высокую выживаемость.

Явление гетерозиса, наблюдающееся при гибридизации, отмечено у лососевых и сиговых рыб. В США при скрещивании проходного стальноголового лосося и озерной форели получен гибрид, растущий в несколько раз быстрее исходных форм и достигающий за первый год жизни массы 1 кг.

Большой интерес представляют гибриды осетровых рыб. Плодовитый гибрид, полученный от скрещивания самки белуги с самцом стерляди (бестер), сочетает быстрый рост белуги и раннее созревание стерляди.

МЕЧЕНИЕ РЫБ

Мечение рыб — один из необходимых методических элементов племенной работы любого направления — следует проводить с двухлетнего возраста.

Наиболее распространенные способы мечения — клеймение и обрезание плавников.

Для клеймения рыб используют специальное приспособление (рис. 58). Матрицы нагревают до темно-красного цвета или охлаждают до низких температур, а затем прижимают к телу рыбы выше боковой линии на 1—2 см.

Серийное мечение проводят в возрасте двух полных лет весной перед посадкой на нагул. Индивидуальный номер присваивается производителям при переводе их в основное стадо из ремонта.

При использовании этого способа производителей следует клеймить в момент посадки на нагул после проведения нереста.

Мечение путем подрезания плавников (грудных, брюшных, хвостовых) является наиболее простым способом группового мечения. Плавники следует подрезать примерно на половину длины их лучей.

В течение первого же сезона плавники отрастают, но на месте метки остается хорошо заметный ровный рубец, который сохраняется на протяжении 2—3 лет. По мере отрастания плавников метки надо подновлять.

Все большее распространение в последнее время получает способ мечения рыб холодно- и тепловодорастворимыми проционовыми красителями, применяющимися в текстильной промышленности.

Наряду с групповым можно проводить и индивидуальное мечение рыб сочетанием красок разного цвета и

в разных местах их введения. Место введения раствора и принятое цифровое обозначение показаны на рис. 59. Для мечения используют 2,5 %-ный раствор краски. Раствор красителя набирается в шприц и вводится под кожу на брюшке между грудными и брюшными плавниками. Метки сохраняются в течение 2—3 лет, затем их восстанавливают.

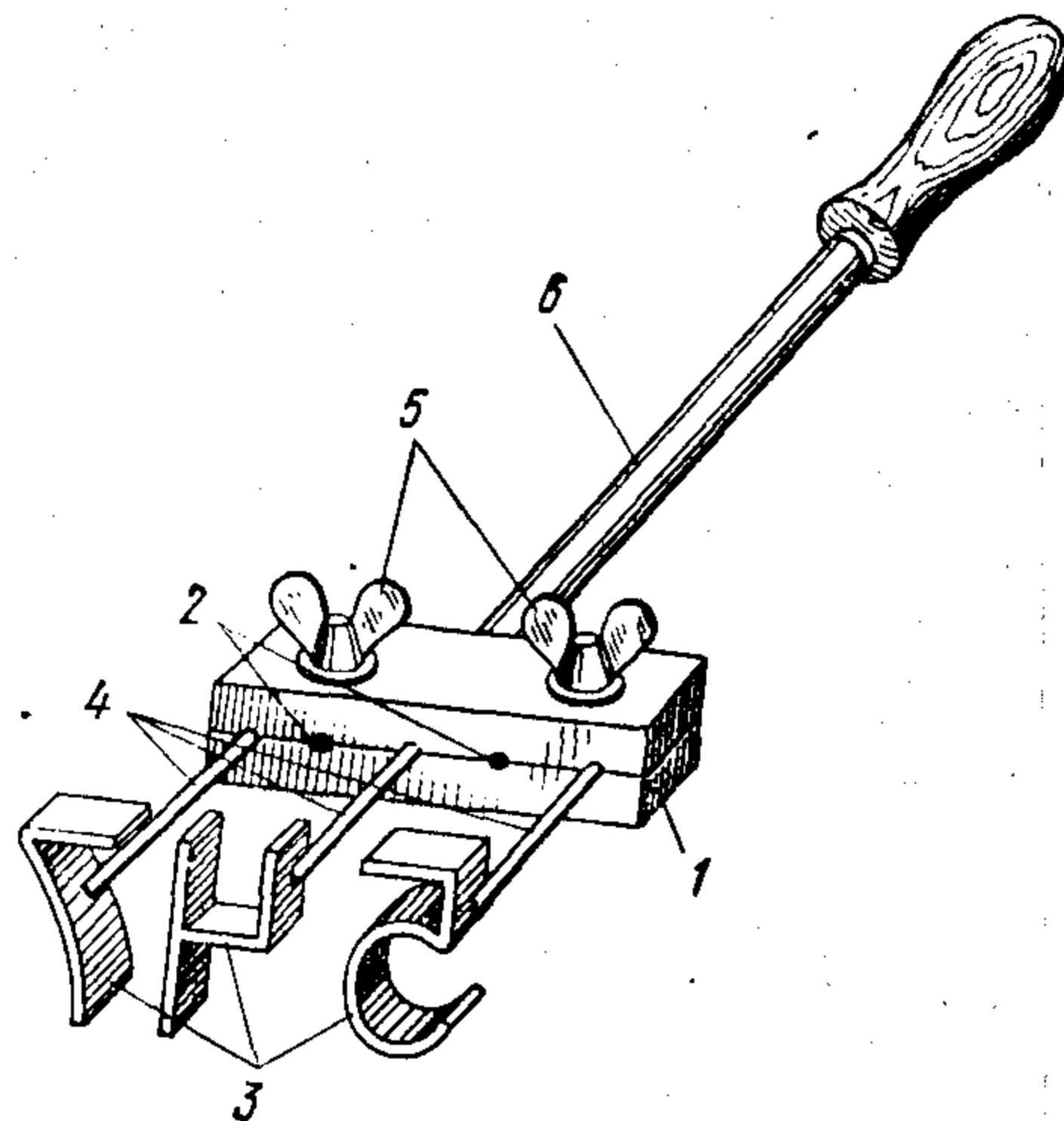


Рис. 58. Приспособление для мечения рыб:

1 — державка; 2 — отверстие для закрепления матриц; 3 — матрицы; 4 — штоки; 5 — винты; 6 — рукоятка

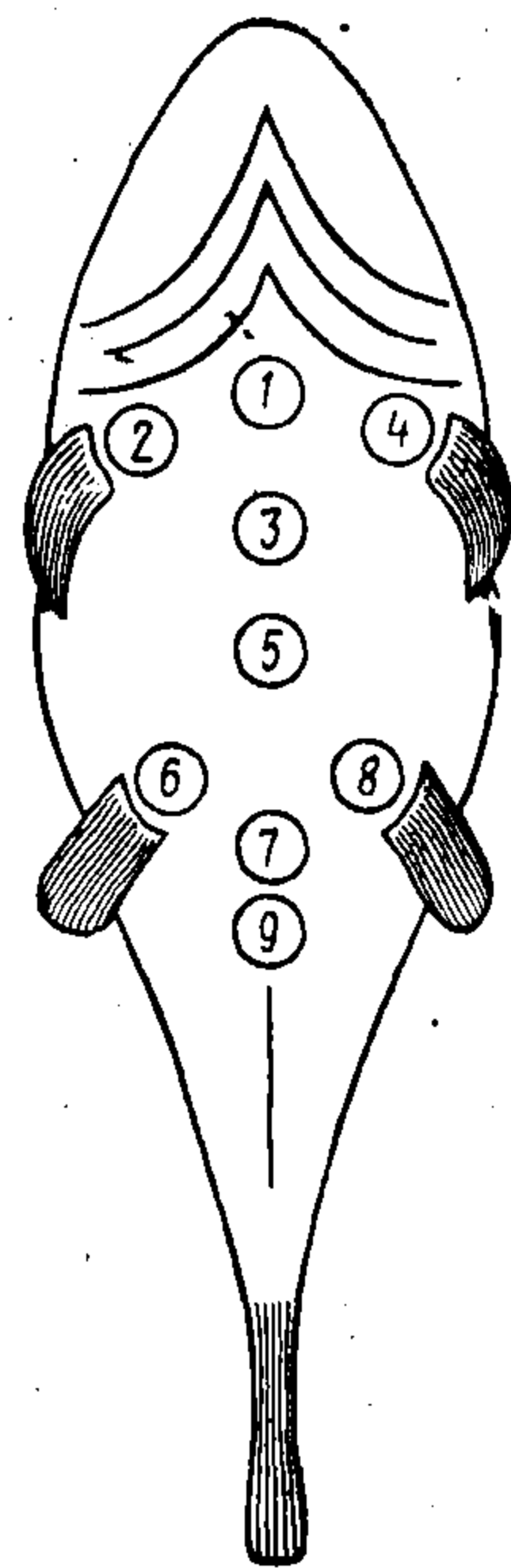


Рис. 59. Мечение рыбы с помощью красителей (схема)

РЫБОВОДНЫЕ РАСЧЕТЫ

Пример расчета потребного количества ремонтного молодняка и площади прудов для племрассадики. 1. Мощност хозяйства — 200 гнезд производителей. Необходимо рассчитать потребное количество ремонтного молодняка и площадь прудов.

При нормах отбора, рекомендуемых инструкцией по племенной работе, для комплектования одного гнезда производителей должно быть выращено не менее 250 сеголетков и отобрано на племя 50—100 годовиков и 10 двухлетков.

В данном случае численность ремонтного молодняка составит:
 а) сеголетков $250 \cdot 200 = 50\,000$ шт; б) годовиков $50 \cdot 200 = 10\,000$ шт; в) двухлетков $10 \cdot 200 = 2\,000$ шт.

С учетом возможных потерь и корректирующего отбора до половой зрелости будет доведено около 80%, или

$$\frac{200 \cdot 80}{100} = 1600 \text{ шт.}$$

При переводе в маточное стадо из каждых 100 самцов отбираются на племя 50, из 100 самок—25. При равном количестве самцов и самок в ремонтном стаде количество самцов составит $800 : 2 = 400$ шт; самок — $800 : 4 = 200$ шт.

2. Необходимо рассчитать площадь летних и зимних прудов для ремонтного молодняка и производителей (мощность хозяйства — 200 гнезд производителей):

а) площадь выростных прудов (при плотности посадки 30 тыс. шт/га и выходе 70%)

$$\frac{50 \cdot 100}{30 \cdot 70} = 2,4 \text{ га;}$$

б) площадь прудов для выращивания двухлетков с учетом посадки годовиков 1000 шт/га

$$10\,000 : 1000 = 10 \text{ га;}$$

в) площадь прудов для выращивания трехлетков

$$2000 : 500 = 4 \text{ га;}$$

г) площадь прудов для четырехлетков (с учетом потерь и корректирующего отхода количество четырехлетков 1600 шт).

$$1600 : 400 = 4 \text{ га;}$$

д) площадь прудов для производителей

$$600 : 250 = 2,4 \text{ га;}$$

е) для зимнего содержания ремонтного молодняка и производителей потребуется иметь следующие площади:

$$\text{для сеголетков } 50\,000 : 500\,000 = 0,1 \text{ га;}$$

$$\text{двухлетков } \frac{2000 \cdot 0,7}{10\,000} = 0,14 \text{ га;}$$

$$\text{трехлетков } \frac{2000 \cdot 2}{10\,000} = 0,4 \text{ га;}$$

$$\text{четырёхлетков } \frac{1600 \cdot 3}{100\,000} = 0,48 \text{ га;}$$

$$\text{производителей } \frac{600 \cdot 5}{10\,000} = 0,3 \text{ га.}$$

Итого: площадь летних прудов $2,4 + 10 + 4 + 4 + 2,4 = 22,8$ га; площадь зимних прудов $0,1 + 0,14 + 0,4 + 0,48 + 0,3 = 1,38$ га.

Определение породной принадлежности у карпа. 1. Измерить, взвесить и рассчитать индексы для определения основных экстерьерных показателей, характеризующих породу рыбы.

Таблица 38. Показатели экстерьера производителей разных породных групп

Породные группы	Коэффициент упитанности		Индекс высоты тела		Индекс толщины тела	
	самки	самцы	самки	самцы	самки	самцы
Беспородные карпы	3,0—3,4	2,7—3,1	2,6—2,8	2,7—2,9	18—23	17—22
Карпы украинские	3,1—3,6	3,0—3,5	2,2—2,7	2,3—2,8	—	—
Ропшинские карпы и другие группы с наличием наследственных признаков амурского сазана	2,3—3,0	2,2—2,6	2,9—3,3	2,9—3,3	15—20	15—20
Сазаны амурские	2,4—2,8	2,2—2,7	3,2—3,6	3,2—3,6	15—18	15—18

2. Сравнить полученные показатели с показателями экстерьера пород карпа (табл. 38) и установить принадлежность данной рыбы к той или иной породе.

Необходимые оборудование и материалы: измерительная доска, чертежные угольники, препаровальные иглы, весы, люльки для взвешивания производителей; кюветы; сантиметровые ленты.

Клеймение рыбы. Цель занятий — освоить практически различные методы клеймения рыбы. Ознакомить с методом горячего клеймения, подрезания плавников и использования холодноводорастворимых проционов красителей.

Необходимые оборудование и материалы: приспособления для горячего клеймения рыбы, нагревательный прибор, шприцы медицинские объемом на 5—10 мл, ножницы, порционные красители.

Глава 8

КОМБИНИРОВАННЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ТЕПЛОВОДНОГО ПРУДОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Прудовое рыбоводное хозяйство можно вести в комплексе с другими отраслями сельскохозяйственного производства. Комплексное использование прудов и ирригационных систем для нужд земледелия, животноводства и рыбоводства позволяет поднять экономическую эффективность работы колхозов и совхозов, рентабельно использовать даже небольшие по площади пруды. Наибольшее распространение в рыбоводстве получили такие формы комбинированного хозяйства, как рисо-рыб-

ное и рыбоводно-утиное. Для целей рыбоводства используются оросительные водоемы, торфяные карьеры, геотермальные воды и водоемы-охладители тепловых электростанций.

РЫБОВОДСТВО НА ТОРФЯНЫХ КАРЬЕРАХ

Использование торфяных карьеров для выращивания рыбы имеет большое народнохозяйственное значение. В нашей стране сотни тысяч гектаров торфяных карьеров.

Для целей рыбоводства подходят торфяные выработки низинных болот. Особенности биотехники разведения и выращивания рыбы, а также строительства прудов определены своеобразным гидрохимическим, гидрологическим и гидробиологическим режимом торфяных карьеров.

Так, при строительстве зимовальных прудов рекомендуется торфяную залежь выбирать до минерального грунта, пруды делают каналобразной формы со смешанной воды один раз в 3—5 сут и обязательной аэрацией поступающей воды. Нерестовые пруды строят на участках с невыработанным торфом. Торфяные карьеры имеют невысокую естественную рыбопродуктивность, которая составляет 50—100 кг/га. При применении методов интенсификации — удобрения карьеров, кормлении рыбы — получают 7—10 ц/га рыбы.

РИСО-РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Выращивание рыбы возможно как на чеках (рисовых полях), занятых под посевами риса, так и на свободных от посевов риса и других культур, или так называемых чеках водного пара. Последнее направление весьма перспективно.

Рисовые поля представляют собой своеобразные водоемы. При использовании их для выращивания рыбы необходимо провести дополнительную отсыпку дамб, с тем чтобы уровень воды был не ниже 0,6—0,8 м.

В чеки выпускают карпа, белого амура, белого толстолобика. Карп поедает семена сорных трав, белый амур — водные сорняки, и это способствует, таким образом, снижению засоренности полей и увеличению в последующие годы урожайности риса.

При севопольном севообороте — рис, рис, люцерна, люцерна, рис, рис, рыба — урожайность риса после выращивания рыбы повышается на 5—6 ц/га по сравнению с полями, где предшественниками были зернобобовые культуры. Ниже представлены нормы посадки рыбы в чеки водного пара:

Вид рыбы	Средняя масса, г	Плотность посадки, шт/га
Карп	50	1200—1500
Белый амур	120—140	50—60
Белый толстолобик	60	600—700

При указанных нормах посадки с 1 га рисового чека получают 10—12 ц рыбы.

Наряду с выпуском рыбы в рисовые чеки практикуется выпуск ее в водоподающие и сбросные каналы. Сильная зарастаемость оросительных систем рисовых полей ведет к значительным потерям воды, обмелению каналов и требует значительных затрат на их очистку.

Выращиваемые в каналах белый амур и карп производят биологическую очистку их и дают дополнительную продукцию. Для подавления водной растительности целесообразно использовать двух- и трехлетков амура. В зависимости от зарастаемости пруда плотность посадки составляет 150—400 шт/га. При выпуске белого амура массой 80—100 г плотность посадки рыб следует увеличить в 3—4 раза. На оросительных каналах можно получать в пересчете на 1 га площади 1,5—2 ц рыбы, а с применением кормления продукция может быть повышена в 4—5 раз.

РЫБОВОДНО-УТИНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Большой хозяйственный интерес представляет совместное выращивание рыбы и уток. Это дает двойную продукцию и, кроме того, оказывает положительный эффект на выращивание как рыбы, так и уток.

Утки удобряют пруды, уничтожают вредителей рыб и их конкурентов в питании, что положительно сказывается на развитии естественной кормовой базы и значительно повышает рыбопродуктивность прудов (40—60%). Водный выгул позволяет экономить концентрированные корма.

Выращивают уток пекинской породы. Выгул уток разрешается только на нагульных прудах, в которых

не наблюдается заболевание карпа краснухой или жаберной гнилью. Плотность выпуска уток зависит от количества растительности в водоеме, его проточности, глубины, а также гидрохимического режима. Для рыбоводных прудов принята в среднем норма посадки 200—250 голов на 1 га водной площади с глубинами до 1 м.

Утят начинают выращивать через месяц после выпуска рыбы в пруды. За летний период на прудах можно выращивать 2—3 партии уток. Товарная масса одной утки 2—2,5 кг. Размещают утят в колоннальных домиках при плотности 20—25 утят на 1 м² площади пола.

Выпуск рыбы в пруды проводят сразу же после разгрузки зимовалов. Плотность посадки годовиков карпа и растительноядных рыб 4500—5500 шт/га, причем 2500—2900 шт/га приходится на долю карпа. Посадку можно рассчитать по формуле

$$x = \frac{(ПГ + 0,4ПГ_1) \cdot 100}{(B - \vartheta) p}$$

при $П$ — естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га; $Г$ — площадь пруда, га; $Г_1$ — площадь пруда с глубиной до 1 м, га; 0,4 — повышение естественной рыбопродуктивности за счет выгула уток (40 %); 100 — постоянный расчетный коэффициент; B — планируемая средняя штучная масса рыбы, кг; ϑ — масса рыбы при посадке в нагульные пруды, кг; p — планируемый выход двухлетков к осени, %.

При разработанной биотехнике совместного выращивания рыбы и уток получают в южных районах до 30 ц товарной рыбы и 6—10 ц утиного мяса с каждого гектара водной площади. В центральных районах выход рыбной продукции с 1 г 10—16 ц и утиного мяса 4—6 ц.

Методы расчета посадки рыбы в рыбоводно-утином хозяйстве.

Расчет. Определить количество рыбопосадочного материала в нагульные пруды общей площадью 250 га, а также рассчитать потребное количество утят при выращивании их в две партии. Площадь с глубинами до 1 м в прудах 65 %. Естественная рыбопродуктивность прудов 200 кг/га. Повышение естественной рыбопродуктивности за счет выгула утки предполагается на 40 %. Плотность посадки утят 200 шт. на 1 га площади пруда с глубинами до 1 м. Средняя масса годовиков 30 г. Пла-

нируемая средняя масса двухлетков 500 г. Выход рыбы из прудов 80 %.

1. Определяют водную площадь с глубинами до 1 м:

$$250 \text{ га} - 100 \% \quad x = \frac{250 \cdot 60}{100} = 150 \text{ га.}$$

$$x - 60 \%$$

2. Рассчитывают необходимое количество утят на водную площадь, равную 150 га; при условии, что в течение сезона будут выращены две партии уток:

$$200 \cdot 150 \cdot 2 = 60\,000 \text{ уток.}$$

3. Количество рыбопосадочного материала, потребное для зарыбления прудов, определяют, пользуясь формулой

$$x = \frac{(ПГ + 0,4ПГ) 100}{(B - \vartheta) p} = \frac{(200 \cdot 250 + 0,4 \cdot 200 \cdot 150) \cdot 100}{(0,5 - 0,03) \cdot 80} = 165\,000 \text{ годовиков}$$

ВЫРАЩИВАНИЕ РЫБЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ И СБРОСНЫХ ВОД ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Эффективность прудового рыбоводства находится в большой зависимости от географической зоны расположения хозяйства и от сложившихся погодных условий. Недостаток тепла неблагоприятно сказывается на росте рыб и рыбопродуктивности прудов.

В связи с этим все большее внимание обращается на использование естественных и промышленных теплых вод для рыбохозяйственных целей. Температура сбросных вод тепловых и атомных электростанций большую часть года на 8—10 °С выше температуры естественных водоемов, расположенных в том же районе. Это позволяет значительно интенсифицировать рыбоводство и выращивать рыбу круглый год.

Наиболее разработанный в настоящее время способ — выращивание рыбы в бассейнах с теплой сбросной водой или садках, установленных в водоеме-охладителе тепловой электростанции. В производственных условиях при использовании полноценных кормов получают по 100 кг рыбы и более на 1 м² площади садка, т. е. примерно в 1000 раз больше того, что получают в среднем в прудовых условиях. Схема бассейнового хозяйства приводится на рис. 60.

интенсивном выращивании форели — постоянная проточность воды и хороший кислородный режим.

СОДЕРЖАНИЕ МАТОЧНОГО СТАДА

Племенное стадо в форелевом хозяйстве состоит из особей в возрасте 3—7 лет массой не ниже 600 г с хорошей упитанностью и специфичной окраской. Содержат производителей в специальных маточных прудах при проточности 5—10 л/с на 100 производителей.

Размер маточного стада определяется по выходу товарной продукции и плодовитости самок из расчета рабочей плодовитости (1200 икринок). В прудах форель не размножается, поэтому полученную от созревших производителей икру осеменяют и инкубируют в аппаратах, размещенных в инкубационном цехе.

Ежегодно проводится обновление маточного стада. Выбраковка составляет 25 %. Маточное стадо пополяется за счет ремонтной группы. На каждого производителя, выбывающего по возрасту, необходимо выращивать: сеголетков — 24 шт., двухлетков — 12 шт. и трехлетков — 4 шт. Сеголетки, отбираемые в ремонтную группу, должны иметь массу 30—40 г осенью и 100—120 г весной; двухлетки — 250—300 г осенью и 350—450 г весной; трехлетки — 500—600 г осенью и 600—700 г весной.

Маточное стадо в зависимости от принятой технологии выращивают в прудах или бассейнах. Пруды для содержания производителей имеют площадь 200—1000 м², глубину 1,5—2,0 м с проточностью 1000—1500 л/с на 1 га. Плотность посадки производителей и ремонтного молодняка 1—2 шт/м².

В маточных прудах должно быть достаточно естественной пищи. Кроме того, производителей подкармливают хорошо сбалансированными кормовыми смесями. Количество корма составляет 1,5—2,0 % от массы рыбы. Корм прекращают давать за месяц до получения половых продуктов.

ПОЛУЧЕНИЕ ЛИЧИНОК

Нерестовый период у радужной форели в центральных районах проходит в марте — апреле. Перед нерестом производителей разделяют по полу, степени зрелости и

помещают в проточные бассейны при плотности посадки 10—15 шт/м² и с водообменом 55—60 л/мин.

Для оплодотворения отбирают особей с созревшими половыми продуктами. Икру берут отцеживанием. Осеменяют икру сухим способом. Для этого у 3—5 самок выдавливают икру в чистый эмалированный таз. Затем берут 2—3 самца и отцеживают сперму на икру, осторожно помешивая гусиным пером. Через 2—3 мин

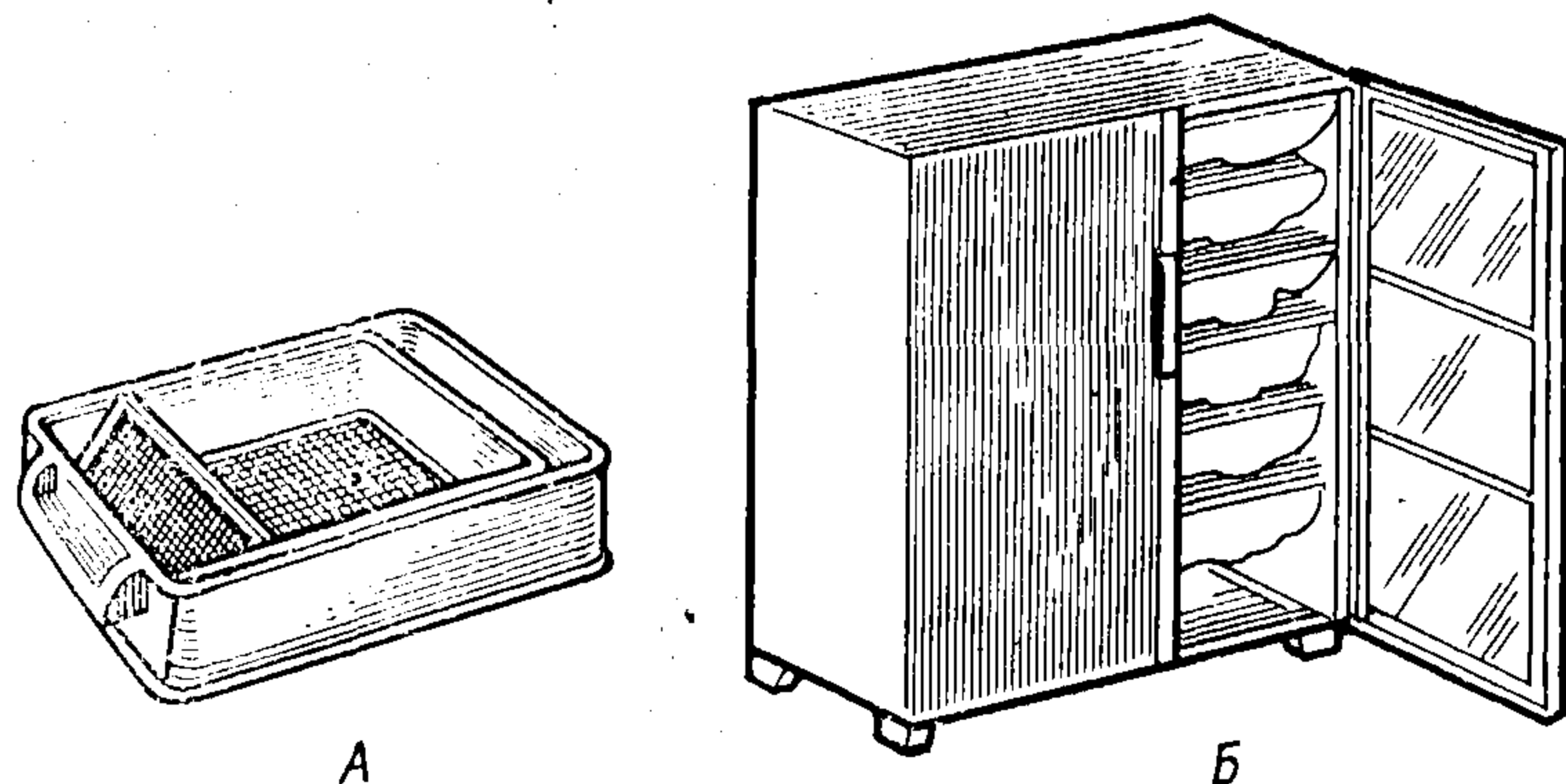


Рис. 61. Инкубационные аппараты:
А — аппарат Шустера; Б — аппарат лоточного типа

к икре добавляют немного воды и снова перемешивают. За это время происходит процесс оплодотворения икры.

Оплодотворенную и набухшую икру, отмытую от полостной жидкости, помещают в специальные инкубационные аппараты, в которых она находится до выклева. Для инкубации икры используют как горизонтальные аппараты (Аткинса, Шустера), так и вертикальные (системы ИМ или ИВТ) (рис. 61).

После загрузки аппаратов производится тщательная профилактическая обработка раствором малахитового зеленого. В зависимости от температуры инкубация продолжается 45—65 дн (330—360 градусо-дней). Температура воды в период инкубации должна быть около 10 °С, рН 7—7,2, содержание кислорода не ниже 7,0 мг/л.

После выклева личинки находятся в неподвижном состоянии 8—12 дн. При рассасывании желточного мешка на 50 % от первоначальной величины возникает пот-

ребность в дополнительном питании. Молодь, до этого содержащаяся в лотковых аппаратах, переводят в бассейны, выращивая ее при плотности посадки до 20 тыс. личинок на 1 м². В процессе выращивания мальков должно быть организовано рациональное кормление. Кормление проводят не реже 8—10 раз в сутки. Личинкам дают в первые дни протертый куриный желток, затем скармливают протертую селезенку и другие корма.

В процессе выращивания молодь периодически сортируют по размерно-весовым группам. По достижении мальками массы 3—5 г их пересаживают в выростные пруды.

ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ И СТОЛОВОЙ РЫБЫ

Посадка мальков в выростные пруды проводится из расчета 50—200 шт/м². К осени молодь достигает массы 15—20 г. Зимовку форели проводят в выростных или нагульных прудах. Плотность посадки на зимовку 100—150 шт/м². К весне годовики достигают массы 40—70 г. Отход за время зимовки не превышает 10 %.

В нагульные пруды годовиков сажают из расчета 50—70 шт/м². К осени двухлетки имеют массу 130—150 г. Выход двухлетков из нагульных прудов 90—95 % от посадки годовиков (табл. 39). Обязательным условием для выращивания форели является сортировка рыбы.

Таблица 39. Примерные нормативы разведения и выращивания форели

Производственные процессы	Плотность посадки	Количество воды, л/мин	Выживание, %
Инкубация икры в лотках от оплодотворения до выклева личинок	4 икринки на 1 см ² сети	0,2—0,4 на 1000 икринок	80
Инкубация в аппарате ИМ	300 тыс. икринок	6	80
Выдерживание личинок в аппаратах до 15-дневного возраста	12 тыс. на 1 м ²	0,2 на 1000 личинок	90
Выращивание мальков в бассейнах до массы 1,5—3,0 г	5000 шт/м ²	0,3 на 1000 мальков	95
Выращивание сеголетков в прудах	150—200 шт/м ²	3 на 1000 сеголетков	85
Содержание сеголетков зимой	До 150 шт/м ²	4 на 1000 сеголетков	95

При высоких плотностях посадки форели в пруды естественная пища играет небольшую роль в ее питании. Основное значение при выращивании форели имеют вносимые в пруды корма. Поэтому к составу и качеству кормосмесей предъявляются высокие требования.

Форель, как хищная рыба, нуждается в пище, основанной на компонентах животного происхождения. Основу рациона форели составляют рыбная мука (до 50 %) или свежая рыба, мясо-костная мука, селезенка, шроты масличных культур, пшеничная мука, зерноотходы, гидролизные дрожжи, сухой обрат, кровяная мука, фосфатиды, растительное масло, витамины, антибиотики и прочие продукты.

Корма готовят в виде пастообразной массы или гранул. Пастообразные корма намазывают на вертикальные сетчатые кормушки. Гранулированные корма разбрасываются по поверхности воды вручную или пневматическими кормораздатчиками. Применяются автоматические кормушки.

Количество пастообразного корма для личинок составляет 15—30 % от их массы. Гранулированный корм применяют из расчета 4—7 % от массы тела при температуре 5—10 °С и 8—12 % при температуре 10—20 °С. Для мальков форели рекомендуется следующая кормовая смесь РГ-2М:

Ингредиенты	Количество, %
Мука:	
рыбная	46,0
мясо-костная	9,0
кровяная	5,0
Обрат сухой	9,0
Дрожжи гидролизные	4,0
Шрот:	
соевый	6,0
подсолнечниковый	2,0
Мука:	
пшеничная	11,0
сенная	2,0
водорослевая	1,0
Масло растительное	4,0
Премикс (комплекс витаминов)	1,0
Протеин:	
животный	38,5
растительный	5,9
Жиры, %	9,3
Углеводы	20,5
Из них клетчатки	1,5
Общая энергия (с учетом переваримости), ккал/кг	2850

Таблица 40. Суточная норма кормления пастеобразными кормами молодн форели, % к массе тела (по Дьюэлу)

№	Масса, г										25 и выше
	0,18	0,18—1,5	1,5—5,1	5,1—12,0	12—23	23—39	39—62	62—92	92—130	130—180	
Температура, °С	Длина, см										25 и выше
	до 2,5	2,5—5,0	5,0—7,5	7,5—10,0	10,0—12,5	12,5—15	15—17,5	17,5—20	20—22,5	22,5—25	
2	5,1	4,3	3,4	2,5	1,9	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0
3	5,6	4,7	3,7	2,8	2,1	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0
4	6,1	5,1	4,0	3,0	2,3	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0
5	6,6	5,5	4,4	3,3	2,5	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	0
6	7,2	5,9	4,8	3,6	2,7	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1
7	7,7	6,4	5,1	3,9	2,9	2,4	1,9	1,6	1,5	1,2	1
8	8,4	6,9	5,6	4,2	3,1	2,5	2,1	1,7	1,6	1,3	1
9	9,1	7,5	6,0	4,5	3,4	2,7	2,3	1,9	1,7	1,5	1
10	9,9	8,1	6,5	4,5	3,6	2,9	2,5	2,1	1,8	1,6	1
11	10,4	8,8	7,0	5,3	3,9	3,2	2,7	2,3	2,0	1,7	1
12	11,5	9,6	7,7	5,7	4,3	3,4	2,9	2,4	2,2	1,9	1
13	12,4	10,3	8,3	6,2	4,8	3,7	3,1	2,6	2,4	2,1	1
14	13,4	11,2	9,0	6,8	5,1	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	2
15	14,5	12,1	9,7	7,3	5,5	4,4	3,6	3,1	2,7	2,4	2
16	15,6	13,0	10,5	8,0	6,1	4,8	3,9	3,3	2,9	2,6	2
17	16,7	13,9	11,2	8,7	6,6	5,2	4,1	3,5	3,1	2,8	2
18	17,8	14,8	12,0	9,3	7,2	5,6	4,4	3,7	3,3	3,0	2
19	18,8	15,7	12,8	10,0	7,8	5,9	4,6	3,9	3,5	3,2	2
20	19,9	16,5	13,5	10,7	8,4	6,3	4,9	4,1	3,8	3,5	3

Ниже приводится состав витаминов, входящих в премикс (рецепт премикса):

Название витаминов	Количество витаминов на 1 кг премикса
A — ретинол	1 500 000 и. е.
D ₃ — эргокальциферол	300 000 и. е.
E — токоферол	2,9 г
K ₃ — филлохинол	0,5 г
S — аскорбиновая кислота	50,0 г
B ₁ — тиамин	1,5 г
B ₂ — рибофлавин	3,0 г
B ₃ — пантотеновая кислота	5,0 г
B ₄ — холин-хлорид	150,0 г
B ₅ — РР — никотинамид	17,5 г
B ₆ — пиридоксин	1,5 г
B ₁₂ — цианкобаламин	0,005 г
BC — фолиевая кислота	0,5 г
N — биотин	0,25 г
Антиоксидант (сантохин, дилудин)	12,5 г

Для кормления двухлетков используют кормосмеси с несколько меньшим содержанием протеина и более дешевые. Приводим рецепты сухих гранулированных кормов для товарной форели, %:

Ингредиенты	№ 1	№ 2	№ 3
Мука:			
рыбная	45,0	30,0	50,0
мясо-костная	10,0	1,0	10,0
кровяная	5,0	2,0	5,0
пшеничная	17,0	10,0	19,0
травяная	4,0	2,0	—
водорослевая	1,0	1,0	—
Шрот подсолнечный	8,0	40,0	—
Дрожжи кормовые	5,0	7,0	15,0
Фосфатиды (или масло нерафинированное подсолнечное)	4,0	6,0	—
Премикс	1,0	1,0	1,0

Суточная норма кормления форели зависит от температуры воды, массы и размера форели (табл. 40).

РЫБОВОДНЫЕ РАСЧЕТЫ

Методы учета количества икры. Для учета количества икры используют объемный и весовой методы.

При учете икры по *объемному методу* обычно используют мерные кружки емкостью 0,5—1,0 л и мерные стаканчики на 1—5 см³. Сначала измеряют объем всего количества икры. Затем заполняют икрой мерный стаканчик и считают в нем икринки. Для установления

средней величины рекомендуется подсчет повторить три раза. Зная количество икринок в определенном объеме стаканчика, устанавливают количество икринок во всем измеренном объеме взятой от самок икры.

Расчет. 1. Объем всего количества икры равен 1,5 л; в 5 см³ стаканчика содержится 500 икринок; тогда общее количество икринок составит $100 \cdot 1500 = 150\,000$ шт.

При *весовом методе* первоначально взвешивают все количество взятой от самок икры; затем берут 2—3 небольших порции икры. Навеска зависит от размера икры. Если икра мелкая, берут порции по 0,2—0,4 г, средняя — 0,5—3,0 г, крупная — 10—20 г. Икру взвешивают и просчитывают. В каждой порции определяют среднее количество икринок в 1 г. Зная количество икринок в 1 г икры, устанавливают количество всей икры.

2. Общая масса, взятой от самки икры равна 2,5 кг, а в 1 г содержится в среднем 90 икринок. Следовательно, общее количество икринок, полученное от одной самки, составит $90 \cdot 2500 = 225\,000$ шт.

Определение плодовитости у рыб. Различают абсолютную (общую), относительную и рабочую плодовитость.

Абсолютная плодовитость — количество икринок, находящихся в яичниках самки, которые могут быть выметаны в нерестовый период данного года.

Обычно ее устанавливают весовым методом учета икры. Для этого у взвешенной и измеренной рыбы вынимают яичники, взвешивают, от них берут навеску от 0,2 до 10 г (в зависимости от размеров икринок) и подсчитывают число икринок в ней. Размер икринок в различных частях яичников может быть различным, поэтому берут не менее трех порций икры из различных участков яичника и производят подсчет икринок. Затем определяют среднее количество икринок в 1 г, что дает возможность установить абсолютную плодовитость.

Расчет. 1. Икра в двух яичниках весит 1 кг; в 1 г содержится 800 икринок; отсюда абсолютная плодовитость равна $800 \cdot 1000 = 800\,000$ тыс. икринок.

Абсолютную плодовитость у порционно нерестующих рыб можно определить просчетом икринок по каждой порции, которая может быть выметана в данном году. Общее количество икринок в этих порциях дает искомую величину абсолютной плодовитости.

Величина абсолютной плодовитости у самок одного и того же вида рыб повышается с увеличением их размеров, массы, возраста и улучшением условий их обитания, в частности питания.

Абсолютная плодовитость у рыб разных видов, разводимых в прудах, существенно различается: наиболее высокая — у карповых рыб, наименьшая — у лососевых.

В качестве показателя, характеризующего индивидуальную плодовитость, используется также *относительная плодовитость*, т. е. число икринок, приходящихся на единицу массы (1 г/1 кг) или длины рыбы.

2. Самка карпа массой 7 кг имеет в яичниках 1 млн. 100 тыс. икринок; отсюда относительная плодовитость будет равна $1100 : 7 = 157$ тыс. икринок.

Рабочая плодовитость — количество зрелых икринок, выметанное самкой в данном году в условиях рыбоводного хозяйства или полученное от самки для искусственного осеменения.

Рабочую плодовитость самки, у которой берут икру для искусственного осеменения, устанавливают по объемному или весовому методу учета икры. При массовом взятии икры у производителей определяют среднюю величину рабочей плодовитости.

При проведении естественного нереста рабочую плодовитость устанавливают следующим путем. Перед посадкой данного вида рыб на нерест вскрывают определенное количество самок (в зависимости от количества используемых производителей) и определяют среднюю абсолютную плодовитость. После нереста вскрывают еще некоторое число самок и определяют таким же способом среднее количество не выметанных самкой незрелых икринок. Затем из показателя абсолютной плодовитости вычитают среднее количество не выметанных самкой незрелых икринок и получают среднюю рабочую плодовитость. Обычно этим способом пользуются в нерестово-выростных хозяйствах, где имеют дело с большим количеством производителей.

Определение необходимого количества производителей и ремонтного молодняка. Необходимое количество производителей рассчитывают по выпуску товарной продукции и плодовитости самок с учетом отхода на различных стадиях выращивания. Соотношение самок и самцов принимают равным 3 : 1.

Расчет. Определить маточное поголовье для форелевого хозяйства, выпускающего 650 ц товарной рыбы. Для расчета принимаются следующие нормативные показатели: средняя масса товарной форели—150 г; средняя масса самок—1500 г; относительная плодовитость—1,2 тыс. шт.; отход икры за период инкубации—20%; выход личинок за период выдерживания—80%; выход мальков при выращивании в бассейнах до 3 г—95%; выход сеголетков из выростных прудов—85%; выход годовиков после зимнего подращивания—95%; выход товарной рыбы—90%.

Расчет может быть проведен двумя способами. При первом способе определяется возможный выход товарной продукции от одной самки и дальше рассчитывается необходимое поголовье самок и самцов. При втором способе расчет ведется исходя из заданной мощности с учетом нормативных отходов на разных стадиях выращивания. Рассмотрим первый способ расчета.

1. Определяют количество икры, которое можно получить от одной самки:

$$1200 \cdot 1,5 = 1800 \text{ икринок}$$

2. Рассчитывают выход эмбрионов после инкубации:

$$\begin{array}{l} 1800 - 100\% \\ x - 80\% \end{array} \quad x = \frac{1800 \cdot 80}{100} = 1440 \text{ шт.}$$

3. Выход личинок после их выдерживания составит

$$\begin{array}{l} 1440 - 100\% \\ x - 80\% \end{array} \quad x = \frac{1440 \cdot 80}{100} = 1152 \text{ личинки.}$$

4. Определяют выход мальков после подращивания в бассейнах:

$$\begin{array}{l} 1152 - 100\% \\ x - 95\% \end{array} \quad x = \frac{1152 \cdot 95}{100} = 1094 \text{ малька.}$$

5. Следовательно, выход сеголетков составит

$$\begin{array}{l} 1094 - 100\% \\ x - 85\% \end{array} \quad x = \frac{1094 \cdot 85}{100} = 930 \text{ сеголетков.}$$

6. Отсюда выход годовиков

$$\begin{array}{l} 930 - 100\% \\ x - 95\% \end{array} \quad x = \frac{930 \cdot 95}{100} = 884 \text{ годовика.}$$

7. Определяют выход товарной рыбы (шт. и кг):

$$\text{а) } \begin{array}{l} 884 - 100\% \\ x - 90 \end{array} \quad x = \frac{884 \cdot 90}{100} = 795 \text{ двухлетков;}$$

$$\text{б) } 795 \cdot 150 = 119,2 \text{ кг.}$$

8. Определяют необходимое количество самок:

$$650 \text{ 000 кг} : 119,2 = 546 \text{ самок.}$$

9. Определяют необходимое количество самцов:

$$546 : 3 = 182 \text{ самца.}$$

Таким образом, маточное стадо составит $546 + 182 = 728$ шт., а с учетом резерва (20% самок) общее количество производителей составит $546 : 5 = 109$ шт.; $728 + 109 = 837$ шт.

10. Ремонтный молодняк должен насчитывать при условии замены 25% стада:

$$\text{сеголетков } 210 \cdot 24 = 5 \text{ 040 шт.};$$

$$\text{двухлетков } 210 \cdot 12 = 2 \text{ 520 шт.};$$

$$\text{трехлетков } 210 \cdot 4 = 840 \text{ шт.};$$

$$\text{четырёхлетков } 210 \cdot 3 = 630 \text{ шт.}$$

$$\text{Итого} \quad \underline{\quad\quad\quad} = 6730 \text{ шт.}$$

Глава 10

ПЕРЕВОЗКА ЖИВОЙ РЫБЫ

Развитие рыбоводства во внутренних водоемах, в том числе прудового рыбоводства, связано с расширением объема перевозок живой рыбы.

Перевозки живой рыбы проводятся как внутри хозяйства, так и между хозяйствами. Внутрихозяйственные перевозки живой рыбы связаны с осуществлением технологического процесса выращивания рыбы, когда проводятся пересадки рыбы из одной категории прудов в другую, а также при доставке товарной (столовой) рыбы в торговую сеть. Как правило, внутрихозяйственные перевозки осуществляются на небольшие расстояния и по времени непродолжительны.

Межхозяйственные перевозки рыбы связаны главным образом с транспортировкой посадочного материала (годовиков, сеголетков, личинок) из хозяйств питомников и полносистемных хозяйств, специализирующихся на выращивании молодежи ценных видов рыб, в прудовые и озерные хозяйства. Значительное место в рыбохозяйственной практике занимают перевозки производителей, а также оплодотворенной икры. В последнее время получила распространение и перевозка водных беспозвоночных.

Перевозка живой рыбы связана с соблюдением определенных правил. При межхозяйственных перевозках необходимо разрешение ветеринарной службы на право перевозки. В соответствии с требованиями ветеринарного надзора к перевозке допускается здоровая рыба. Из хозяйств, где распространены заболевания (бранхиомикоз, краснуха, фурункулез, вертеж), вывоз рыбы запрещен. Вся подлежащая перевозке живая рыба подвергается обработке в солевых или аммиачных антипаразитарных

ваннах. Перевозка рыбы допускается в промытой, продезинфицированной 10—20 %-ным раствором хлорной извести таре. Воду, в которой транспортировалась рыба, спускать в водоем не разрешается.

Успех перевозки во многом зависит от подготовки рыбы к ней. До транспортировки ее выдерживают в чистой проточной воде в течение 2—4 ч. За это время с нее смывается налипшая при облове грязь, промываются жабры, освобождается кишечник. Заполняют емкость чистой водой с температурой, равной температуре воды водоема, где находилась рыба. Для охлаждения в пути воды обязателен запас льда. При необходимости смены воды в пути пользуются чистой водой из водоемов (рек, озер, прудов). Вода из колодцев, а также из городских водопроводов (где она хлорируется) для наполнения транспортной емкости не подходит.

Оптимальная температура для перевозки теплолюбивых рыб в летнее время 10—12 °С, холодолюбивых 6—8 °С, а весной и осенью — соответственно 5—6 и 3—5 °С.

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ

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, ванны и изотермические контейнеры; к закрытым — полиэтиленовые пакеты.

Автомашины для перевозки живой рыбы. Автомобиль ГАЗ-53А снабжен автоцистерной емкостью 2400 л. Производительность воздушного компрессора цистерны 10 м³/ч. В передней части цистерны находится емкость, предназначенная для запаса льда (до 100 кг) при необходимости охлаждения воды в цистерне, а также хранения снулой рыбы.

В задней стенке цистерны находится люк диаметром 250 мм с воздушным рукавом. Через рукав молодь рыб можно выпускать в водоем или в садок для живой рыбы.

Перед загрузкой автоцистерны рыбой воду в ней доводят до определенной температуры. Летом ее охлаждают чистым льдом. Для насыщения воды кислородом и удаления из нее углекислоты или хлора перед загрузкой необходимо на 10—15 мин включить аэрационную систе-

му при открытых крышках загрузочных люков. Во время погрузки компрессор должен работать непрерывно. Загрузка рыбы производится через верхние люки. После полной загрузки уровень воды должен быть не ниже 30—40 мм от верхнего конца горловины.

Нормы посадки рыбы и длительность перевозки зависят от температуры воды и содержания кислорода (табл. 41).

Время нахождения рыб в цистерне автомашины с момента отключения аэрационной системы различно и зависит от начального содержания кислорода в воде и ее температуры. Для карповых рыб при рекомендуемых плотностях посадки оно составит 0,1—1,8 ч, осетровых — 0,1—2,6 ч, лососевых — 0,1—2,1 ч.

Следует избегать длительных остановок автомашин, так как это может привести к гибели рыбы в результате дефицита кислорода.

Данные по потреблению кислорода рыбой приводятся в табл. 42. В случае вынужденной длительной остановки автомашины аэрационная система должна работать непрерывно.

Живую рыбу перевозят также автоцистерной на базе водораздатчика ВР-3,0. Ее устанавливают на грузовой автомашине любой марки. Объем цистерны 3,0 м³. Цистерна оборудована компрессором для аэрации воды и выгрузки живой рыбы. Для загрузки рыбы используют лебедку, расположенную в передней части цистерны. Выгрузка рыбы производится через отверстие в нижней части цистерны, к которому присоединяется гибкий шланг.

Съемные контейнеры типа ИКФ-4 и ИКФ-5 устанавливают на грузовые автомашины. Их изготавливают из листового пищевого алюминия объемом 1,8 м³, массой 208 кг. В нижней части контейнера находится люк для выгрузки рыбы. Аэрация осуществляется с помощью бензокомпрессорной установки, смонтированной на платформе автомашины. Контейнеры не имеют термоизоляции, поэтому при температуре окружающего воздуха ниже 0 °С не рекомендуется перевозить в них живую рыбу на большие расстояния. В практике широко используется перевозка рыбы в брезентовых чанах, устанавливаемых на грузовых автомашинах с помощью деревянного каркаса. Размеры брезентового чана можно изменять в зависимости от размера платформы машины.

Вагоны для перевозки живой рыбы. Молодь рыб, производителей, кормовых беспозвоночных перевозят в специальных вагонах типа В-20 и В-329 с двумя резервуарами общей емкостью 30 т. Вода аэрируется при прокачивании ее через 120 форсунок и разбрызгиватель и в виде мелких капель попадает в резервуары. Для снижения температуры воды используют лед. Емкость резервуаров позволяет перевозить до 12 т рыбы.

Рекомендуется предварительно проаэрировать в течение 1 ч воду в резервуарах и не выключать аэрационную систему во время погрузки. В пути желательно отбирать сную рыбу. При перевозке молоди рыб массой 1—20 г всасывающие клапаны насосов и резервуаров обтягивают мелкоячейной капроновой делью или латушной сеткой, для того чтобы не допустить попадания рыбы в магистральные трубы аэрационной системы и засорения форсунок. Для перевозок мелких организмов в цистернах вагонов применяют садки из безузловой мелкоячейной дели. Кормовых беспозвоночных перевозят в садках, установленных на дне резервуара вагона. Садок представляет собой мелкоячейный каркас из прута диаметром 10—12 мм, размером 0,6×1,0×0,6 м, обтянутый капроновым ситом. Количество выпускаемой рыбы в вагоны зависит от индивидуальной массы рыбы, температуры, содержания кислорода.

Так, например, плотность посадки карповых рыб средней массы 20 г при содержании кислорода 5 мг/л составляет при температуре 10°C 1100 кг, при 15°C — 570 кг. Для рыб средней массы 500 г при тех же условиях плотность посадки составит соответственно 2800 и 1400 кг. При увеличении содержания кислорода до 8 мг/л плотность посадки рыбы и продолжительность транспортировки увеличиваются. Время выживания в аварийных условиях при начальном содержании кислорода 5 мг/л составляет 0,5—1,0 ч, а при 9 мг/л — 2,4—8,6 ч.

Авиатранспорт. Дальние перевозки живой рыбы осуществляются с помощью самолетов. Для ближних перевозок используются вертолеты. Для перевозки авиатранспортом применяются изотермические контейнеры и герметические емкости. В первых перевозят оплодотворенную икру, молодь рыб и кормовые организмы.

Контейнеры изготовляют из пенопластовых плит. Масса загруженного контейнера 30—40 кг. Размеры контейнера (158×51×46 см) позволяют производить погруз-

ку их 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. Существует два типа пакетов: стандартные (емкостью 40 л) и крупногабаритные (до 300 л) согласно размерам перевозимых рыб. Пакеты изготовляются из полиэтиленового рукава шириной 40—80 см, толщиной 0,07—0,15 мм. Стандартный пакет объемом 40 л изготовляют из рукава шириной 50 см, длиной 95 см. Для увеличения надежности пакетов их изготовляют 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 (рис. 62); 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 па-

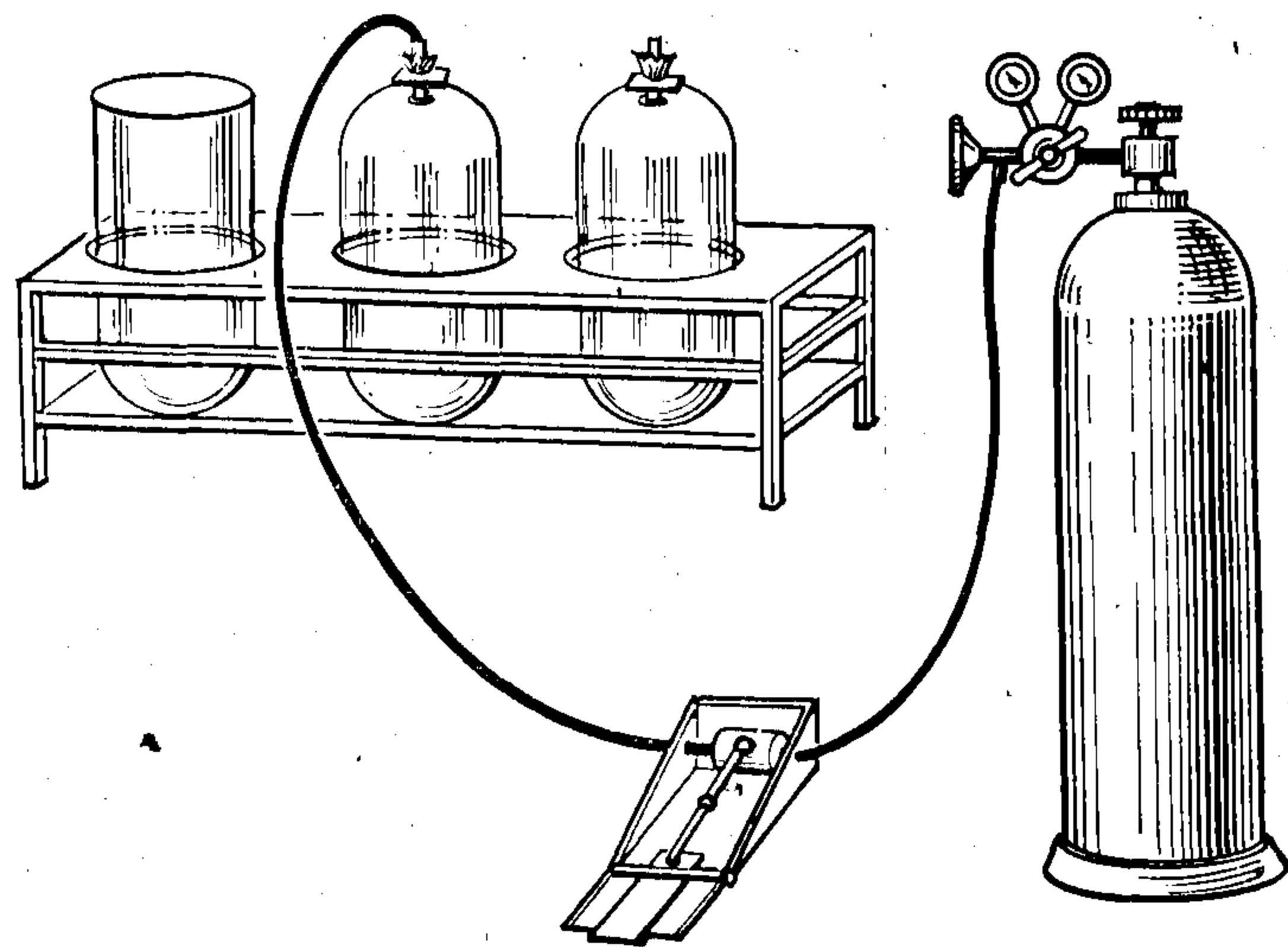


Рис. 62. Пакеты для перевозки рыбы

Таблица 41. Нормативы по перевозке рыбы

Транспортные средства	Время нахождения в пути, ч	Карп	Растительноядные рыбы
Перевозка в молочных флягах или в полиэтиленовых пакетах (40 л воды) без кислорода:			
личинки	Не более 2	1000—2000 тыс. шт.	100 тыс. шт.
мальков	То же	8—16 тыс. шт.	8 »
Перевозка в полиэтиленовых пакетах (20 л воды) с кислородом:			
личинки	24	50—100 тыс. шт.	50 »
мальков ремонтного молодняка	48	10—15 тыс. шт.	10—15 »
Перевозка специализированным автотранспортом (объем цистерн — 3 м³):			
сеголетков и годовиков	До 3	600 кг	400 кг
	3—6	400 »	300 »
	6—12	300 »	200 »
	12 и выше	200 »	150 »
товарной рыбы производителей и ремонтного молодняка	До 3	1000 »	800 »
	До 12	300 »	300 »
Перевозка в брезентовых чанах емкостью не менее 2 м³:			
сеголетков и годовиков	До 3	400 »	
	3—6	250 »	
товарной рыбы	До 2	600 »	500 »
Перевозка в специальных вагонах с механической аэрацией воды (объем воды 20 м³):			
сеголетков и годовиков	До 12	1600 »	1100 »
	12—24	1400 »	1000 »
	24—48	1200 »	750 »
	48 и выше	1000 »	750 »
производителей и ремонтного молодняка	До 12	2000 »	1500 »
	12—24	1500 »	1500 »
	24—48	12 000 »	1200 »
	48 и выше	1000 »	

Таблица 42. Потребление кислорода (мг/кг/ч)

Средняя масса особи, г	Температура, °С			
	5	10	15	20
<i>Карповые</i>				
0,5	48	95	161	252
1,0	44	86	146	229
5,0	36	70	118	187
10,0	32	62	107	168
50,0	26	50	85	133
500,0	13	36	62	94
<i>Осетровые</i>				
0,5	68	132	226	351
1,0	60	116	198	310
0,0	44	85	146	230
10,0	38	75	128	200
50,0	31	55	94	148
500,0	22	44	74	117
<i>Лососевые</i>				
0,5	78	150	257	403
1,0	73	142	242	380
5,0	67	127	218	337
10,0	62	118	204	318
50,0	54	104	176	278
500,0	45	86	149	232

кетов следует помещать теплоизоляционный материал (вату, поролон, бумагу). Для охлаждения воды в коробки закладывают лед, упакованный в полиэтиленовые пакеты. Пакеты, упакованные в картонные коробки, транспортируют любым видом транспорта.

С учетом объема кузова автомашин и багажников самолетов картонные коробки с пакетами грузят в транспортные средства в следующих количествах: 60 шт. — в машины ГАЗ-51; 80 шт. — в ЗИЛ-150; 60 шт. — в самолет ИЛ-18, 40 шт. — в вертолет МИ-4.

Перед перевозкой рыбу (за исключением личинок) необходимо выдержать не менее суток без пищи. В противном случае длительность выживания при тех же нормах посадки снижается примерно на 50 %.

При выпуске рыбы пакеты помещают в водоем и вскрывают их после выравнивания температуры воды в пакете с температурой воды в водоеме. Нормативы по плотности посадки рыбы в полиэтиленовые пакеты приводятся в табл. 41.

Перевозка икры в контейнерах. Икру весеннерестующих рыб перевозят в контейнерах (рис. 63). Результа-

ты перевозки зависят главным образом от качества икры и условий перевозки. Икру на поздних стадиях развития рекомендуется транспортировать не более 12 ч.

Икру осенненерестующих рыб транспортируют или в первые сутки после оплодотворения, или в стадии пигментации глаз.

В контейнере необходимо поддерживать оптимальный температурный режим и влажность, своевременно удалять из ящика через отверстие излишки воды, накапливающиеся при таянии льда. При высокой температуре наружного воздуха на верхнюю рамку, обтянутую полиэтиленовой пленкой, помещают 1—3 кг льда, при низких температурах наружного воздуха на контейнер надевают войлочный чехол. При длительной транспортировке икру промывают через каждые сутки.

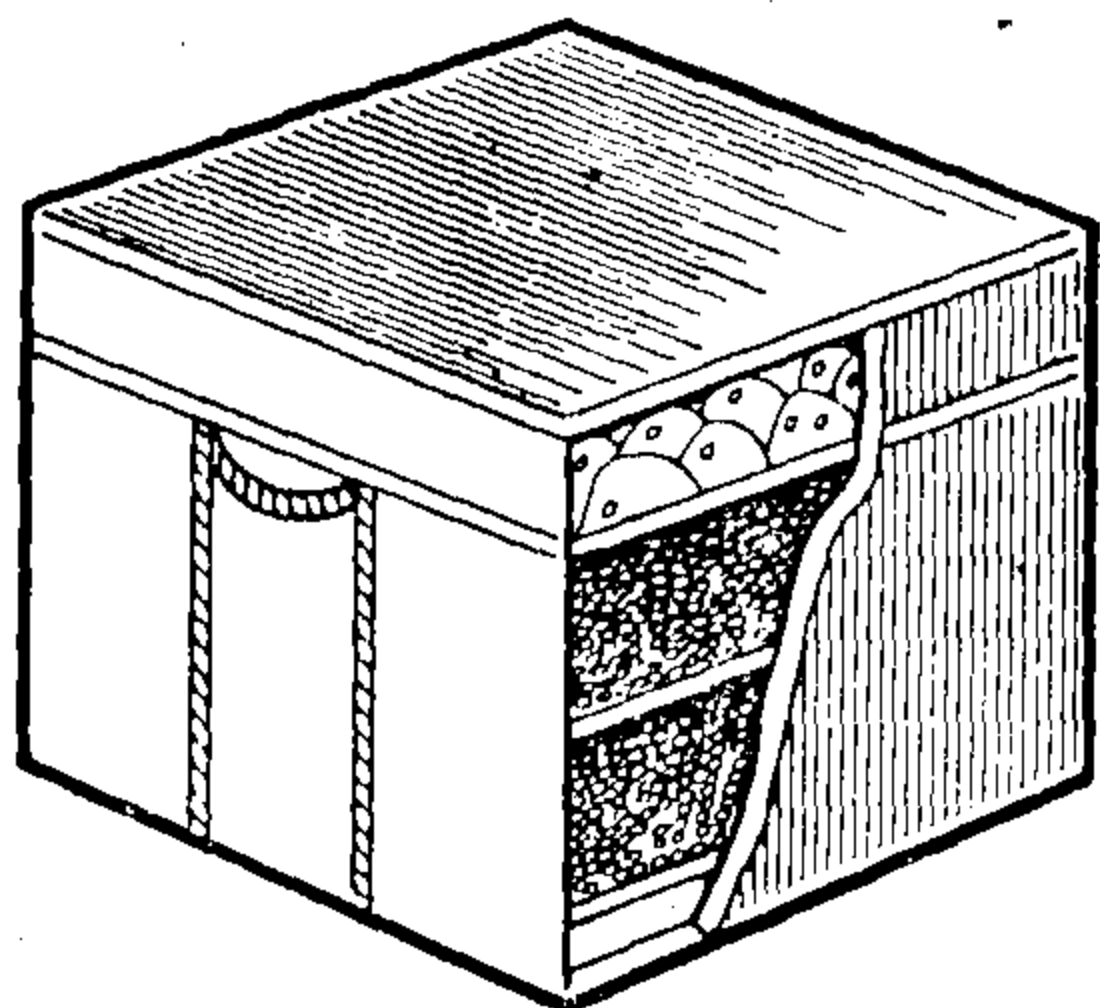


Рис. 63. Контейнер

РАСЧЕТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ РЫБЫ

Рыбопосадочный материал, производители и ремонтный молодняк, а также столовая рыба могут перевозиться разным транспортом. Для перевозки рыбы на большие расстояния широко применяется авиатранспорт. Крупные партии рыбопосадочного материала перевозят железнодорожным транспортом.

Расчет. 1. Требуется перевезти 1,5 млн. личинок растительноядных рыб на расстояние 1500 км. Температура воды в транспортной емкости 20° С. Время транспортировки при перевозках авиатранспортом, включая упаковку, доставку в аэропорт и погрузку, составляет около суток.

При данных условиях, исходя из табл. 41, загрузка пакета составит 50 000 шт. Для упаковки всей рыбы потребуется 1 500 000 : 50 000 = 30 пакетов, общая масса которых составит (при массе одного пакета 25 кг) 25 кг · 30 пакетов = 750 кг, что позволяет осуществить перевозку на одном рейсовом самолете.

2. Требуется перевезти 500 тыс. годовиков карпа на расстояние 600 км. Средняя масса особи 20 г, общая масса рыбы 10 000 кг. Продолжительность перевозки до 24 ч.

По данным табл. 41 плотность посадки в специальной цистерне-вагоне при указанных условиях составляет 1400 кг. Таким образом, для перевозки потребуется 10 000 : 1400 = 7 вагонов.