

639  
П-69



УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

---

# ПРАКТИКУМ ПО ПРУДОВОМУ РЫБОВОДСТВУ

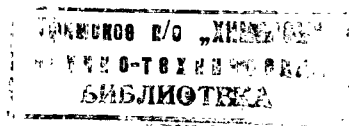
---

Допущено Главным управлением кадров, учебных заведений и социального развития Минрыбхоза СССР в качестве учебного пособия для студентов вузов Минрыбхоза СССР по специальности 31.16 "Водные биоресурсы и аквакультура"

67912



МОСКВА ВО "АГРОПРОМИЗДАТ" 1991



ББК 47.2  
П 69  
УДК 639.311 (076.5)

Авторы: В. Г. Саковская, З. П. Ворошила, В. С. Сыров, Е. И. Хрусталеv

Редактор С. Н. Шестаk

Рецензенты: кафедра рыбоводства Астрыvтуза (А. И. Черномашенцев) и С. Ф. Шабалин (Минрыбхоз СССР)

**Практикум по прудовому рыбоводству / В. Г. Саковская, З. П. Ворошила, В. С. Сыров, Е. И. Хрусталеv. – М.: Агрпромиздат, 1991. – 174 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. учебных заведений).**  
ISBN 5–10–001661–2

Рассмотрены биологические особенности объектов разведения. Описан заводской способ получения потомства. Дана характеристика естественной кормовой базы прудов. Описаны производственные процессы в прудовом рыбоводстве, его интенсификация. Представлены рыбоводные биологические расчеты, учет и отчетность в прудовом рыбоводстве.

Для студентов рыбохозяйственных вузов.

П  $\frac{3903020100 - 142}{035 (01) - 91}$  306–91

ББК 47.2

ISBN 5–10–001661–2

© Коллектив авторов, 1991

---

## ВВЕДЕНИЕ

---

Разведение и выращивание рыбы – древняя сфера деятельности человека. Однако рыбоводство развивалось довольно медленно и еще не миновало стадию поиска. Это объясняется многими причинами, среди которых важнейшей является возможность удовлетворения спроса на рыбу за счет естественных водоемов. Рыбу проще ловить, чем разводить. Еще в первые десятилетия нашего века существовала уверенность в том, что запасы рыбы неисчерпаемы и для бесконечного увеличения объема промысла надо только совершенствовать орудия лова. Наконец численность рыб в естественных водоемах начала неуклонно падать. Этот процесс продолжается и поныне, что явилось причиной современного прогрессирующего развития рыбоводства, и в частности прудового рыбоводства.

Необходимостью квалифицированной подготовки будущих рыбоводов вызвано создание практикума по прудовому рыбоводству.

В учебном пособии в шести главах дана характеристика лабораторных работ, одна глава посвящена практическим занятиям. Введены темы, изучение которых способствует более глубокому усвоению биологических особенностей объектов рыбоводства. В связи с этим особое внимание уделено изучению эмбрионального, личиночного и малькового периодов жизни основных видов рыб, разводимых и выращиваемых в прудах. Полнее представлены данные по карпу и растительноядным рыбам.

В главе II рассмотрены различные схемы гормональной стимуляции созревания производителей, приемы обесклеивания икры в условиях заводского способа получения потомства, приведены устройство и принцип работы аппаратов, предназначенных для инкубации обесклеенной икры и выдерживания личинок карпа и других рыб.

Отдельная глава посвящена изучению естественной рыбопродуктивности прудов, в том числе с использованием экспресс-методов. Рассмотрены пути использования макрофлоры.

В главе, посвященной производственным процессам в прудовом рыбоводстве, основное внимание уделено организации рыбоводного контроля за ходом выращивания рыбы в прудах, методике оценки качества выращиваемого рыбопосадочного материала. Методам

интенсификации прудового рыбоводства посвящено четыре темы, в которых рассмотрены вопросы племенной работы, удобрения прудов, кормления рыбы, а также методы определения пищевых потребностей рыб.

В отдельной главе дана характеристика холодноводного форелевого хозяйства.

Большое внимание уделено рыбоводно-биологическим расчетам: посадки рыбы в пруды в зависимости от степени интенсификации развития хозяйства, величины маточного стада, площадей прудов основных категорий, необходимого количества кормов, удобрений, извести.

Приведен расчет количества воды, кислорода и тары при перевозке икры и рыбы разного возраста и др.

Практикум содержит теоретические данные и описание лабораторных и практических работ. Поскольку объем не позволяет привести все необходимые нормативы, вспомогательные таблицы и графики, для выполнения отдельных расчетов необходимо пользоваться действующими рыбоводно-биологическими нормами для эксплуатации прудовых хозяйств, картами, графиками и т. д.

---

## Глава I

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РЫБ, РАЗВОДИМЫХ И ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ПРУДАХ

---

#### Тема 1. БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБ

В прудовых хозяйствах разводят и выращивают различные виды рыб, которые относятся к следующим семействам: осетровые, веслоносовые, лососевые, сиговые, щуковые, карповые, чукучановые, сомовые, американские сомы, угревые, окуневые, каменные окуни, ушастые окуни, змееголовые, кефалевые и др.

**Осетровые.** Стерлядь *Acipenser ruthenus* Linne – пресноводная рыба, распространенная в бассейнах Каспийского, Черного и меньше Балтийского морей, в реках Севера, особенно в Северной Двине, в сибирских реках: Оби, Енисее, Иртыше. Половой зрелости самцы достигают в возрасте 3–7 лет, самки – 5–12 лет. Абсолютная плодовитость составляет от 3,9 до 137,6 тыс. икринок, рабочая – 30 тыс. икринок. Нерест происходит весной с конца апреля до июня при температуре воды от 7–10° до 20 °С. Литофил. Икра клейкая, диаметром 1,9–2 мм. Инкубационный период длится 4–5 сут. Желток у предличинки рассасывается в зависимости от температуры в течение 6–10 сут. Пищу стерляди составляют водные личинки насекомых.

При выращивании в прудах, богатых естественной пищей и с хорошим кислородным режимом, стерлядь достигает половой зрелости, но не нерестится. Зрелые половые продукты у производителей стерляди можно получить путем гипофизарных инъекций.

При выращивании в прудах сеголетки достигают массы 15 г и более, товарные двухлетки – 250–300 г. Стерлядь можно выращивать совместно с растительоядными рыбами и с карпом, а также в монокультуре.

Бестер (гибрид белуга × стерлядь) – перспективный объект для разведения и выращивания в условиях прудового рыбоводства, обладает большими потенциальными возможностями роста, унаследованными от родителей.

За первое лето масса гибридов достигает 50–100 г. Двухлетки весят 800 г и более. При выращивании в прудах совместно с карпом стандартная масса сеголетков составляет 25–30 г, двухлетков – 450–500 г. Бестер хорошо растет в пресных водоемах и в солоноватой воде, обладает повышенной выносливостью, приспособленностью к широкому диапазону условий внешней среды. Интенсивный рост его наблюдается при температуре воды 20–25 °С. Молодь, сеголетки и двухлетки гибрида питаются планктоном и бентосом, в основном тендипедами, а в более старшем возрасте гибрид питается рыбой.

От стерляди гибриды унаследовали раннее половое созревание: самцы созревают в возрасте 4 лет, самки – 6–8 лет. Рабочая плодовитость самок составляет 200–800 тыс. шт. икринок. Зрелых производителей получают путем гипофизарных инъекций весной при температуре 9–10 °С. Инкубационный период развития эмбриона длится 9 сут при температуре воды 10–12 °С, полное рассасывание желточного мешка происходит за 6–10 сут.

Совместно с бестером в нагульных прудах южных районов рекомендуется выращивать растительоядных рыб, в средней полосе и северных районах – пелядь, рипуса.

Бестер – основной объект товарного осетроводства. Рыбпродуктивность по сеголеткам бестера составляет до 1,5 т/га, по двухлеткам – до 10 т/га, по трехлеткам – до 15 т/га.

Ленский осетр *Acipenser baeri* Brandt – пресноводная рыба, обитающая в реке Лена, больших миграций не совершает. Имеет широкий спектр питания: личинки насекомых, моллюски, черви, рыба. Питается круглый год. Половой зрелости достигает в возрасте 10–12 лет. Абсолютная плодовитость составляет от 16 до 110 тыс. икринок. Нерест проходит в июне–июле при температуре воды 14–18 °С. Икру откладывает на каменисто-галечный грунт на течении. В искусственных условиях самцы становятся половозрелыми в возрасте 3–4 лет, самки – 6–7 лет. В настоящее время созданы маточные стада на теплых водах Конаковского рыбзавода (Тверская область), на Вологдореченском рыбзаводе (Костромская область) и на Нарвском рыбзаводе (Эстонская ССР).

Сеголетки ленского осетра при выращивании в прудах с естественным термическим режимом достигают массы 7–75 г, в теплых водах – 100 г. В садках Пилявского водохранилища пятигодовики имели массу 2 кг, в прудах Калининградской области четырехгодовики достигали массы 1–2 кг.

**Веслоносые.** Веслонос *Polyodon spathula* Walb. – крупная, быстрорастущая рыба, завезенная в СССР в 1974 г. из США. Естественный ареал – бассейны рек Миссисипи и Миссури, озера, связанные с Миссисипи, и другие реки, впадающие в Мексиканский залив. Веслонос обитает в различных водоемах: реках, озерах, водохранилищах. Является планктонофагом, потребляющим зоопланктон, фитопланктон, детрит. По спектру питания близок к пестрому толстолобику. Половой зрелости самцы достигают в возрасте 7–14 лет, самки – 6 лет.

При выращивании в прудах Краснодарского края сеголетки веслоноса достигали массы 670 г, двухлетки – 3–4 кг, пятилетки – 7–8 кг; в Московской области двухлетки веслоноса имели массу 0,9 кг, семилетки – 6,5 кг. При выращивании в прудах веслонос достигает половой зрелости и может быть использован для искусственного разведения.

Впервые в мировой практике рыбоводства было получено потомство от производителей веслоноса, выращенных в прудах. Нерест веслоноса изучен недостаточно. Миграция к местам нереста наблюдается

при температуре воды 10–11 °С. Нерест происходит в апреле–мае на участках рек с сильным течением и галечным грунтом на глубине 2–12 м при температуре воды 13–16 °С.

Длительность эмбрионального развития при температуре воды 14–24 °С составляет 170–260 ч.

**Лососевые.** Радужная форель *Salmo gairdneri* Rich – рыба холодных, быстротекущих горных ручьев с крупнопесчаным или каменистым дном. Может жить при температуре от 0 до 30 °С. Оптимальная температура воды 10–15 °С. Родиной радужной форели является Северная Америка. Благодаря акклиматизации она обитает повсеместно, за исключением Антарктиды. В Россию завезена из Германии в 1890 г.

По характеру питания – эврифаг. Питается бокоплавами, моллюсками, личинками стрекоз, водными жуками, головастиками и др. Молодь в нормальных условиях – мирная рыба, крупная – хищник.

Половая зрелость наступает в возрасте 3–4 лет. Созревание на юге (Абхазия) происходит в январе–феврале, в более северных районах (Ленинградская область) – в конце апреля–мае и начале июня.

По типу икрометания форель является полициклической рыбой, по способу кладки икры – литофилом. Плодовитость составляет 1500–2000 икринок на 1 кг массы самки. В благоприятных условиях хорошо растет, в возрасте 10 лет достигает массы 23 кг.

Длительность эмбрионального периода развития при температуре воды 1,5 °С – 95–100 сут, при 14 °С – 26 сут, при 4–8 °С – 70–60 сут. Длительность рассасывания желточного мешка – от 7 до 30 сут.

Радужная форель хорошо растет и в тепловодных прудах с благоприятным температурным режимом. Сеголетки форели достигают массы 15–20 г, двухлетки – 150–250 г. При выращивании в прудовых хозяйствах, бассейнах и садках используют комбикорма. В прудах не размножается. Зрелую икру и сперму получают искусственно.

Ручьевая форель *Salmo trutta morpha fario* Linne – речная форма кумжи, постоянно живет в пресной воде. Распространена в бассейнах Белого, Балтийского, Черного, Каспийского, Аральского и Средиземного морей. Акклиматизирована в Южной Африке, Австралии, Новой Зеландии. Питается личинками насекомых, бокоплавами, мелкой рыбой.

Половая зрелость наступает в возрасте 3–4 лет. Плодовитость самки составляет 2–4 тыс. шт. икринок (диаметр икринки 5 мм). Нерест происходит преимущественно в октябре–ноябре при температуре воды 6–8 °С. Самки откладывают икру на крупный песок и гальку. Инкубационный период длится 130 сут при температуре 4 °С.

При выращивании в прудах сеголетки форели достигают массы 15–20 г, двухлетки – 125–170 г, трехлетки – 250–300 г. В прудах не нерестится.

**Сиговые.** Европейская ряпушка *Coregonus albula* Linne и рипус *Coregonus albula morpha* Linne распространены в бассейне Белого, Баренцева и Балтийского морей, в озерах Карелии, Новгород-

ской, Псковской, Тверской областей, Белоруссии, Литвы, Латвии, в некоторых озерах Сибири. Акклиматизированы в озерах Урала. Холодолюбивые рыбы, предпочитают водоемы с температурой воды не выше 16–17 °С. По характеру питания – планктонофаги.

Половая зрелость у ряпушки наступает в возрасте 2 лет, у рипуса – 2–3 лет. Абсолютная плодовитость в зависимости от возраста и размера самок ряпушки колеблется от 0,8 до 20 тыс. икринок, у рипуса – от 2 до 5–7 тыс. икринок. Рабочая плодовитость у ряпушки 1–11 тыс. шт. икринок, у рипуса – 3–20 тыс. шт. икринок. Нерест ряпушки проходит осенью при температуре воды 0,2–6 °С. Рипус нерестится при температуре воды 2–6 °С. Рыбы по месту кладки икры относятся к литофилам. В прудах не нерестятся. Икру и молоки у них получают искусственным путем.

Продолжительность развития при температуре 0,2–6 °С составляет 130–80 сут. Сеголетки ряпушки при выращивании в прудах достигают массы 40–60 г, сеголетки рипуса – 70–90 г. На втором году рипус имеет массу 150–200 г.

Пелядь *Coregonus peled* Gmelin – озерно-речная рыба. Распространена от реки Мезени на западе до Колымы на востоке. Акклиматизирована в водоемах Харьковской, Челябинской, Свердловской областей, Латвии, а также в водоемах Московской, Тульской, Курской, Псковской, Белгородской областей, Литвы и др. Европейская популяция пеляди получена из озера Ендырь бассейна реки Обь. Пищей является в основном зоопланктон. Озерная крупная пелядь имеет длину 40–50 см и массу 1,5–2 кг.

Половой зрелости речная форма пеляди достигает на 4–5-м году жизни, озерная – на 3–4-м году. Абсолютная плодовитость колеблется от 25 до 105 тыс. икринок. Рабочая плодовитость составляет 5–25 тыс. икринок. В прудовых условиях плодовитость самок массой 400–500 г в возрасте трех лет составляет 25 тыс. икринок. Нерест происходит осенью, с конца ноября по декабрь при температуре воды 0,4–20 °С. Рыбы откладывают икру на песок и гальку. Продолжительность развития при температуре 0,2–6 °С составляет 128–63 сут. Диаметр икринки 1,2–1,5 мм. Личиночный период длится 8–10 сут при температуре 10–12 °С.

При выращивании в прудах совместно с карпом сеголетки пеляди достигают массы 44–120 г, двухлетки – 400–500 г. Рыбopодуктивность по сеголеткам пеляди составляет 125–190 кг/га, по двухлеткам – 100 кг/га. В прудах не нерестится, но созревает. В прудовых хозяйствах можно сформировать маточное стадо пеляди.

Чудской сиг *Coregonus lavaretus maraenoides* Polyakov распространен в Чудском озере. Акклиматизирован в озерах Свердловской, Челябинской, Ленинградской областей, Украины, Белоруссии, Азербайджана. Для питания использует бентос в глубоководных частях озер и водохранилищ. Половая зрелость в Чудском озере наступает на 5–6-м году жизни, на Урале – на 4-м году. В условиях прудов Украины сиг созревает в возрасте 2 лет. Средняя масса на 4–5-м году жизни у самок достигает 1,3 кг, у самцов – 1,03 кг. Рыба является литофилом,

абсолютная плодовитость колеблется от 16 до 82 тыс. икринок, рабочая плодовитость – от 9 до 82 тыс. икринок. Нерестится осенью, в октябре–ноябре при температуре 0,2–4,0 °С, нерест одновременный. Продолжительность инкубационного периода развития при температуре 0,2–6 °С составляет 128–63 сут. Длительность рассасывания желточного мешка 6–7 сут.

При выращивании в прудах сеголетки достигают массы 70–90 г, двухлетки – 300–400 г. Продуктивность выростных прудов составляет 250 кг/га при средней массе сеголетков 15–20 г. Продуктивность нагульных прудов по двухлеткам сига составляет 50 кг/га.

Чир *Coregonus nasus* Pall. – быстрорастущая озерно-речная рыба. Распространен от реки Печоры до реки Анадырь, а также в водах Северной Америки. Завезен в озера Новгородской, Ленинградской областей. Бентофаг, в пищу использует донных ракообразных, хироноид, моллюсков.

Половозрелым становится на седьмом году жизни. Абсолютная плодовитость составляет 34–135 тыс. икринок, рабочая – 17–35 тыс. икринок, диаметр икринок 4 мм. Нерест проходит в октябре–ноябре при температуре воды 0,2–2 °С. Субстратом для кладки икры являются песок, камни, галька. Продолжительность инкубационного периода 150–160 сут, при температуре 6 °С – 73 сут.

Чира выращивают в карповых и форелевых прудах совместно с другими рыбами, а также в монокультуре. При выращивании в прудах Украины двухлетки чира достигают массы до 1012 г.

**Щуковые.** Щука обыкновенная *Esox lucius* Linne распространена по всей Европе, в Сибири, бассейне Аральского моря, Северной Америке. Населяет озера и медленно текущие реки. Держится в зарослях подводной растительности. Щука – прибрежный хищник. Рыбой начинает питаться рано, при длине тела 2 см. Молодь щуки питается мелким планктоном и мотылями. Взрослые особи, питаются мелкой рыбой, насекомыми, пиявками, головастиками, лягушками, способствуют мелиорации водоемов. Растет быстро, особенно в первые годы жизни до наступления половой зрелости.

Половая зрелость наступает на 3–4-м году жизни. Самцы созревают раньше самок. При выращивании в прудах Украины щука созревает в возрасте одного года. Абсолютная плодовитость самок щуки колеблется от 100 до 1000 тыс. икринок. Нерест в южных районах происходит с конца марта по май, в северных районах – до июля при температуре воды 4–15 °С (обычно при 7–10 °С). Нерест одновременный. Откладывает икру на отмершей растительности, диаметр икринок 2,5–3 мм. Инкубационный период длится около двух недель при температуре воды 7–10 °С. Желточный мешок у предличинки рассасывается в течение 12–15 сут.

При обилии пищи в прудах сеголетки щуки достигают массы 450–900 г, двухлетки – 1000–1600 г, трехлетки – 2500 г. Оптимальная температура для интенсивного питания 18–20 °С. Сеголетков щуки выращивают совместно с карпом в нагульных прудах. Рыбопродуктив-

ность составляет 30–60 кг/га. Посадочный материал для зарыбления прудов можно получать как от естественного нереста производителей, так и заводским способом или путем отлова молоди в естественных водоемах.

**Карповые.** Черный амур *Mylopharyngodon piceus* Rich населяет реки континентального Китая, Тайваня и бассейн Амура. Акклиматизирован в европейской части СССР и Средней Азии. Крупная рыба, достигает длины 80 см. Питается брюхоногими моллюсками. Имеет мощные глоточные зубы. Нерестится в русле рек. Икра пелагическая.

Белый амур *Stenopharyngodon idella* Val. распространен в равнинных реках Китая, среднем и нижнем течении рек Амур, Сунгари, Уссури, в озере Ханка. Широко акклиматизирован в южных водоемах европейской территории СССР, в Средней Азии. Разводят его в странах Западной Европы, США и др.

Белый амур – растительноядная рыба, использует в пищу в основном высшую водную растительность. Охотно поедает и наземную растительность. Обладает хорошим темпом роста. Достигает массы 30–50 кг. Половозрелым становится в возрасте 6–7 лет. В местах акклиматизации – в водоемах Краснодарского края и Туркмении – созревает раньше, в возрасте 3–5 лет, в Московской области – 7–8 лет. Абсолютная плодовитость самок белого амура колеблется от 100 до 816 тыс. икринок. Рабочая плодовитость составляет в среднем 500 тыс. икринок. Нерестится летом в период муссонных дождей в русле рек при температуре 26–30 °С. Икра пелагическая. Развитие икры проходит в толще воды. Диаметр неоплодотворенной икринки 1,2 мм (набухает до 5 мм). Развитие икринок длится 32–40 ч. Через 4–5 сут полностью рассасывается желточный мешок.

При выращивании в прудах созревает, но в прудах не нерестится. Потомство в условиях прудовых хозяйств получают заводским способом. Созревание производителей стимулируют путем гипофизарных инъекций.

Выращивают в прудах совместно с карпом, белым и пестрым толстолобиками и другими рыбами. Сеголетки достигают массы 15–35 г, двухлетки – 300–1000 г. Рыбопродуктивность прудов по белому амуру составляет 50–100 кг/га. В прудовом рыбоводстве белому амуру отводится роль биологического мелиоратора заросших водоемов. При недостатке водной растительности в прудах он может потреблять искусственный корм.

Линь *Tinca tinca* Linne распространен в бассейнах всех морей Европы, в реках Обь и Енисей, в реках северных районов до 61° с. ш., в реках Крыма и некоторых реках Туркмении. Теплолюбивая рыба. Живет в водоемах со стоячей водой или с медленным течением и илистым дном. По характеру питания – бентофаг. Самки становятся половозрелыми на 3–4-м году жизни, самцы раньше. Плодовитость колеблется от 300 до 900 тыс. икринок. Он нерестится в весенне-летний период при температуре 19–20 °С. Икру откладывает на растительность. Диаметр икринок меньше 1 мм. Нерест порционный. Инкубаци-

онный период развития длится около 3 сут при температуре 20 °С. Относительно тугорослая рыба. При выращивании в прудах сеголетки достигают массы 15 г, двухлетки – 150–200 г, трехлетки – 325 г. Линь является добавочной рыбой в прудовом карповом хозяйстве, повышает рыбопродуктивность на 15–20 %.

Обыкновенный, или золотой, карась *Carassius carassius* Linne распространен в Восточной и Северной Европе, в Сибири до реки Лена. Восстановить естественную область распространения карася очень трудно, так как во многие водоемы он завезен человеком. Обыкновенный карась акклиматизирован в Испании, Франции и в ряде других стран. Он неприхотлив и вынослив, обитает в заиленных, хорошо прогреваемых солнцем водоемах. Закапываясь в ил, карась выживает даже в кратковременно пересыхающих водоемах. Может жить при очень низких концентрациях кислорода и самых различных температурах воды. В зимнее время может выжить при полном вымерзании воды: он вмерзает в грунт, куда зарывается для зимовки. Выживает и в сильно заболоченных водоемах.

В пищу взрослые караси используют как растительные, так и животные организмы: высшие растения, личинок насекомых, в основном хирономид и поденок. Интенсивно питается летом. Зимой питание почти прекращается.

Половозрелым становится на четвертом году жизни. Нерест проходит при температуре воды 13–15 °С. Икру откладывает на растительность. Плодовитость достигает 300 тыс. икринок. Нерест порционный, до 3 порций. Диаметр икринок около 1 мм, цвет ярко-желтый. Выклев предличинок наступает на 5–7-й день после оплодотворения икры.

Карась – тугорослая рыба. В водоемах, где кормовые условия благоприятны, карась растет быстро. Для него характерны высокое тело и небольшая голова. В прудах средней полосы в возрасте одного года длина годовика составляет 4,5 см, двухгодовика – 11 см, пятигодовика – 18,5 см.

Сазан или карп *Cyprinus carpio* Linne – основной объект прудового рыбоводства. В результате акклиматизационных работ сазан и его одомашненные формы расселены по всему земному шару.

Одомашненной формой сазана является карп. По характеру чешуйчатого покрова различают чешуйчатых, разбросанных, голых и линейных карпов. На основе этих разновидностей выведены новые породы карпа. Взрослые рыбы в основном питаются бентосными организмами (личинки хирономид, моллюски), но также потребляют фито- и зоопланктон. В прудовых условиях хорошо потребляют комбикорма.

В разных климатических условиях карп растет неодинаково. Наиболее интенсивный рост наблюдается в южных районах.

Половозрелость наступает обычно в возрасте 3–4 лет, но в благоприятных условиях – на 2-м году жизни. Самцы созревают раньше самок. Абсолютная плодовитость достигает 1,5 млн. икринок, рабочая – 300–500 тыс. икринок. Икрометание происходит при температуре 12–13 °С. Наиболее интенсивный нерест наблюдается при 18–20 °С.

Икру мечет в зарослях мягкой водной растительности в утренние часы, обычно в мае-июне. Инкубационный период при 15 °С длится 5 сут, при 20 °С – 3 сут. Желточный мешок при оптимальной температуре рассасывается через 3–4 сут. При благоприятных условиях обитания в прудах сеголетки карпа достигают массы 25–30 г, двухлетки – 350–500 г, трехлетки – 760–800 г.

Серебряный карась *Carassius auratus* Linne распространен в бассейнах рек Тихого океана и по всей Сибири, в низовьях рек Сырдарья и Амударья, в Восточной и Средней Европе. Нет его в Швеции и Финляндии. Широко акклиматизирован в Индии, Северной Америке. В СССР завезен в Веселовское водохранилище и другие водоемы. У серебряного карася есть особенность, не отмеченная у других карповых рыб: во многих водоемах существуют стада, состоящие из одних самок, которые размножаются путем скрещивания с самцами других видов, однако в потомстве получаются одни самки серебряного карася. Питается смешанной пищей: планктоном и бентосом, водорослями, макрофитами и др. Половозрелым становится в возрасте 3–4 лет. Абсолютная плодовитость составляет 160–383 тыс. икринок. Нерестится в мае-июне при температуре воды 20–23 °С, в некоторых водоемах – при 14 °С. Нерест порционный. Развитие икры длится 3–4 сут.

Высокая пищевая ценность мяса серебряного карася, его неприхотливость и высокая выживаемость делают его выгодным объектом прудового рыбоводства. Серебряный карась устойчив к заболеванию краснухой, бронхиомикозу и другим заболеваниям.

При выращивании в прудах сеголетки серебряного карася достигают массы 15–20 г, двухлетки – 150–170 г, трехлетки – 300–350 г.

Белый толстолобик *Hypophthalmichthys molitrix* Val – пресноводная растительноядная рыба, распространенная в среднем и нижнем течении реки Амур, в притоках рек Сунгари и Уссури, в реке Янцзы. Широко акклиматизирован в европейской части СССР, Средней Азии, Западной Сибири, в различных странах Азии и Европы.

Питается фитопланктоном и детритом. На питание водорослями переходит, достигнув длины 1,5 см, но частично использует зоопланктон. Лучше потребляет диатомовые и зеленые водоросли.

Половозрелым становится в южных районах в возрасте 3 лет, в северных районах – позднее, в реке Амур – не ранее 5–6 лет. Абсолютная плодовитость составляет 100–1500 тыс. икринок, рабочая – 500 тыс. икринок. Диаметр икры 1,2–1,4 мм, при набухании диаметр икры увеличивается до 4,3–4,8 мм. Икра полупелагическая. Нерест проходит в летнее время. Инкубационный период длится около 3–4 сут.

В прудах белого толстолобика выращивают совместно с карпом и другими рыбами. На юге растет быстро. Сеголетки достигают массы 20–35 г, товарные двухлетки – 150–700 г. Рыбпродуктивность прудов за счет белого толстолобика составляет 10–15 ц/га. При выращивании

в прудах достигает половозрелости, но не размножается. Созревание производителей стимулируют гипофизарными инъекциями.

Пестрый толстолобик *Aristichthys nobilis* Rich распространен в реках Центрального и Южного Китая. Акклиматизирован в Средней Азии, на юге европейской территории СССР и некоторых странах Европы и Азии. Питается во взрослом состоянии зоо- и фитопланктоном. Зоопланктон составляет в рационе до 50 % и более. Может конкурировать с карпом в потреблении зоопланктона при совместном выращивании в прудах.

В биологии размножения и развития пестрого толстолобика много общего с белым толстолобиком и белым амуром.

Нерестится в русле рек, икра полупелагическая. Абсолютная плодовитость составляет 80–1800 тыс. икринок, рабочая – 500 тыс. икринок. Растет лучше белого толстолобика. Средняя масса двухлетков пестрого толстолобика при выращивании в прудах составляет 300–1000 г. При выращивании на юге в обычных карповых прудах достигает половой зрелости в возрасте 4 лет. В прудах не нерестится. Зрелых производителей получают путем гормональной стимуляции.

**Чукучановые.** Буффало большеротый *Ictiobus cyprinellus* Val., буффало малоротый *I. bubalus* Raf., буффало черный *I. niger* Raf. – все три вида являются представителями североамериканской ихтиофауны. Распространены на юге от Мексики до бассейна Ледовитого океана. Завезены в СССР. Крупные быстрорастущие рыбы. В питании большеротого буффало преобладает зоопланктон, малоротого и черного – бентос. Это стайные рыбы.

Половая зрелость наступает на четвертом году жизни. Нерестятся в весенне-летний период (с конца марта по июль) при температуре воды 14,4–16,7 °С. Во время нереста у самцов появляется брачный наряд в виде более яркой окраски и роговидных бугорков на голове. Икра мелкая, клейкая. Самки откладывают икру на водную растительность. Выклев предличинки при температуре 17 °С наступает через 9–10 сут. При выращивании в прудах самки большеротого буффало достигают половой зрелости в трехгодовалом возрасте. Буффало устойчивы к таким заболеваниям, как краснуха и воспаление плавательного пузыря.

**Сомовые.** Обыкновенный сом *Silurus glanis* L. населяет воды бассейнов Черного, Каспийского, Аральского, Средиземного (в восточной части) морей. Обитает в русле рек и озерах. Это крупная рыба, достигающая длины 5 м. Обыкновенный сом – хищник, питается сорной рыбой, лягушками, головастиками. В зимнее время не питается. Половой зрелости достигает на 4–5-м году жизни. Плодовитость сома составляет 11–480 тыс. икринок. Нерестится весной при температуре 18–22,5 °С. Самцы охраняют икру. Самка откладывает икру в гнездо из остатков растений. Диаметр икры 2–3 мм. Икра клейкая. Инкубационный период около 2,5–3 сут.

В прудах обыкновенного сома выращивают совместно с карпом в

качестве добавочной рыбы. Он уничтожает сорную рыбу, которая является конкурентом в питании карпов. Двухлетки сома при выращивании в прудах достигают массы 900–1100 г.

**Иctalуровые, кошацьи сомы.** Проточный, "стрежевой сом", или американский канальный сомик, *Ictalurus punctatus* Rabl. обитает в пресноводных водоемах США. Впервые завезен в СССР в 1972 г. Это крупная рыба, достигающая длины 150 см и массы 45 кг. Канальный сомик всеяден. В пище преобладают насекомые, встречаются раки, мелкая рыба. Его можно успешно выращивать как в пресной, так и в соленой (до 12%) воде. Оптимальная температура для питания и роста 25–30 °С. Нерест летом. Икру, откладываемую в гнезда самкой, охраняет самец.

Ценность канального сомика заключается в высокой адаптации к условиям среды, хорошем темпе роста, эффективном использовании искусственного корма и в высоких гастрономических качествах товарной продукции.

Сеголетки канального сомика достигают массы 30–70 г, двухлетки – 400–600 г.

**Угревые.** Речной угорь (европейский) *Anguilla anguilla* Linne распространен по побережью Европы от Белого до Черного морей. Молодь речного угря питается донными беспозвоночными, моллюсками, водными личинками насекомых. Взрослый угорь – хищник. Угорь достигает длины иногда 2 м, чаще 50–150 см, массы – до 4–6 кг. Неполовозрелые угри обитают в реках, но часто заходят в озера и пруды, ведут исключительно ночной образ жизни.

Для размножения угорь совершает миграции в море. Местом размножения речного угря является Саргассово море. Икротетание происходит с конца зимы до середины лета на глубинах 400 м и более при температуре 17 °С и солености 34–36 ‰. После икротетания взрослые угри погибают. Личинки имеют длину 5–7 мм.

Речной угорь является ценной перспективной добавочной рыбой для прудовых хозяйств. Угорь является хорошим биологическим мелиоратором. Использует в пищу сорную рыбу, попадающую в пруды.

Наиболее целесообразно подсаживать в пруды посадочного угря массой 20–40 г в количестве 100–300 шт/га. При этом можно получить товарную продукцию 25–80 кг/га (по данным С. В. Кохненко). Посадочного угря рекомендуется выращивать в отдельных выростных прудах при плотности посадки 3–4 тыс. шт/га стекловидного угря. Такая форма прудового хозяйства перспективна в условиях Белоруссии и Прибалтики.

В некоторых странах (Япония, Франция, СССР) ведутся работы по получению зрелых производителей угря путем гормональной стимуляции и выдерживания в морской воде при солености 36 ‰.

**Окуновые.** Судак обыкновенный *Stizostedion lucioperca* Linne – пресноводная и полупроходная рыба, населяющая бассейны Балтийского, Черного, Азовского, Каспийского морей, реку Эльбу. Обитает в реках и чистых озерах, в южных морях живет в солоноватой

воде. Акклиматизирован в Новосибирском водохранилище, в озерах Челябинской области, Карелии, в Рыбинском водохранилище. Судак – хищник, на питание рыбой переходит в возрасте 1 мес.

Половая зрелость наступает в возрасте 3–4 лет. Плодовитость колеблется от 200 тыс. до 1 млн. икринок. Нерестится с марта по апрель при температуре 10–16 °С. Диаметр икры 1–1,5 мм. В выборе нерестового субстрата очень неприхотлив: может откладывать икру на песчано-каменистый грунт, валуны, отмытые корни водной растительности и др. Инкубационный период при температуре воды 15 °С длится до 10 сут.

В прудовых хозяйствах судака используют как добавочную рыбу. При выращивании в прудах в монокультуре годовики достигают массы 35 г, двухлетки – 300 г, трехлетки – 640 г.

**Каменные окуни.** Полосатый окунь. *Morone saxatilis* Walb. – одна из ценных рыб Атлантического и Тихоокеанского побережий Северной Америки. В СССР акклиматизирован в пресноводных озерах и водохранилищах с 1965 г.

Питается разнообразной пищей: личинки – зоопланктоном, мальки – бентосом (черви, мизиды, гаммариды, хирономиды) и мелкой рыбой, взрослые особи – рыбой.

На нерест мигрирует из морских и солоноватых вод в пресные. Нерестовый сезон в зависимости от широты продолжается с апреля по июль при температуре воды от 12 до 23 °С. В нересте участвуют самцы от 2 лет и старше, самки не моложе 4 лет. Нерестовые игры проходят очень бурно. Икру выметывает на течении, в толще воды. Инкубационный период длится 2 сут при температуре воды 18 °С. Плодовитость самки достигает 5 млн. икринок. Икра с жировой каплей и большим перивителлиновым пространством. Диаметром 3–4 мм. Растет быстро в течение первых лет.

**Ушастые окуни.** Большеротый черный окунь, форелеокунь *Micropterus salmoides* Lac. распространен в Северной Америке, от Канады до Мексики. Завезен в нашу страну и обитает в озерах Абрау и Лиманчик под Новороссийском. В 1948 г. завезен в Московскую и Воронежскую области. Обитает в пресноводных и солоноватых водоемах со слабым течением.

Молодь питается ракообразными, личинками водных насекомых, взрослые – лягушками, головастиками, рыбой.

Половозрелым становится в возрасте 3–5 лет, в некоторых водоемах раньше, в возрасте 1–2 лет. Самки массой 1,5 кг откладывают 70 тыс. икринок. Плодовитость в среднем колеблется от 5 до 10 тыс. икринок. Нерестится на твердых и мягких субстратах. В прибрежной зоне на глубине 0,5 м самка устраивает гнездо диаметром 40–80 см. Самец охраняет икру и личинок до месячного возраста. Нерестится в мае–июле при температуре воды 15–27 °С. Диаметр икры 1–1,5 мм. Продолжительность развития икры 3–4 сут при температуре воды 19,2 °С. На активное питание внешней пищей переходит через 10 сут после выклева.

В прудах выращивают как в условиях монокультуры, так и совместно с карпом в выростных и нагульных прудах. Средняя масса сеголетков 16–54 г, двухлетков – 138–250 г. Продуктивность по сеголеткам достигает 115 кг/га, по двухлеткам – 43 кг/га.

**Змееголовые.** Амурский змееголов *Channa argus warpachovkii* Berg. распространен в бассейне реки Амур. Акклиматизирован в подмосковных водохранилищах. В пищу использует рыбу, лягушек, молодь рыб, питается ракообразными. Половозрелость наступает на 3-м году жизни. Плодовитость составляет 1,3–15 тыс. икринок. Нерест в июне–июле при температуре 25 °С. Икру откладывает в специальные гнезда из растительности. Гнездо охраняет самец. Икрометание порционное, икра клейкая, диаметр икринки 2 мм. Развитие икры длится около 45 ч при температуре 20 °С. Желточный мешок рассасывается при длине личинки 8 мм.

В Китае и Индии змееголова разводят в сильно заросших водоемах. Он может быть использован как мелиоратор в водоемах, изобилующих сорной рыбой.

**Кефалевые.** Лобан *Mugil cephalus* Linne, сингиль *Liza aurata* Risso, остронос *Liza saliens* Risso, пелингас *M. soiuy* Basilewsky являются перспективными видами для выращивания в солоноватых прудах совместно с карпом и в монокультуре. Распространены в тропических и субтропических водах. Это прибрежные морские, реже пресноводные рыбы. Населяют воды Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Лобан и сингиль обитают в Черном и Азовском морях, пелингас – в Японском море. Акклиматизированы в Каспийском море. Пелингас перспективен для акклиматизации в Азово-Черноморском бассейне. Кефали – относительно теплолюбивые рыбы, хотя живут при температуре от 3–4 до 35 °С. Эвригалинные рыбы. Питаются в основном детритом, используют также перифитон, водоросли, червей, ракообразных. Молодь питается зоопланктоном. Нагуливаются в заливах, лиманах; зимуют в открытом море. Зимой питаются.

Половая зрелость наступает у лобана в возрасте 6–8 лет при длине тела 30–34 см, у сингиля – 3–6 лет, у остроноса – 3 лет при длине 22 см. Размножаются в море с мая по сентябрь при температуре воды 16–25 °С. Плодовитость лобана 3–7 млн. икринок, сингиля – до 1,3 млн., остроноса – до 2,5 млн. икринок. Икра пелагическая, с большой жировой каплей; в пресной воде она опускается на дно. Диаметр икринки 0,7–0,78 мм. Инкубационный период при температуре воды 22–28 °С длится 38–40 ч (в лабораторных условиях). Желточный мешок рассасывается через 4 сут при 21–25 °С.

При выращивании в солоноватых прудах совместно с карпом двухлетки сингиля достигали массы 20–80 г, остроноса – 47–100, пелингаса – 193–430, побана – 313–595 г. Трехлетки остроноса имели массу 260–280 г, пелингаса – 590–1167, лобана – 1715 г.

В прудах кефаль не нерестится. Молодь кефали для выращивания в прудах отлавливают в прибрежных районах моря, заливах, лиманах.

## Тема 2. ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ, ЛИЧИНОЧНЫЙ И МАЛЬКОВЫЙ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ КАРПА

**Эмбриональное развитие карпа.** Карп откладывает икру на растительность в стоячей или слабопроточной воде при температуре обычно 17 °С и выше. Его развитие в раннем периоде онтогенеза проходит в этих условиях и приспособлено к ним.

Икра обычно желтого цвета, но встречаются икринки с зеленоватым оттенком, бесцветные и др. Средний диаметр икры 1,5–1,8 мм с небольшим перивителлиновым пространством (относительные размеры 1,25–1,4 мм), она полиплазматическая. По количеству цитоплазмы занимает одно из первых мест среди икры рыб семейства карповые. Диаметр желточного мешка в среднем 1,2 мм. Оболочка икры клейкая. Продолжительность развития икры карпа до выхода из оболочек эмбрионов зависит прежде всего от температурных условий. Однако для развития икры и выклева необходимо, как установлено, определенное количество тепла. Для карпа это 60–80 градусо-ч.

Продолжительность развития икры карпа в зависимости от температуры (по данным Ф. М. Суховерхова и А. П. Сиверцева):

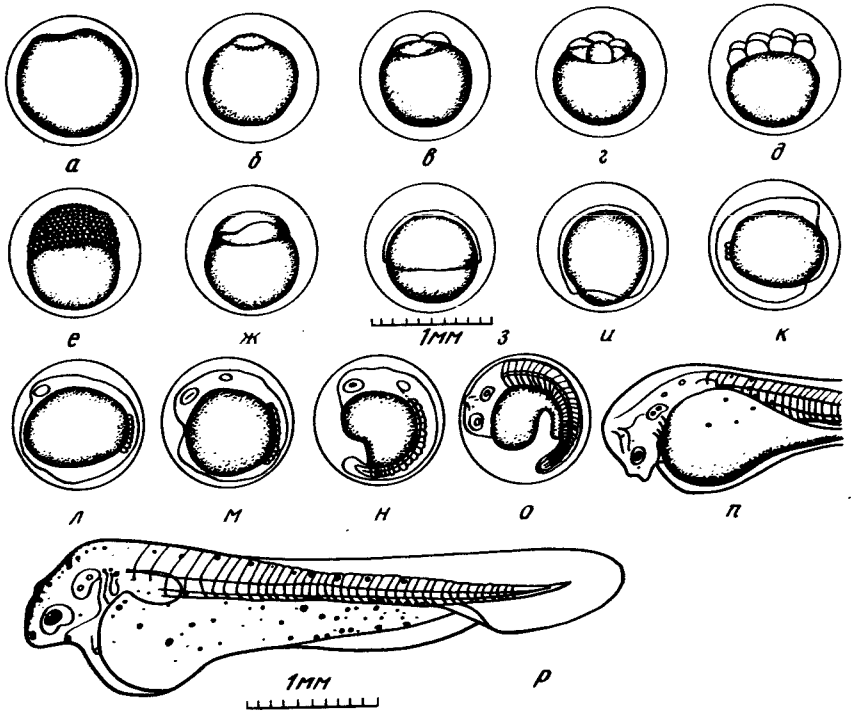
Температура воды, °С	22	20	19	17	Ниже 16
Продолжительность инкубации, дни	2,5–3	3,5–4	4,5–5	7–7,5	Более 8

Эмбриональный период развития карпа состоит из семи этапов (по Лужину, 1976).

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

Активация икринок, вызванная оплодотворением, приводит к глубоким изменениям обмена веществ. В течение первого часа после оплодотворения, когда наступает резкое оводнение икринок, относительное содержание сухих веществ снижается с 30–32 до 10–12 % и примерно в таком количестве остается до выклева эмбриона. Содержание гликогена – основного источника энергии в период образования бластодиска – уменьшается в 2 раза, а величина аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), занимающей центральное место в энергетическом обмене, снижается почти в 3 раза.

На втором этапе происходит дробление бластодиска от двух



**Рис. 1.** Эмбриональный период развития икры карпа:

*a* — неоплодотворенная икра; *б* — набухшая икра с образовавшимся зародышевым диском (бластодиском); *в* — стадия 2 бластомеров; *г* — стадия 4 бластомеров; *д* — стадия 8 бластомеров; *е* — стадия крупноклеточной морулы; *ж* — стадия бластулы; *з* — бластодерма охватывает половину желтка; *и* — стадия замыкания желточной пробки и появления зародышевого валика; *к* — стадия образования первых сомитов в туловище; *л* — стадия образования глазных пузырей; *м* — стадия формирования слуховых плакоид; *н* — стадия формирования хрусталика; желточный мешок приобретает грушевидную форму; *о* — стадия начала пигментации глаз; *п* — стадия появления в крови форменных элементов; *р* — выклюнувшийся эмбрион (предличинка)

бластомеров до бластулы, увеличивается число клеток и уменьшаются их размеры. Икринка проходит ряд стадий развития. В возрасте трех часов наступает стадия дробления, появляется первая борозда, делящая бластодиск на две клетки-бластомера (рис. 1*в*), а затем наступают стадии четырех (рис. 1*г*), восьми (рис. 1*д*) бластомеров и т. д. Через 6 ч от момента оплодотворения наступает стадия морулы крупных клеток (рис. 1*е*). Далее клетки бластодиска все больше дробятся. Наступает стадия морулы мелких клеток. Между бластодиском и желтком возникает небольшая полость, или бластоцель, и образуется стадия бластулы (рис. 1*ж*). Бластула — это своеобразное многоклеточное

образование – бластодерма, расположенная на анимальном полюсе желтка.

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

В рыбоводной практике на стадиях 4–8 бластомеров второго этапа дают оценку качества икры по нормальному дроблению. Образование равномерных, асимметрично расположенных бластомеров свидетельствует об аномальном развитии икры. Именно на стадиях дробления от 4–8 бластомеров до ранней морулы определяют и процент оплодотворения икры.

На третьем этапе происходит обрастание желтка бластодермой, гастрюляция и формирование зародыша. Гастрюляция начинается с обрастания желтка многослойной бластодермой. Через 8–9 ч половина желтка оказывается схваченной бластодермой (рис. 1,з). Появляется зародышевый валик, который на стадии замыкания желточной пробки (рис. 1,и) виден весьма отчетливо. У тела зародыша заметен расширенный головной отдел. Желточная пробка замыкается. Гастрюляция завершается полным обрастанием бластодермой всего желтка.

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

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

На четвертом этапе происходит дифференциация головного и туловищного отделов зародыша. Наблюдается утолщение головной и хвостовой частей зародыша. Через 17–20 ч от оплодотворения икры тело зародыша охватывает около  $\frac{3}{5}$  окружности желтка. Начинается сегментация тела. В туловище образуются первые два-три сомита (рис. 1,к). В возрасте 22–24 ч формируются глазные пузырьки при продолжающейся сегментации тела (рис. 1,л). Через 24–28 ч за глазами появляются в области продолговатого мозга появляются слуховые плакоды (рис. 1,м). Количество сомитов достигает 9–11. Глазные бокалы (зачатки глаз) приобретают щелевидные углубления.

На пятом этапе обособляется хвостовой отдел и зародыш начинает двигаться. В результате обособления хвостового отдела и роста в длину зачатка кишечной трубки желток приобретает грушевидную форму. Через 35–45 ч в глазах отчетливо виден хрусталик (рис. 1,н). Количество сомитов продолжает увеличиваться (более 20). Тело эмбриона совершает слабые движения. В возрасте немногим более двух суток наблюдается сегментация хвостового отдела. К этому времени сегментация тела почти заканчивается. В глазах появ-

ляется черный пигмент. Различаются отделы головного мозга. В слуховых капсулах образуются отолиты (рис. 1,о). При обособлении хвостового отдела и пигментации глаз наступают определенные изменения в обмене веществ: показатель АТФ вновь возрастает до исходной величины, однако содержание белка и небелкового азота остается прежним, как при гастрюляции.

На шестом этапе в возрасте 2,5 сут у эмбриона появляются форменные элементы в крови. Число сомитов в туловище 24, в хвостовом отделе 16. Глаза пигментированы (рис. 1,о). Сформировалась кожная жаберная крышка. Голова пригнута к желтку. На рыле перед глазами появились обонятельные ямки. Снизу образовалась ротовая воронка. Позади глаз появились четыре жаберные плакоды. На уровне первого миотома располагается грудной плавничок. Эмбрион активно вращается в оболочке.

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

На седьмом этапе из оболочки вылупляется эмбрион. Это последний этап эмбрионального периода развития. Через 3 сут инкубации икры при температуре 19–22 °С начинается выклев эмбрионов. Выклюнувшиеся эмбрионы – предличинки имеют относительно слабо пигментированные глаза и тело. Пигментные клетки расположены на голове и вдоль хорды. Желточный мешок большой, грушевидной формы, сильно пигментирован. Эмбрион имеет сплошную плавниковую складку, расширенную в хвостовой части. Голова выпрямлена и отделена от хвоста, грудные плавники маленькие. Рот неподвижный, в форме ямки, в нижнем положении. Кишечник имеет прямую сдавленную трубку без просвета (рис. 1,р). Длина от рыла до конца хорды (плавниковая складка не учитывается) составляет 4–5 мм.

После выхода эмбриона из оболочки существенные изменения происходят и в обмене веществ. Если гликоген является основным источником энергии зародыша, то главным в эндогенном питании предличинки является жир. Его запасы в два раза выше (2–2,5 %), чем гликогена (0,7–1,2 %). Меняются и другие показатели обмена. Содержание белка увеличивается до 11–13 %, сухих веществ – до 19–20 %, фосфора – до 300–360 мг%. Эмбрионы питаются только за счет желточного мешка и малоподвижны. Как правило, они висят, прикрепившись к растениям, на которые была отложена икра. Для этой цели у вылупившихся из оболочки эмбрионов карпа имеются специальные органы, которые представлены парными железами, расположенными ниже и впереди глаз. Эмбрионы изредка отрываются и снова прикрепляются. Подобное состояние эмбрионов не только спасает их от врагов, но и способствует лучшему дыханию. На свет они реагируют положительно.

Таким образом, клейкая оболочка икринок, наличие органов прикрепления эмбрионов, способность висеть, прикрепившись к растениям после вылупления, отсутствие светобоязни характеризуют карпа как фитофильную рыбу, приспособленную развиваться в стоя-

чих или медленнотекущих водоемах с заросшим и заиленным дном.

Необходимо обратить внимание на очень важное обстоятельство, которое надо учитывать в рыбохозяйственной практике и особенно в современном рыбоводстве при широком использовании заводского способа получения личинок карпа.

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

Критическими периодами в развитии икры карпа, как у большинства нерестящихся весной рыб, являются следующие стадии: начало дробления до морулы мелких клеток, гастрюляция, стадия перед выклевом и в период выхода зародыша из оболочки. Именно на этих стадиях эмбриогенеза, особенно в начале дробления, вступления икры в стадию ранней гастрюлы и замыкания желточной пробки, перед вылуплением и в момент выхода эмбриона из оболочки, наблюдается повышенная гибель зародышей. После прохождения критического периода гибель эмбрионов наблюдается не сразу, а спустя некоторое время, чаще перед наступлением следующей стадии развития.

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

**Личиночный и мальковый периоды развития карпа.** В раннем периоде с момента вылупления из оболочки карп проходит 9 этапов развития, которые В. В. Васнецов обозначил буквами: *A, B, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, E, F, G* (табл. 1).

Этап *A* – предличинка относится к эмбриональному периоду развития (рис. 2), этапы *B, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, E* характеризуют личиночный, *F* и *G* – мальковый периоды.

В рыбоводной практике сроки пересадки молоди в мальковые или выростные пруды определяются не возрастом, а этапом развития молоди. Зарыбление мальковых или выростных прудов рекомендует-

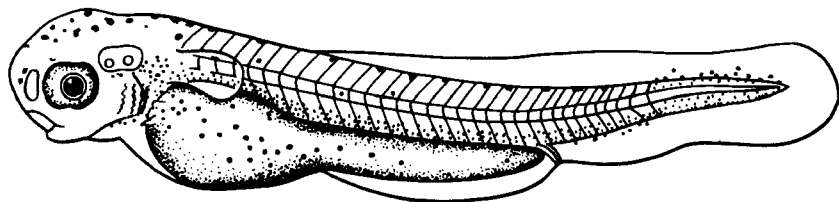


Рис. 2. Этап *A* развития карпа ( $l = 45,5$  мм,  $L = 5,7$  мм)

22 1. Характеристика этапов личиночного и малькового периодов развития культурного карпа (по Р. Я. Брагинской и Б. А. Лужину)

Этап	Размер, мм	Продолжительность, сут	Признаки	Питание	Поведение
------	------------	------------------------	----------	---------	-----------

*Личиночный период*

<i>B</i>	5,6—6	2—4	Глаза пигментированы сильно, пигментные клетки располагаются преимущественно на голове и вдоль спины. Желточный мешок значительно уменьшается. Рот становится слабоподвижным, но еще не закрывается полностью. Кишечник в виде длинной и немного изогнутой трубки. Плавательный пузырь однокамерный и наполнен воздухом. Плапниковая складка становится шире (рис. 3)	Водоросли (диатомовые и синезеленые), ще воды, недалеко от берега ветвистые рачки, подходящие по размеру.	Плавают поодиночке в толще воды, недалеко от берега
----------	-------	-----	---	---	---

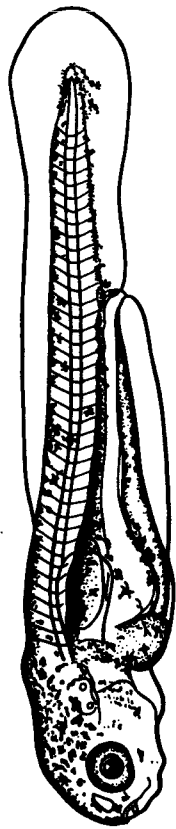


Рис. 3. Этап В развития карпа ( $l = 6,6$  мм,  $L = 7$  мм)

*C*<sub>1</sub> 5,6—7,2

Желточный мешок полностью рассасывается. Рот закрывается, плавательный пузырь увеличивается в размерах. Плапниковая кайма все еще сплошная. Под задним концом хорды на месте нижней лопасти будущего хвостового плавника начинается скопление мезенхимы (рис. 4)

Ветвистые рачки и водоросли, встречающиеся в толще воды, недалеко от берега плавают поодиночке

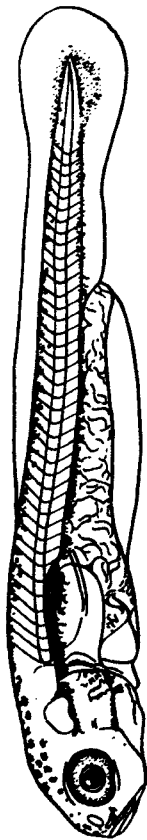


Рис. 4. Этап  $C_1$  развития карпа ( $l = 7,1$  мм,  $L = 7,7$  мм)

$C_2$

7,3—8,7

1,5—3

В местах будущих спинного и анального плавников сгущается мезенхима, в хвостовой лопасти начинают окостеневать лучи. У ростиль начинает загибаться вверх. Хвостовая лопасть несколько выгнута назад и вверх. Заметно уменьшается плавниковая кайма. Жаберная крышка полностью закрывает жабры (рис. 5)

Ветвистоусые рачки, Держатся недалеко от берега на мелководье, поодиночке у поверхности хищномид

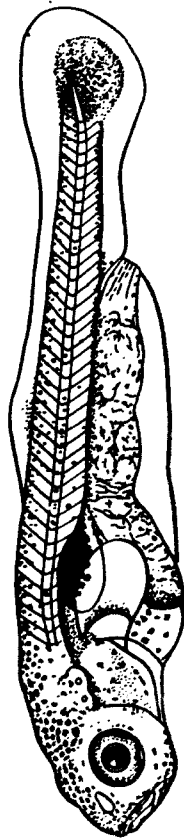


Рис. 5. Этап  $C_2$  развития карпа ( $l = 8,6$  мм,  $L = 9$  мм)

$D_1$

8,8—10,6

1,5—3

Плавательный пузырь становится двух-камерным. Передняя камера его наполняется воздухом. Рот конечный, дые циклопы

Коловратки, неупли- Опускаются на глубину до 0,5 м. Держатся поодиночке

Этап	Размер, мм	Продолжительность, сут	Признаки	Питание	Поведение
------	------------	------------------------	----------	---------	-----------

слабовидимой. Начинается обособление спинного и анального плавников. Появляются зачатки брюшных плавников. Лучи в хвостовом плавнике доходят до заднего края. Задний конец хорды сильно загнут вверх, хвостовой плавник трехлопастной (рис. 6)

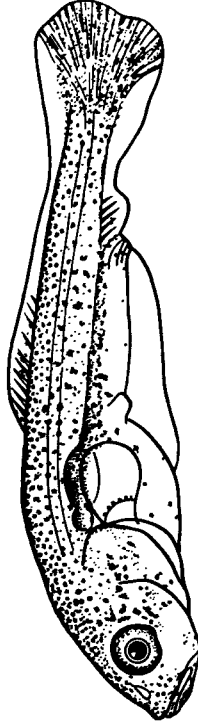


Рис. 6. Этап  $D_1$  развития карпа ( $l = 10,5$  мм,  $L = 11,5$  мм)

$D_2$	10,7–11,7	3–5	<p>Строение спинного, анального и хвостового плавников становится таким же, как у взрослых рыб. В этих плавниках развиты костные лучи. Грудные плавники увеличиваются, в них появляются мезенхимные лучи. Увеличиваются брюшные плавники. В сравнении с предыдущим этапом рот выдвигается и становится полунижним (рис. 7)</p>	<p>В основном науплиуса и некоторое количество хирономид, подлиночке. Утром приближаются к берегу, к вечеру отходят и опускаются в более глубокие слои</p>
-------	-----------	-----	--	--

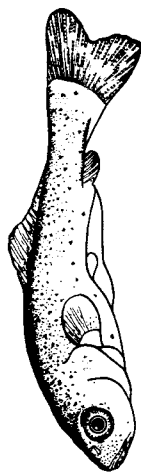


Рис. 7. Этап *D*<sub>2</sub> развития карпа (*l* = 10,25 мм, *L* = 12,20 мм)

*E*

11,8–16,3

2–3

Во всех парных и непарных плавниках хорошо развиты костные лучи. Плавники более сформированы в сравнении с предыдущим этапом. Почти полностью исчезает плавниковая складка (кайма), есть лишь небольшая преанальная складка (рис. 8)

Держатся поодиночке на глубине 0,5 м (на струе у водослива). Ловить их труднее, чем на предыдущих этапах

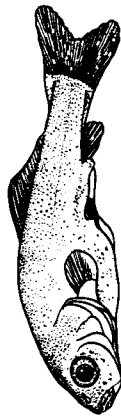


Рис. 8. Карп на этапе *B* (*l* = 12,5 мм, *L* = 15,0 мм)

*F*

16,4–19,6

3–6

#### Мальковый период

Начинает развиваться чешуя, которая к концу этапа покрывает почти все тело. Появляется первая пара усиков. Обонятельная ямка принимает форму восьмерки (рис. 9)

Держатся преимущественно у дна, часто около водослива (монаха). При такой погоде плавают стайками. Отличаются большой пугливостью

Этап	Размер, мм	Продолжительность, сут	Признаки	Питание	Поведение
------	------------	------------------------	----------	---------	-----------

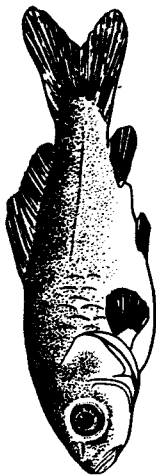


Рис. 9. Этап F развитая карпа ( $l = 18,0$  мм,  $L = 22,5$  мм)

G

19,7—24,8

Наступает через 18—30 дней после выклева. Тело полностью покрывается чешуей. Малек приобретает почти все признаки взрослой рыбы. Появляется зачаток канала боковой линии (рис. 10)

Главным образом личинки хирономид

Мальки плавают стайками, реже поодиночке, недалеко от берега

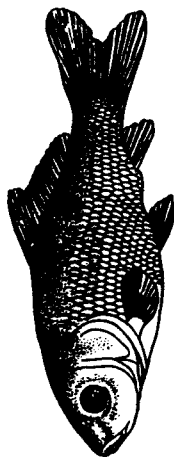


Рис. 10. Этап G развитая карпа ( $l = 22,0$  мм,  $L = 30,0$  мм)

ся осуществлять личинками на этапе смешанного питания. Продолжительность подращивания определяется временем, необходимым для завершения личиночного периода развития.

Продолжительность каждого этапа зависит от температуры воды, обеспеченности пищей, гидрохимических условий и селекционных особенностей карпов (табл. 2).

**2. Продолжительность этапов развития карпа в зависимости от температуры воды (по Б. А. Лужину)**

Этап	Температура воды, °С	Продолжительность развития, сут
A	23,8	1 и более
B	22,6	2
C <sub>1</sub>	24	2
C <sub>2</sub>	24,8	1,5
D <sub>1</sub>	25,5	1,5–2
D <sub>2</sub>	26	3
E	23,1	2
F	23,3	3,5
G	Наступает через 18–20 сут при температуре 23,8°	

### **Тема 3. ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ, ЛИЧИНОЧНЫЙ И МАЛЬКОВЫЙ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ РАСТИТЕЛЬНОЯДНЫХ РЫБ**

В биологии размножения и развития белого амура, белого и пестрого толстолобиков много общего, поэтому в табл. 3 дается описание характера развития растительноядных рыб в ранний период жизни на примере белого амура, а различия представлены в табл. 4.

При искусственном разведении рыб не всегда удается обеспечить оптимальные условия для нормального протекания физиологических процессов и правильного развития. Это ухудшает рыбоводные качества икры, вызывает разнообразные нарушения в строении зародышей и снижает их жизнеспособность.

Наиболее частой причиной неудовлетворительного качества икры и уродства личинок является передержка икры в теле самки после ее овуляции.

Надежным критерием качества икры служит процент ее оплодотворения и морфологическая картина развития. Доброкачественная икра имеет высокий процент оплодотворения (90–95 %, а иногда 100 %) и не имеет нарушений в развитии. У недоброкачественной икры нередко наблюдается высокий процент оплодотворения, но развитие идет ненормально. Поэтому один лишь показатель процента оплодотворения икры не может служить критерием качества. Необходимо контролировать процесс на различных этапах развития. На каждом этапе развития могут быть обнаружены характерные аномалии, зависящие как от качества икры, так и от условий среды (рис. 14).

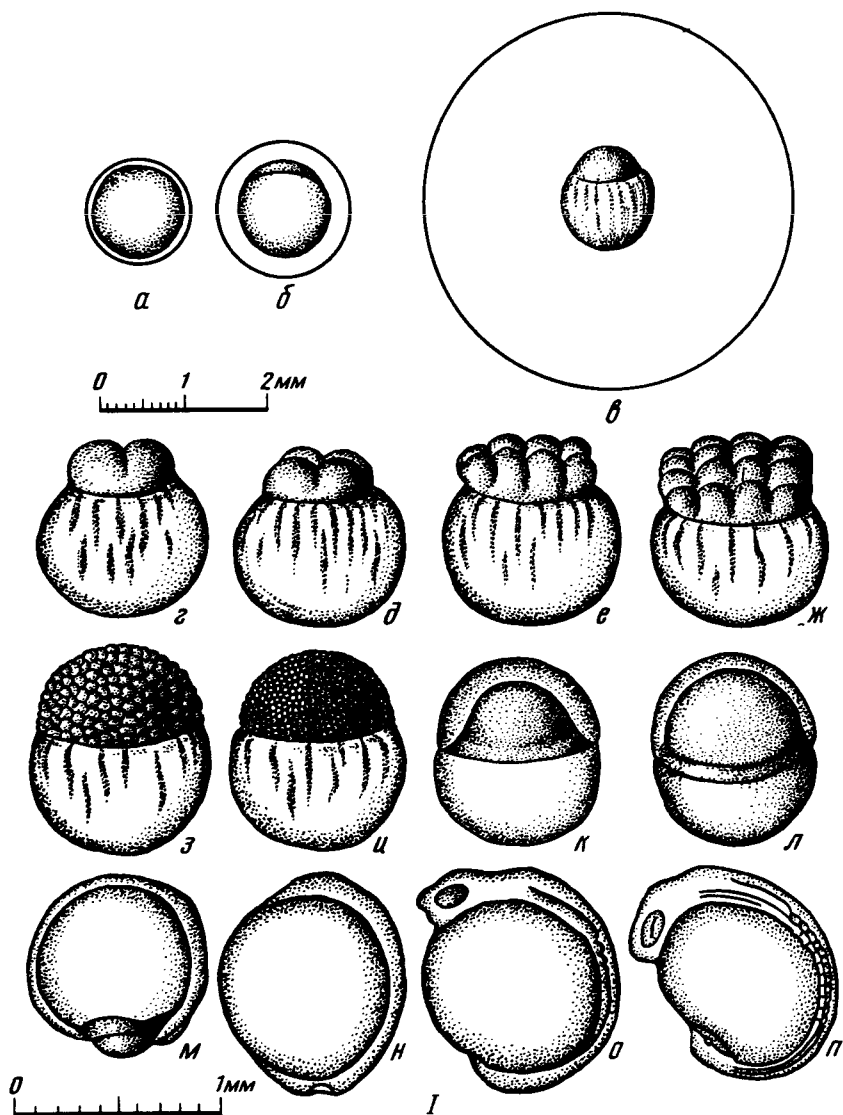
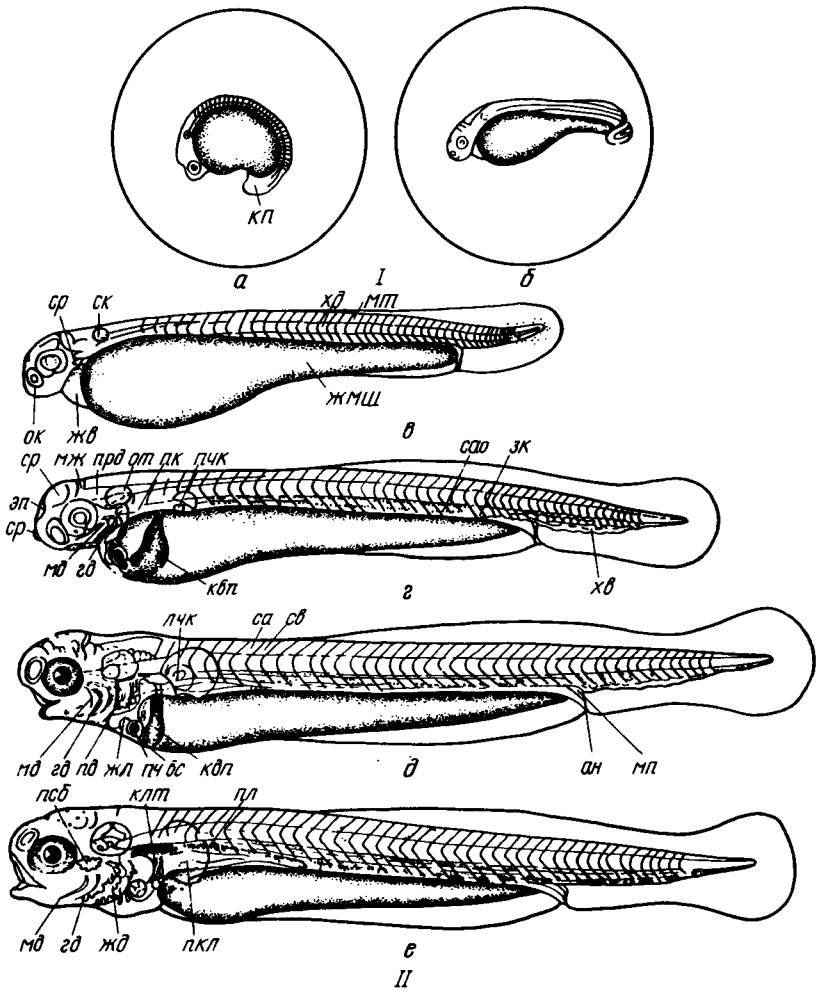


Рис. 11. Эмбриональный период развития икры белого амура (обозначения в тексте):

*I* – начало; *II* – завершение; *ан* – анальное отверстие; *жв* – железы выплупения; купферов пузырек; *мж* – мозжечок; *мт* – миотом; *мл* – мочевой пузырь; *ок* – говатый мозг; *псб* – псевдобранхия; *пч* – печень; *пчк* – зачаток предпочки; *ск* – система: *вс* – венозный синус (sinus venosus); *гд* – гиоидная дуга аорты (arcus Нюй- (ventriculus); *зк* – задняя кардинальная вена (vena cardinalis posterior); *квл* – кювье-аортае); *пк* – передняя кардинальная вена (vena cardinalis anterior); *пкл* – подклю- сцо – спинная аорта (aorta dorsalis); *св* – сегментальная вена (vena segmentalis); *хв* –



**жмш** – желточный мешок; **клт** – кляйтрум (зачаток грудного пояса); **кп** – обонятельная капсула; **от** – отолит; **пл** – плавательный пузырь; **прд** – продолговатая капсула; **сп** – средний мозг; **хд** – хорда; **эп** – эпифиз; кровеносная дуга аорты; **жв** – жаберная дуга аорты (arcus visceralis aortae); **жл** – желудочек; **пчк** – протоки (ductus Cuvieri); **мд** – мандибулярная дуга аорты (arcus mandibularis aortae); **са** – сегментальная артерия (arteria segmentalis); **хв** – хвостовая вена (vena caudalis); цифровые обозначения в тексте.

### 3. Характеристика развития белого амура

Этап	Стадия
<p>1. Эмбриональный период</p>	
<p>1. Оводнение полости между яйцевой оболочкой и яйцеклеткой (появление перивителлинового пространства) и образование плазменного бугорка — бластодиска</p>	<p>Стадия 1. Диаметр неоводненной икринки после оплодотворения 1,2–1,3 мм. Яйцевая оболочка плотно прилегает к поверхности яйца, она неклеякая и представлена первичной радиальной оболочкой. Икра прозрачная, бесцветная или слегка желтоватая (рис. 11, а)</p>
<p>2. Дробление бластодиска до бластулы (рис. 11, г — к)</p>	<p>Стадия 2. Возраст 10 мин после оплодотворения. Отделение яйцевой оболочки от желтка и концентрация плазмы на анимальном полюсе в виде прозрачной серповидной зоны (рис. 11, б)</p> <p>Стадия 3. Возраст 40 мин. Образование резко очерченного бластодиска. В основном завершается оводнение перивителлинового пространства. Диаметр икринки 3,8–4 мм, а собственно яйца 1,2–1,3 мм. Такое огромное перивителлиновое пространство уменьшает массу икринки и обеспечивает ее плавучесть в потоках воды; в стоячей воде икринка опускается на дно (рис. 11, в)</p> <p>Стадия 4. Возраст 1 ч. Образование двух бластомеров.</p> <p>Стадия 5. Возраст 1 ч 20 мин. Образование четырех бластомеров.</p> <p>Стадия 6. Возраст 1 ч 40 мин. Образование восьми бластомеров.</p> <p>Стадия 7. Возраст 2 ч. Образование шестнадцати бластомеров.</p> <p>Стадия 8. Возраст 2 ч 30 мин. Крупноклеточная морула (ранняя).</p> <p>Стадия 9. Возраст 4 ч 50 мин. Мелкоклеточная морула (поздняя).</p> <p>Завершение оводнения перивителлинового пространства. Диаметр оболочки 4,32–5,32 мм.</p> <p>Стадия 10. Возраст 6 ч. Бластула.</p>
<p>3. Гастрюляция — образование зародышевых пластов (рис. 11, л—н)</p>	<p>Стадия 11. Возраст 7 ч 10 мин. Обращение бластодермой поверхности желтка.</p> <p>Стадия 12. Возраст 10 ч. Желточная пробка.</p> <p>Стадия 13. Возраст 12 ч. 10 мин. Замыкание желточной пробки. Зачаток тела приобретает вид утолщенного валика, расширенный головной отдел его начинается на анимальном полюсе и хвостовая часть его заканчивается на вегетативном полюсе</p>
<p>4. Органогенез — дифференциация зародышевых пластов на зачатки основных органов</p>	<p>Стадия 14. Возраст 15 ч. Образование глазных пузырей, закладка хорды, начало сегментации мезодермы. Закладка мозговых пузырей</p> <p>Стадия 15. Возраст 18 ч. Появление глазных бокалов и щелевидного углубления в зачатках глаз, сегментация тела на миотомы. Хорда хорошо заметна (рис. 11, о, п)</p>

Этап	Стадия
5. Обособление хвостового отдела от желточного мешка, начало активного движения тела	Стадии 16–18. Возраст 29–32 ч. Выпрямление тела. Начало энергичных колебательных движений и вращательных поворотов. Появление на голове и в сердечной области желез вылупления (рис. 11, II, а, б)
6. Вылупление зародыша из оболочки	Стадия 19. Возраст 34 ч. Выклев. Длина 5–5,2 мм. В туловище 29–31 сегмент, в хвосте – 12–14. Тело без пигмента, окаймлено недифференцированной плавниковой складкой. В глазах черное пигментное пятнышко. Малоподвижны. В природных условиях пассивно сносятся течением в толще воды (рис. 11, II, в)
7. Образование эмбриональной сосудистой системы, начало кровообращения	Стадия 20. Возраст – 51 ч. Длина – 6,5 мм. Органы дыхания: хвостовая вена и кьюьеровы протоки, расположенные на передней части желточного мешка. Движение пассивное. Питаются собственным желтком (рис. 11, II, д)
8. Образование и начало функционирования подвижного жаберно-челюстного аппарата	Стадии 21–22. Возраст 76–96 ч. Длина 7,5 мм. Начало жаберного дыхания. Рот полуконечный, подвижный. Глаза полностью пигментированы. Предличинки становятся более подвижными. Питание желточное. Черные пигментные клетки – меланофоры – появляются на голове, над кишечником и в хвостовом отделе, на желточном мешке. Редукция эмбриональных органов дыхания. Закладка плавательного пузыря (см. рис. 11, II, д–е)

## II. Личиночный период

1. Смешанное питание личинок  
Стадии 23–24. Возраст 4,5–6 сут. Длина 7,5–7,8 мм. Дыхание жаберное. Плавательный пузырь заполнен воздухом. Личинка активна, заглатывает пищу, но продолжает также питаться и за счет желточного мешка. Пигментация тела усиливается. Личинки плавают в толще воды. На этом этапе рекомендуется перевозить личинок на дальние расстояния или высаживать их в пруды (см. рис. 12, а, б)
2. Экзогенное питание личинок  
Стадия 25. Возраст 7 сут. Желточный мешок полностью резорбирован. Питается исключительно внешней пищей. Обособление лопастей непарных плавников. Жаберно-челюстной аппарат подвижный. Длина 7,6 мм (см. рис. 12, в)
3. Формирование непарных плавников  
Стадия 26. Возраст 9 сут. Длина 8 мм. Образование лучей в нижней лопасти хвостового плавника. К 16-м суткам все непарные плавники имеют плавниковые лучи (см. рис. 12, г–д)  
Стадии 27–28. Конец хорды загнут сверху. В хвостовом плавнике выемка. Заполняется воздухом передний отдел плавательного пузыря. Закладываются брюшные плавники (рис. 12, е)

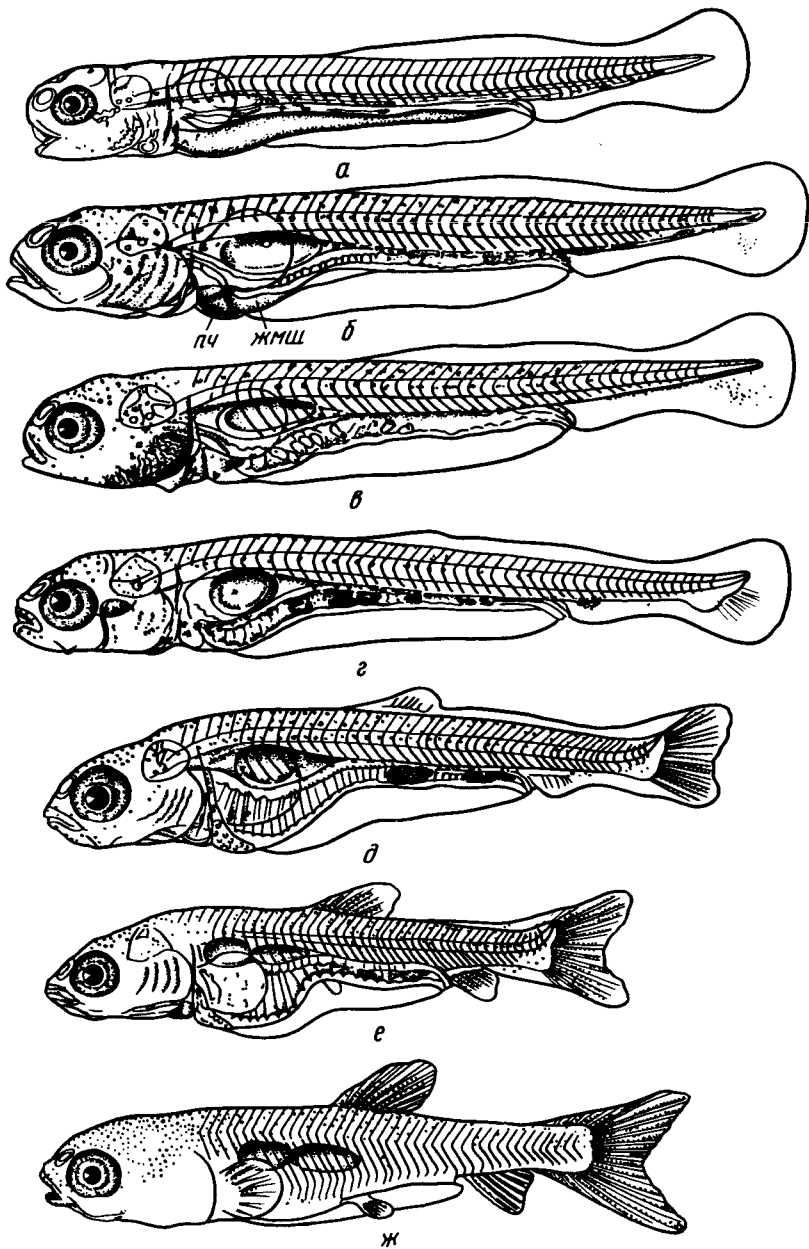


Рис. 12. Личиночный период развития белого амура (см. обозначения в тексте)

Этап	Стадия
------	--------

4. Формирование парных плавников Стадии 29–30. Возраст 20–22 сут. Длина – 14,2 мм. В парных плавниках образуются плавниковые лучи. Сохраняется преанальная плавниковая складка (рис. 12, ж)

### III. Мальковый период

1. Закладка чешуи

Возраст 1 мес. Длина 2 см. Вдоль боковой линии появляется чешуя (рис. 13,а).

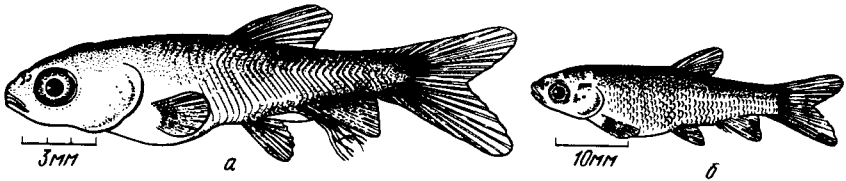


Рис. 13. Мальковый период развития белого амура (обозначения в тексте)

2. Малек с чешуйчатым покровом Возраст 1,5 мес. Длина 4–5 см. Преанальная складка исчезла. Тело покрыто чешуей. Видны отверстия канала боковой линии (рис. 13,б)

Примечание. Развитие в эмбриональном периоде происходит при температуре 23–26 °С.

### 4. Различия в развитии белого амура, белого в пестрого толстолобиков

Морфологические и морфометрические признаки	Белый амур	Белый толстолобик	Пестрый толстолобик
---	------------	-------------------	---------------------

#### Икра (набухшая)

Средний диаметр, мм	4,38–5,22	3,80–4,50	4,82–5,63
оболочки	1,21–1,36	1,10–1,20	1,42–1,50
желточного мешка			

#### Предличинки

Количество мистомов			
в туловище	29–31	24–26	24–26
в хвосте	12–14	14–17	14–17
Отношение длины туловища к длине хвоста	2,5	2	2
Наличие черного пигмента на желточном мешке	Пигмент только спереди	Пигмент спереди и на брюшной части	Пигмент спереди и слабо на брюшной части

Морфологические и морфометрические признаки	Белый амур	Белый толстолобик	Пестрый толстолобик
---	------------	-------------------	---------------------

## Личинки

Количество миотомов			
в туловище	29—31	24—26	24—26
в хвосте	12—14	14—17	14—17
Отношение длины туловища к длине хвоста	2,5	2	2
Пигментация преанальной плавниковой складки	Пигмент отсутствует	Пигмент развит обильно	Пигмент развит несколько слабее
Соотношение развития челюстей, начиная с третьего этапа	Челюсти оканчиваются на одном уровне	Челюсти оканчиваются на одном уровне	Нижняя челюсть выступает вперед верхней
Развитие грудных плавников на последнем 4-м этапе	Далеко не доходят до основания брюшных плавников	Далеко не доходят до основания брюшных плавников	Заходят за основания брюшных плавников
Развитие спинного плавника	Оканчивается, не доходя до уровня начала основания анального плавника	Оканчивается на уровне начала основания анального плавника	Оканчивается на уровне середины или конца основания анального плавника

## Мальки

Соотношение развития челюстей		Как у личинок	
Развитие грудных плавников		То же	
Развитие спинного плавника		"	
Число лучей в анальном плавнике	8—9	11—14	11—14
Чешуйный покров	Чешуя крупная	Чешуя мелкая	Чешуя мелкая
Развитие брюшного кия	Киль отсутствует	Киль развит от основания грудных плавников до ануса	Киль развит лишь от основания брюшных плавников до ануса

Например, наблюдаются аномалии набухания, причиной которых является разномерность икринок, полученных от одной самки; такая икра, как правило, хорошо оплодотворяется, но имеет большой отход в период инкубации и дает значительное количество уродливых личинок.

Аномалии оболочки икры наблюдаются при склеивании икринок. Это происходит в том случае, если икру в момент приливания воды после осеменения тщательно не перемешивать. В месте склеивания с другой икринкой наружный слой оболочки разрывается и в разрыв выпячивается внутренний слой.

При аномалии дробления бластодиска наиболее частым нарушением является отрыв бластомеров и различная величина бластомеров.

При аномалии желточного мешка желток у недоброкачественной икры по сравнению с доброкачественной имеет более крупные и неоднородные гранулы.

Эмбрионы с такими нарушениями желтка обычно доживают до выклева, но при переходе в личиночный период развития оказываются нежизнеспособными и погибают в значительных количествах.

Ложное развитие неоплодотворенной икры происходит своеобразно. Попадая в воду, она набухает, на анимальном полюсе образуется плазменный бугорок, который начинает дробиться. Однако дробление оказывается ложным, так как деление бластомеров не доходит до конца, образуются разноразмерные, асимметрично расположенные псевдобластомеры, представляющие собой безъядерные выпячивания плазмы.

Во время такого беспорядочного псевдодробления неоплодотворенная икра становится хорошо отличимой от оплодотворенной, бластомеры которой имеют одинаковые размеры и четкие контуры. Поэтому наиболее пригодными для определения процента оплодотворения являются стадии дробления от 4–8 бластомеров до ранней морулы. Позднее границы ложных бластомеров исчезают, плазма приобретает ровную поверхность и начинает совершать ложную гастрюляцию (рис. 14, I, д–ж).

Псевдогастрюляция завершается разрушением поверхности плазменного слоя и коагуляцией вытекающего из разрыва желтка.

Массовая гибель неоплодотворенной икры совпадает с периодом начала формирования тела зародыша оплодотворенной икры.

Водянка зародышей чаще проявляется после начала образования сердца. Эта аномалия заключается в чрезмерном увеличении и оводнении околосоудочной полости. Высокая степень водянки приводит к значительной деформации сердца.

Водянка может образоваться позади околосоудочной полости, под передним или задним отделом кишечника, в мочевом пузыре и др. (рис. 14, III–IV).

Жизнеспособными бывают лишь зародыши с очень слабо выраженными признаками водянки.

Деформации тела зародыша – искривление туловища, хвостового отдела, диспропорции отдельных частей тела наблюдаются обычно при водянках (рис. 14, V–VI). Причины подобных аномалий – резко выраженная недоброкачественность икры, нарушение условий инкубации, в частности понижение температуры воды (рис. 15–17), и других условий.

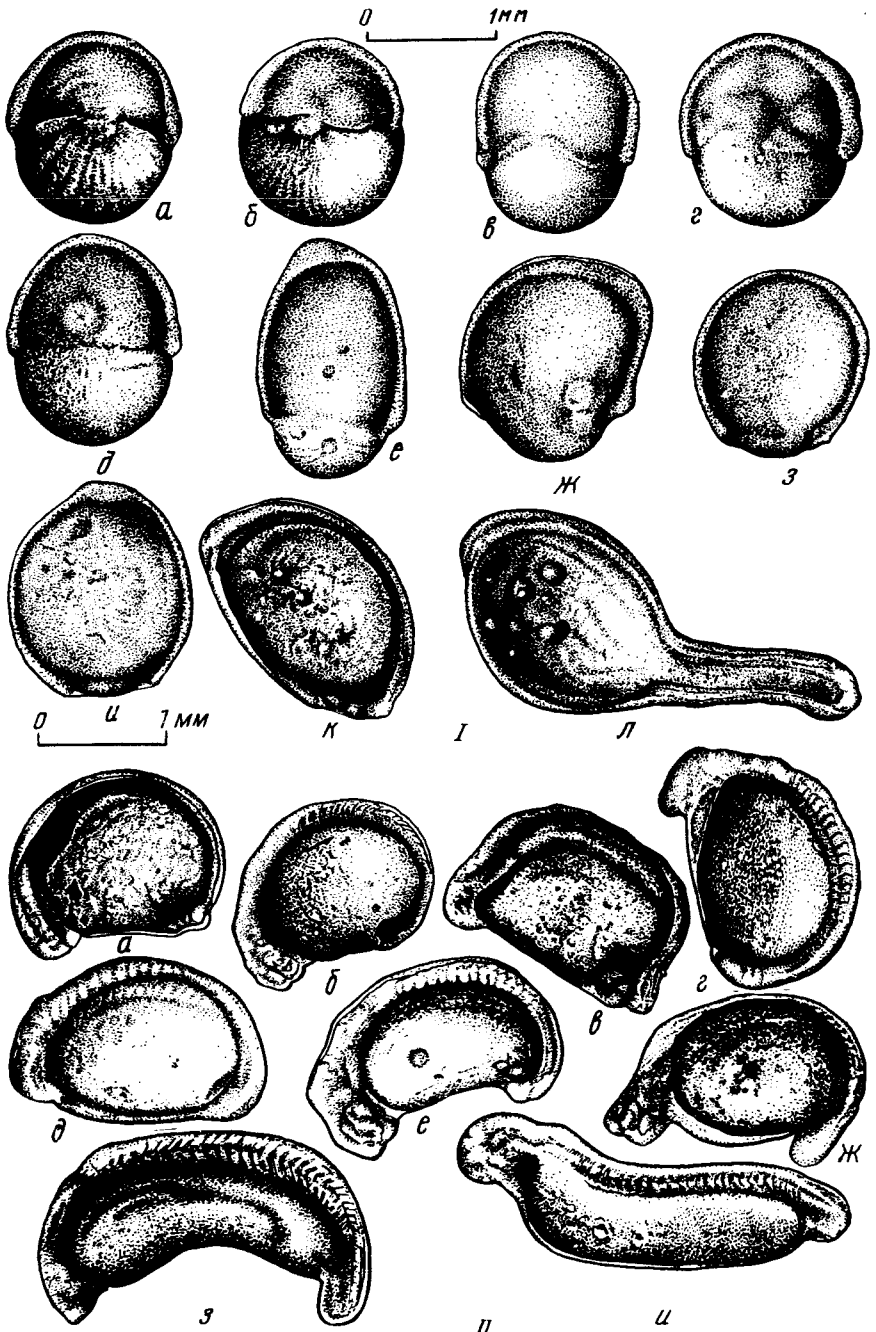


Рис. 14.

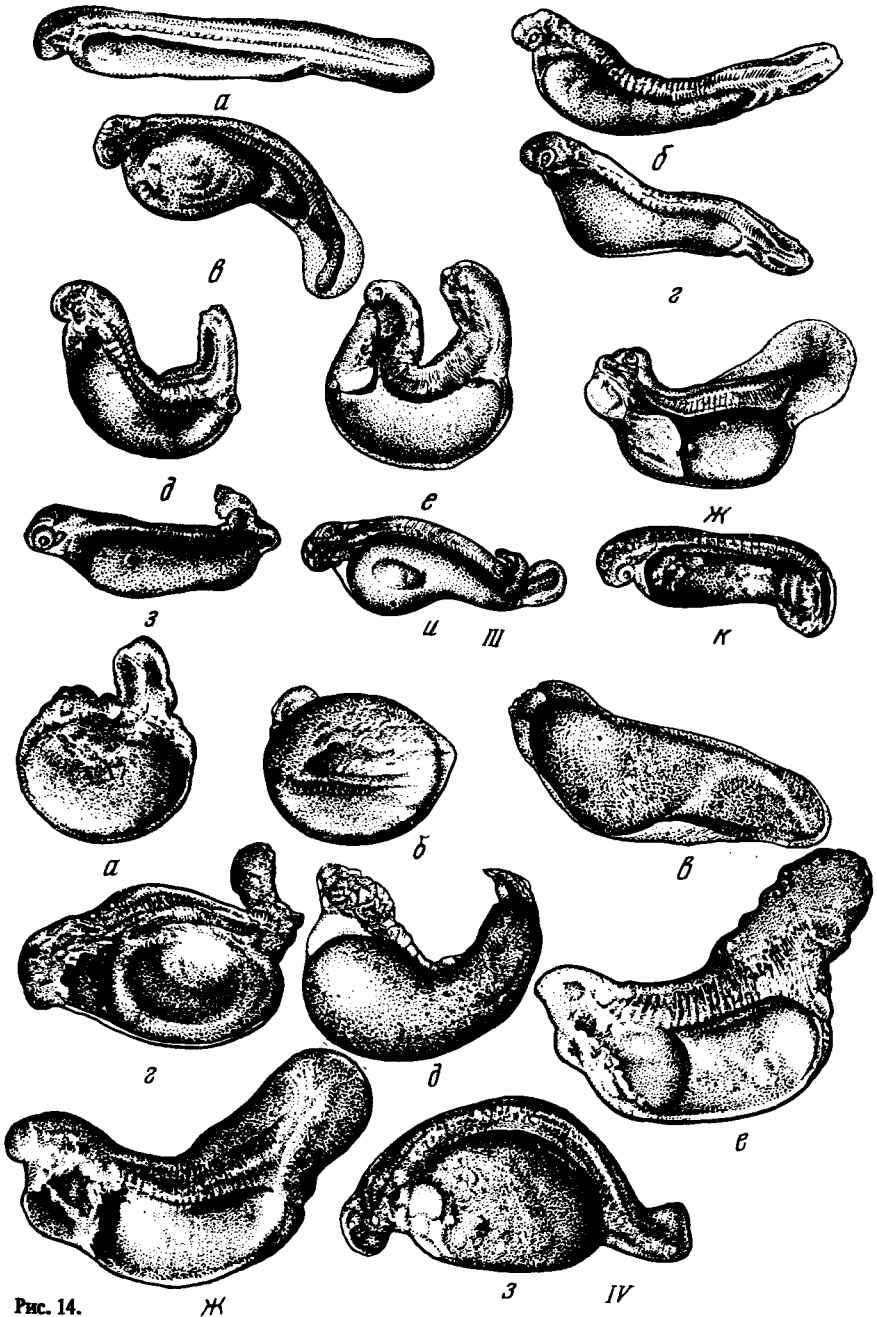
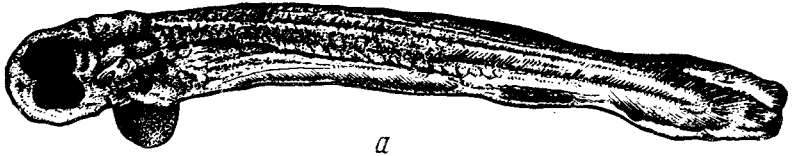


Рис. 14.

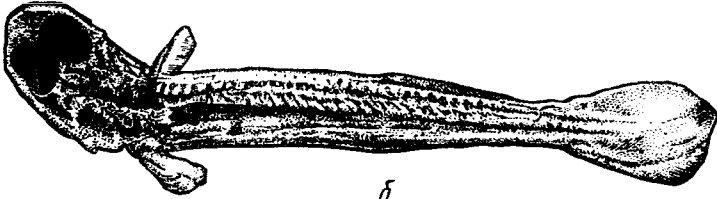
ж

з

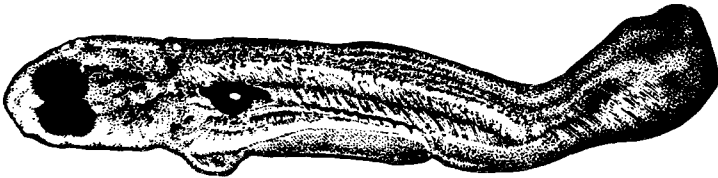
IV



*a*



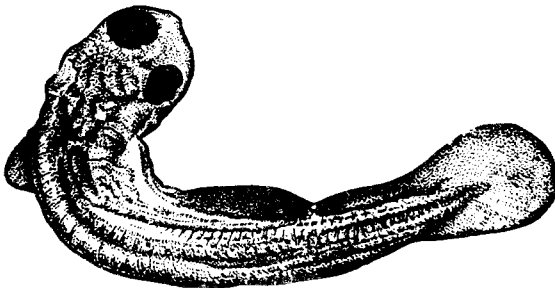
*b*



*c*



*d*



*e*

*v*

Рис. 14.

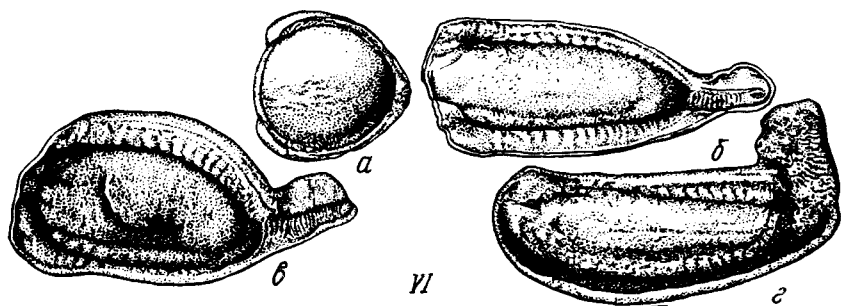


Рис. 14. Аномалии в развитии икры и личинок растительноядных рыб:

*I* — начало: *a* — этап 3; гастрюляция; стадия XI; начало — середина гастрюляции; нормально созревшее оплодотворенное яйцо; *б, в, г* — та же стадия, перезревающие оплодотворенные яйца; волнистая краевая зона; ранняя закладка головного отдела эмбриона; *д* — та же стадия (партогенетически развивающееся яйцо; бластодерма образует складки); *е* — та же стадия (3/4 обростания желтка, нормально созревшее оплодотворенное яйцо); *ж* — та же стадия (партогенетически развивающееся яйцо; общая деформация; помутнение тканей в области будущей головы эмбриона); *з, и* — стадия XII (желточная пробка; нормально созревшие оплодотворенные яйца); *к* — стадия XIII (закрывание бластопора; нормальный эмбрион); *л* — та же стадия (аномальный эмбрион); *II* — продолжение: *a* — этап 4; органо-генез; стадия XIV (образование глазных пузырей, начало сегментации мезодермы; нормальный эмбрион); *б* — стадия XV (образование глазных бокалов; нормальный эмбрион); *в* — та же стадия (аномальный эмбрион; отсутствуют закладки глаз и сомитов; задержка замыкания бластопора; помутнение желтка в области желточной пробки); *г, д* — та же стадия (аномальные эмбрионы; отсутствуют закладки глаз); *е* — этап 5 (обособление хвостового отдела зародыша от желточного мешка); стадия XVI (начало обособления хвостового отдела; нормальный эмбрион); *ж* — та же стадия (аномальный эмбрион; раннее обособление головного и хвостового отделов); *з* — стадия XVII (выпрямление и начало изгибов тела эмбриона; нормальный эмбрион); *и* — та же стадия (аномальный эмбрион; искривление спинного отдела; нарушение в формировании головных структур); *III* — продолжение: *a* — этап 6 (выклев эмбриона из оболочки); стадия XIX (только что выклюнувшийся нормальный эмбрион); та же стадия (аномальные эмбрионы): *б, в, г* — искривление спинных и хвостовых отделов; небольшие водянки перикарда; *д* — те же дефекты и водянка мочевого пузыря; *е* — сильное искривление тела; дефектный хвост; слабо дифференцированы отделы головного мозга; отсутствует обонятельная капсула; нет хрусталика в глазу; большая водянка перикарда; трубчатое сердце; *ж* — те же дефекты и водянка передне-брюшного отдела; передний отдел головы деформирован; *з, и, к* — дефекты в строении хвостового отдела; небольшие водянки перикарда; *IV* — продолжение: аномальные эмбрионы на стадии выклева: *a* — слабо дифференцированы головные структуры; искривлено тело; дефектный хвост; *б* — те же дефекты, но отсутствует хвостовой отдел; *в* — неоформленный зародыш; пузыревидные образования на переднем конце тела; *г* — слабо дифференцированы головные структуры; глаза отсутствуют; водянка перикарда; дефектный хвост; *д* — недоразвиты переднеголовой отдел и глаза; искривлено тело; дефектный хвост; *е* — микроцефалия; недоразвит глаз (отсутствует хрусталик); дефектные тело и хвост; водянка перикарда и переднебрюшного отдела; *ж* — недоразвиты переднеголовой отдел и глаза; искривлено тело; дефектный хвост; водянка перикарда; трубчатое сердце; *з* — сутулый эмбрион; микроцефалия; водянка перикарда; дефектный хвост; *V* — продолжение: *a* — переход от эмбрионального к личиночному периоду; стадии XXII—XXIII; заполнение воздухом плавательного пузыря; начало смешанного эндогенно-экзогенного питания; нормальная предличинка; *б, г, д* — предличинки и *е* — личинка с различными искривлениями тела и хвоста; *VI* — продолжение: *a, б, в, г* — последовательные стадии развития эмбриона с удвоенными осевыми органами

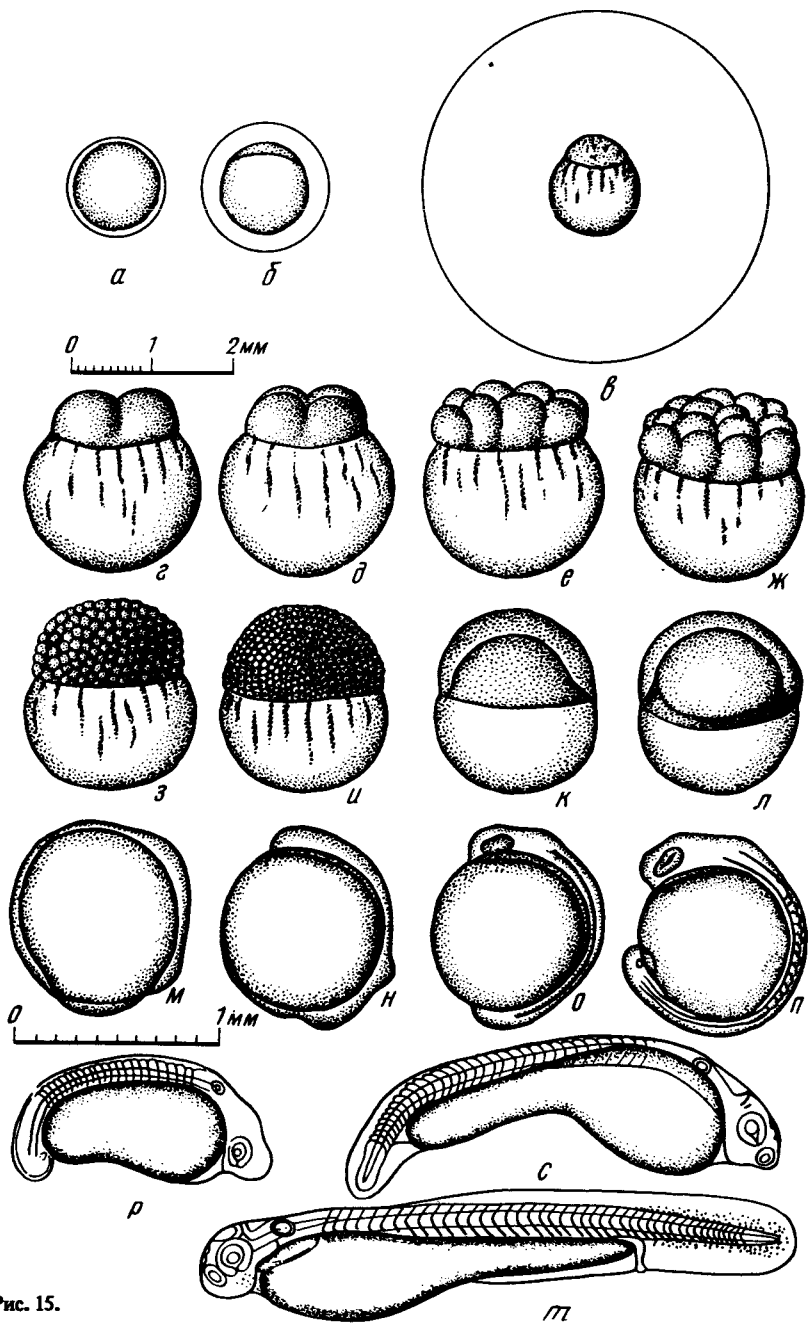


Рис. 15.

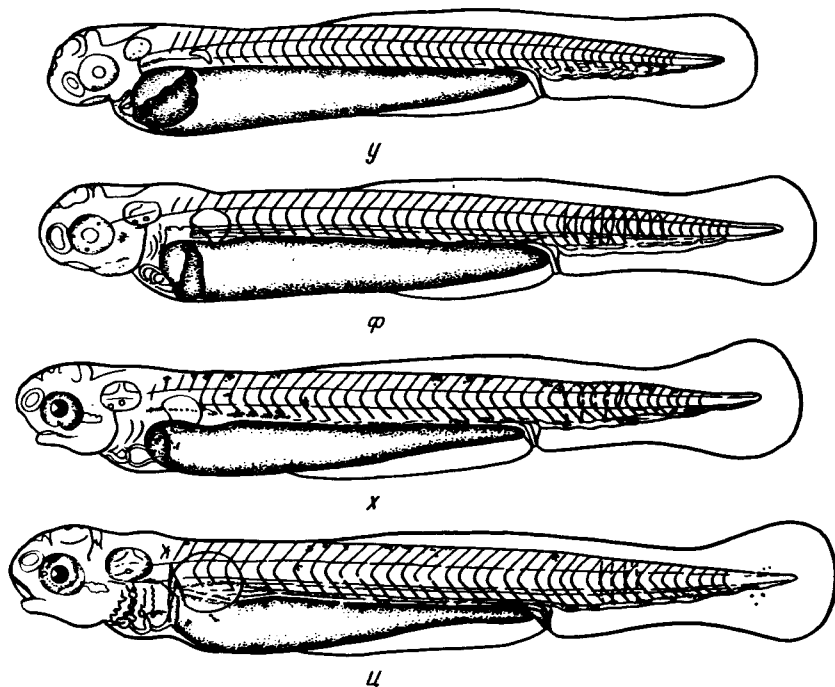
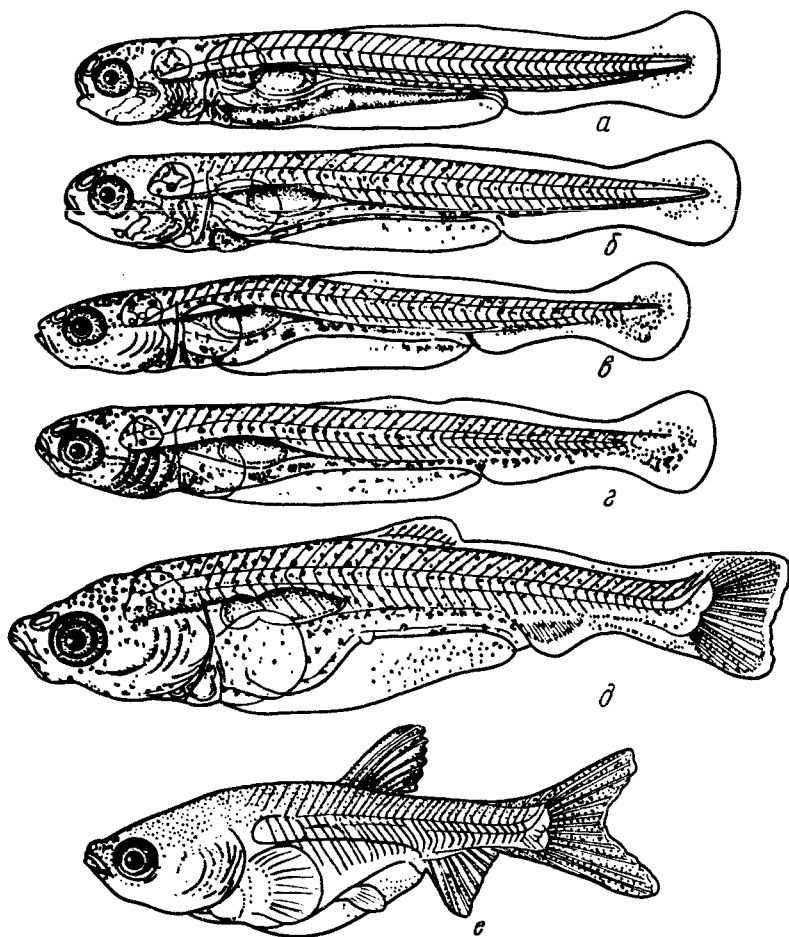


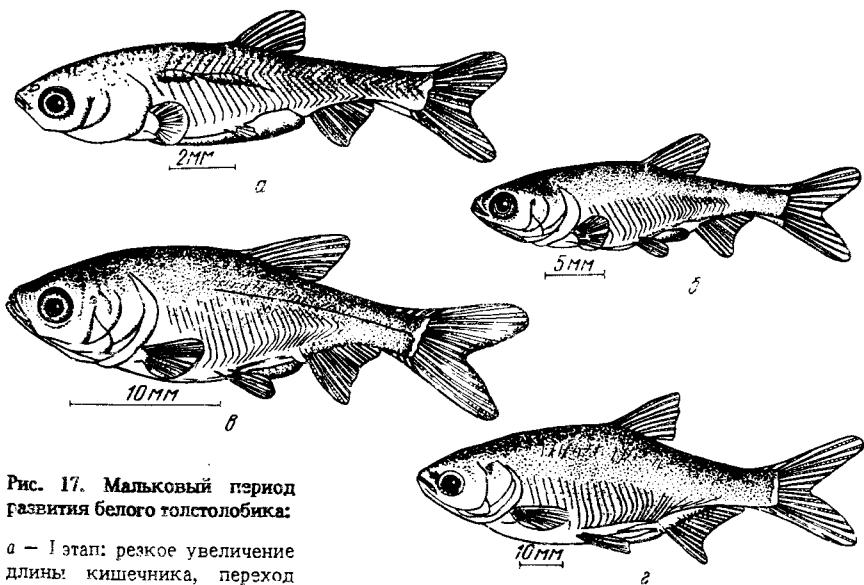
Рис. 15. Эмбриональный период развития белого толстолобика:

I этап: оводнение околожелточной полости; *а* – стадия I (неоводненная икринка диаметром 1,2 мм); *б* – стадия II (начало оводнения околожелточной полости, возраст 10 мин); *в* – стадия III (окончательно оводненная икринка диаметром 4,5 мм, возраст 45 мин); II этап: дробление бластодиска; *г* – стадия IV (2 бластомера, возраст 50 мин); *д* – стадия V (4 бластомера, возраст 1 ч 10 мин); *е* – стадия VI (8 бластомеров, возраст 1 ч 30 мин); *ж* – стадия VII (16 бластомеров, возраст 2 ч); *з* – стадия VIII (крупноклеточная морула, возраст 2 ч 30 мин); *и* – стадия IX (мелкоклеточная морула, возраст 4 ч 30 мин); *к* – стадия X (бластула, возраст 6 ч); III этап: гастрюляция; *л* – стадия XI (начало гастрюляции, возраст 7 ч 10 мин); *м* – стадия XII (желточная пробка, возраст 10 ч); *н* – стадия XIII (окончание гастрюляции, замыкание желточной пробки); возраст 12 ч 10 мин; IV этап: органогенез; *о* – стадия XIV (образование глазных пузырей, начало сегментации мезодермы, возраст 15 ч); *п* – стадия XV (образование глазных бокалов, возраст 18 ч); V этап: обособление хвостового отдела зародыша от желточного мешка; *р* – стадия XVI, XVII (начало обособления хвоста, возраст 21 ч; выпрямление и начало изгиба тела зародыша, длина тела 3,3 мм, возраст 23 ч); *с* – стадия XVIII (начало активного вращения зародыша, длина тела 4,9 мм, возраст 49 ч); VI этап: вылупление эмбриона из оболочки; *т* – стадия XIX (только что вылупленный эмбрион, возраст 1 сут 12 ч, длина тела 5,2 мм); VII этап: появление развитой эмбриональной сосудистой системы; *у* – стадия XX (эмбрион с развитой сосудистой системой, длина тела 6,2 мм, возраст 2 сут 15 ч); VIII этап: появление подвижного жаберно-челюстного аппарата; *ф* – стадия XXI (начало подвижного состояния жаберно-челюстного аппарата, длина тела 7 мм, возраст 3 сут 5 ч); *ц* – стадия XXII (редукция эмбриональных органов дыхания, закладка плавательного пузыря; длина тела 7,2 мм; возраст 3 сут 15 ч)



**Рис. 16. Личиночный период развития белого толстолобика:**

I этап: смешанное питание личинки; а — стадия XXIII (начало смешанного питания личинки с преобладанием желточной пищи, длина тела 7,4 мм, возраст 4 сут 15 ч); б — стадия XXIV (смешанное питание с преобладанием внешней пищи, длина тела 7,7 мм, возраст 5 сут 20 ч); II этап: полный переход личинки на внешнее питание; в — стадия XXV (начало исключительно внешнего питания личинки, длина тела 7,8 мм, возраст 7 сут); III этап: образование непарных плавников; г — стадия XXVI—XXVII (образование скопления мезенхимы в местах закладки спинного и анального плавников, длина тела 8,2 мм, возраст 8,5 сут; образование плавниковых лучей в непарных плавниках, длина тела 8,7 мм, возраст 14 сут); IV этап: появление второго отдела плавательного пузыря; д — стадия XXVIII (появление переднего отдела плавательного пузыря, закладка брюшных плавников, длина тела 9,4 мм, возраст 18 сут); V этап: образование плавниковых лучей в парных плавниках; е — стадия XXIX—XXX (появление плавниковых лучей в грудных плавниках, длина тела 11,2 мм, возраст около 3 нед; наличие плавниковых лучей в грудных и брюшных плавниках, длина тела 12,8 мм, возраст 22 сут)



**Рис. 17. Мальковый период развития белого толстолобика:**

**а** — I этап: резкое увеличение длины; кишечника, переход малька на питание преимущественно водорослями;

длина тела 13–15 мм, возраст 25–28 сут; **б** — II этап: расщепление плавниковых лучей в непарных плавниках, длина тела 18 мм, возраст 1 мес; **в** — III этап: начало появления чешуек, длина тела 22–25 мм, возраст около 1 мес 10 дней; **г** — IV этап: смещение глаз вниз, длина тела 50 мм, возраст 1,5–2,0 мес

#### **Тема 4. ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ФОРЕЛИ**

Оптимальной температурой для развития икры форели является 6–10 °С. Д. Вернье (1969) выделяет для характеристики развития эмбриона величину  $t_0$ , измеряемую продолжительностью одного митотического цикла в период синхронных делений дробления. У костистых рыб она соответствует половине интервала между появлением борозд II–IV делений. Для форели при температуре воды 10 °С она равна 120 мин. Кривая, отражающая зависимость величины  $t_0$  у радужной форели от температуры, представлена на рис. 18. С ее помощью можно определить продолжительность отдельных стадий развития эмбрионов при разной температуре воды (например, при температуре 6 °С она составит 300 мин). На основании этих данных делаются выводы об условиях инкубации, характере развития, о целесообразности и сроках проведения мероприятий в инкубационном цехе (отбор мертвой икры, очищение ее от ила — ”душевание”, транспортирование и др.).

Критическими стадиями в эмбриональном развитии форели, когда нецелесообразно проводить какие-либо манипуляции с икрой в инку-

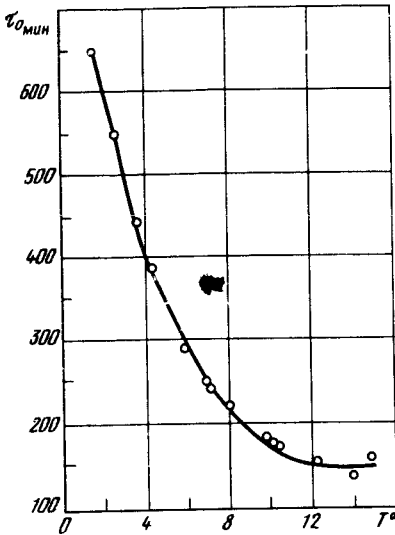


Рис. 18. Кривая Верье. Зависимость продолжительности одного митотического цикла в период синхронных делений дробления ( $\tau_0$ ) у радужной форели от температуры

бационном аппарате, являются 9–22-я и 28–29-я стадии, т. е. 3–6 сут от начала развития и в течение 5–7 сут до вылупления и в период вылупления. Качество оплодотворения определяется на 4–5-й стадиях по наличию или отсутствию разноразмерных клеток или на 18–20-й стадиях по формированию тела и хвоста зародыша.

На рис. 19 и в табл. 5 представлены стадии эмбрионального развития форели (обозначения на рисунках соответствуют номерам стадий эмбрионального развития по табл. 5).

#### 5. Эмбриональное развитие форели при температуре 10 °С (Игнатьева, 1975)

Номер стадии	Время с момента оплодотворения, ч, сут	$\tau_n^* / \tau_0$	Отличительные признаки стадии
0	Часы 0	0	Зрелое яйцо в момент осеменения
1–1+	3–6	1–2	Формирование бластодиска – биполярная дифференцировка. Образование периферического перибласта
2–6	7,5–19,5	2,5–6,5	2–32 blastomeres. Высота $H$ бластодиска 0,5 мм
7+	Сутки 1,5	13	Начало периода асинхронных делений
7	2	16	Диаметр $D$ бластодиска 1,2 мм, $H$ 0,5 мм. Клетки бластодиска хорошо различимы
8	2,5	20	Бластодиск утолщен. Края его отвесно спускаются. Поверхность имеет зернистый вид. $H$ 0,8 мм
9	3	24	Начало уплощения бластодиска. $D$ 1,7–1,8 мм, $H$ 0,6–0,7 мм.
9+	3,25	26	Края бластодиска покрывают перибласт
10	4	32	Начало морфогенетической функции ядер Начало гаструляции. $D$ бластодиска 2 мм, $H$ 0,5 мм. В некоторых яйцах появляется подзародышевая полость (бластоцель)

Номер стадии	Время с момента оплодотворения, ч, сут	$\tau_n^* / \tau_0$	Отличительные признаки стадии
12	5	40	Широкое зародышевое кольцо с расширенной частью — зародышевым щитком. <i>D</i> бластодермы 3 мм
13	6	48	Четко виден выпуклый зародыш. Зародышевое кольцо сместилось на расстояние 60° от анимального полюса. <i>D</i> бластодермы 3,5 мм
14	6,5	52	<i>D</i> бластодермы 4,5 мм. Длина <i>l</i> зародыша 2,5 мм. Зародышевое кольцо достигло экватора яйца (эпиболия на 1/2)
14	7	56	10 пар сомитов. Намечаются глазные пузыри
15	7,5	60	<i>l</i> 3,1 мм. Эпиболия на 2/3. До 15 пар сомитов
16	8	64	<i>l</i> 3,5 мм. Эпиболия на 3/4, формируются мозговые пузыри. На уровне 1-й жаберной бороздки закладываются слуховые плакоды
17	9	72	Бластодерма полностью обросла желток. <i>l</i> 3,8 мм. Закладывается хрусталик, формируются слуховые пузыри
18	10	80	Недифференцированный зачаток хвоста. Обособляется средний мозг. Видна закладка кишечника. Сформировано до 40 пар миотомов. <i>l</i> 4,2 мм
19	11	88	<i>l</i> 4,5 мм. Сформировано до 50 пар миотомов. В зачатке хвоста менее 10 пар миотомов
20	12	96	<i>l</i> 5 мм. Прорывается 1-я жаберная щель, закладывается 3-я жаберная борозда. До 58 пар миотомов, в зачатке хвоста до 20 пар. Сердце пульсирует, активное движение хвоста
21	14	112	<i>l</i> 6,5 мм. В зачатке хвоста 25 пар миотомов, всего до 64 пар. Наружный край сосудистой оболочки глаза пигментирован. Имеются 4 жаберные щели. Появляются зачатки грудных плавников. Желточный мешок васкуляризован на 1/4. Сформированы 2 дуги аорты, хвостовая артерия и вена. подкишечная вена, приносящая желточная вена, 2 выносящие желточные вены и передние кардинальные вены
22	16	128	<i>l</i> 7,5 мм. Полностью пигментирована сосудистая оболочка глаза. Закладывается печень. Желточ-

Номер стадии	Время с момента оплодотворения, ч, сут	$\tau_n^*/\tau_0$	Отличительные признаки стадии
			ный мешок васкуляризован на 2/3. Формируются задние кардинальные вены
23	17	136	l 7,9 мм. Формируется воротная вена печени
24	13	144	l 8,3 мм. В области будущего хвостового плавника видно скопление мезенхимы. Голова отделена от желтка. Имеются 6 дуг аорты. В кишечнике виден большой просвет. Желточный мешок васкуляризован на 3/4
25	20	160	l 8,5 мм. Спинной изгиб хорды на уровне закладки хвостового плавника. В области будущего анального плавника видно массовое скопление мезенхимы. Хвостовая артерия и вена достигают конца хвоста. Формируется мочевого пузырь
26	22	176	l 10 мм. В области будущего спинного плавника видно скопление мезенхимы. Оперкулярная крышка частично закрывает 1-ю жаберную дугу. В просвете кишечника появился желчный пигмент
27	25	200	l 10,5 мм. На уровне хвостового плавника складывается сосудистая сеть. Появляются единичные меланофоры на спинной стороне головы и вдоль спинного края миотомов
28	27	216	l 11,5 мм. Появляются зачатки брюшных плавников. Выемка на спинном краю плавниковой складки отмечает границу между ней и растущим хвостовым плавником. Меланофоров становится больше, некоторые достигают уровня кишечника. Оперкулярная крышка частично закрывает 2-ю жаберную дугу
29	31	248	l 13 мм. В хвостовом плавнике появляются первые лепидотрихии. На вентральной стороне зародыша, у основания спинного плавника и в верхней части желточного мешка появляются меланофоры. Формируются зачатки первых жаберных лепестков. Оперкулярная крышка закрывает две первые жаберные дуги и часть третьей. На 34—35-е сутки начинается вылупление
	34—35		

\*  $\tau_n$  — продолжительность развития эмбриона при данной температуре воды.

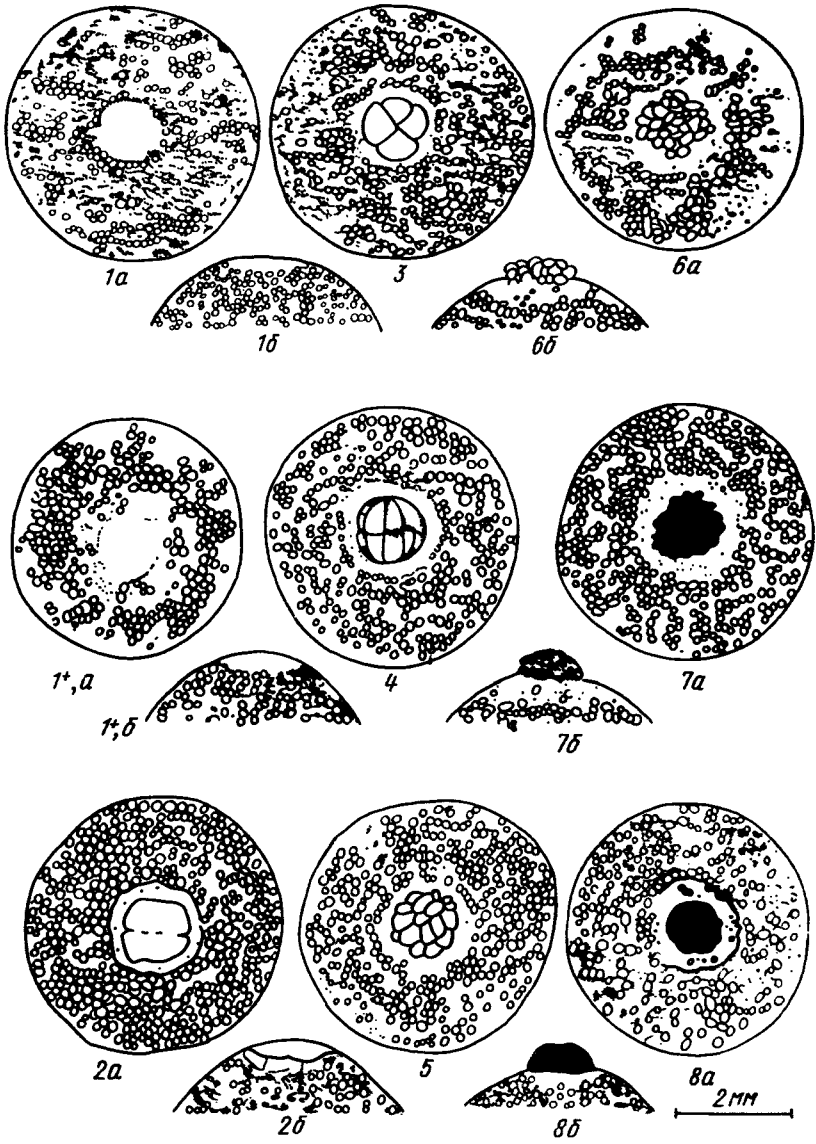
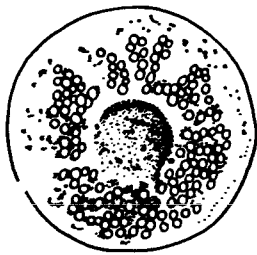
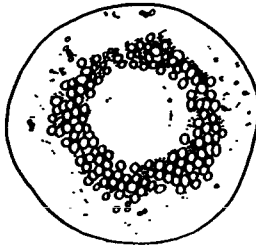


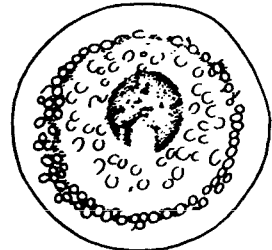
Рис. 19. Стадии эмбрионального развития радужной форели (обозначения в тексте)



9a



11a



13a



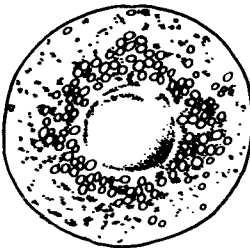
9b



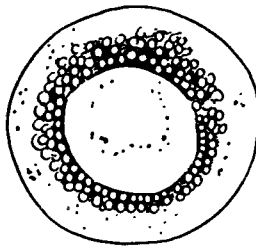
11b



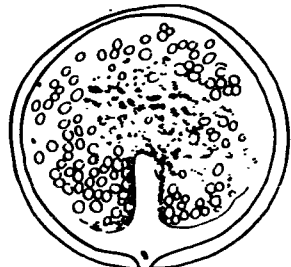
13b



10a



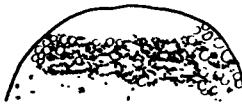
12a



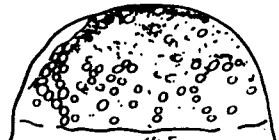
14a



10b



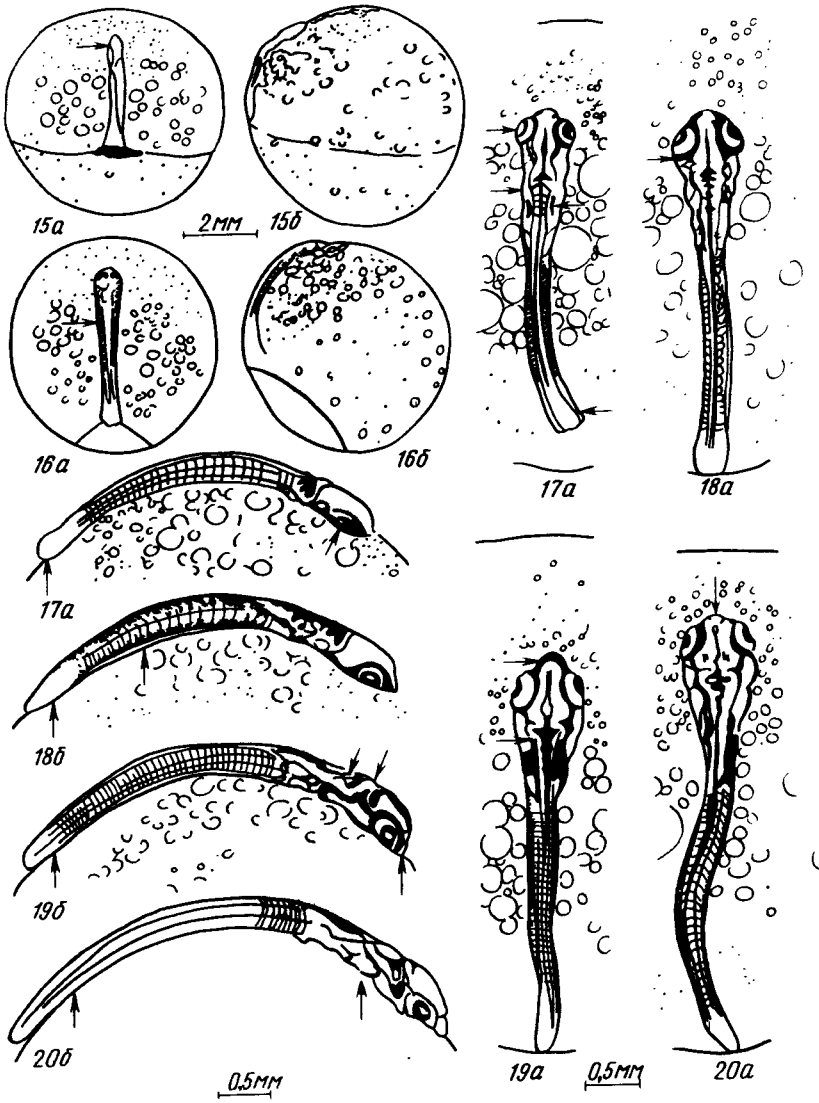
12b



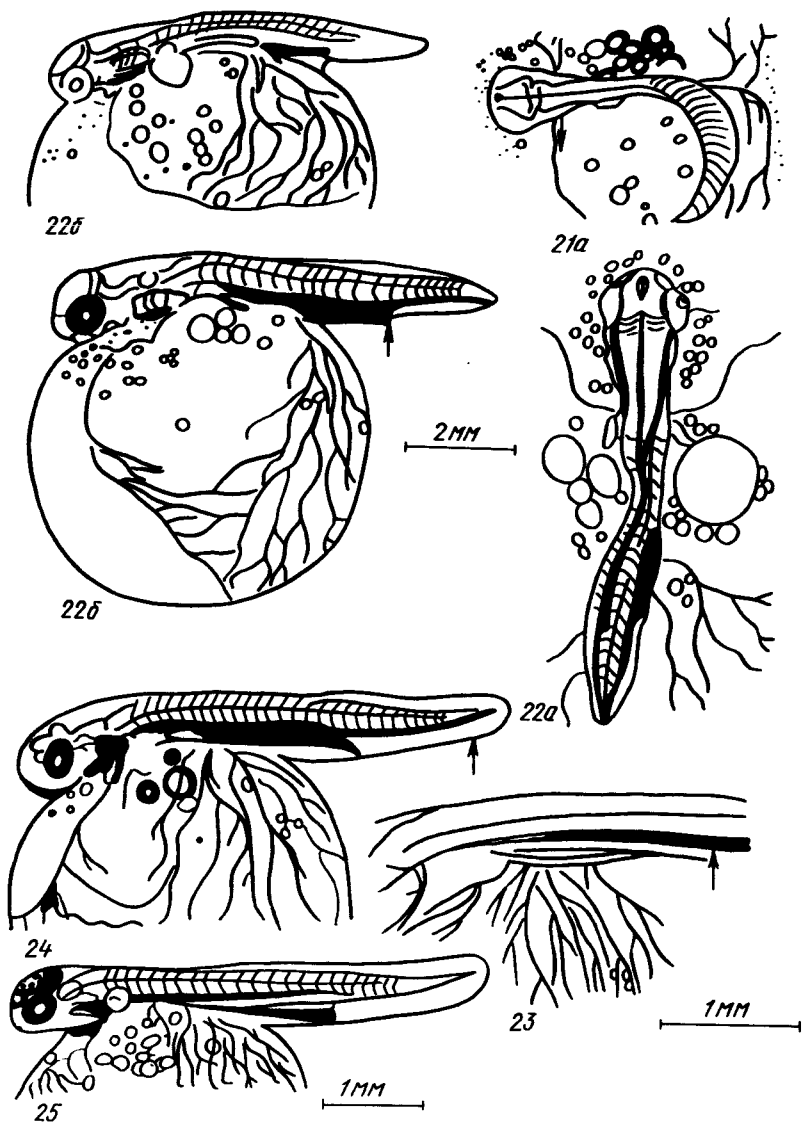
14b

2 MM

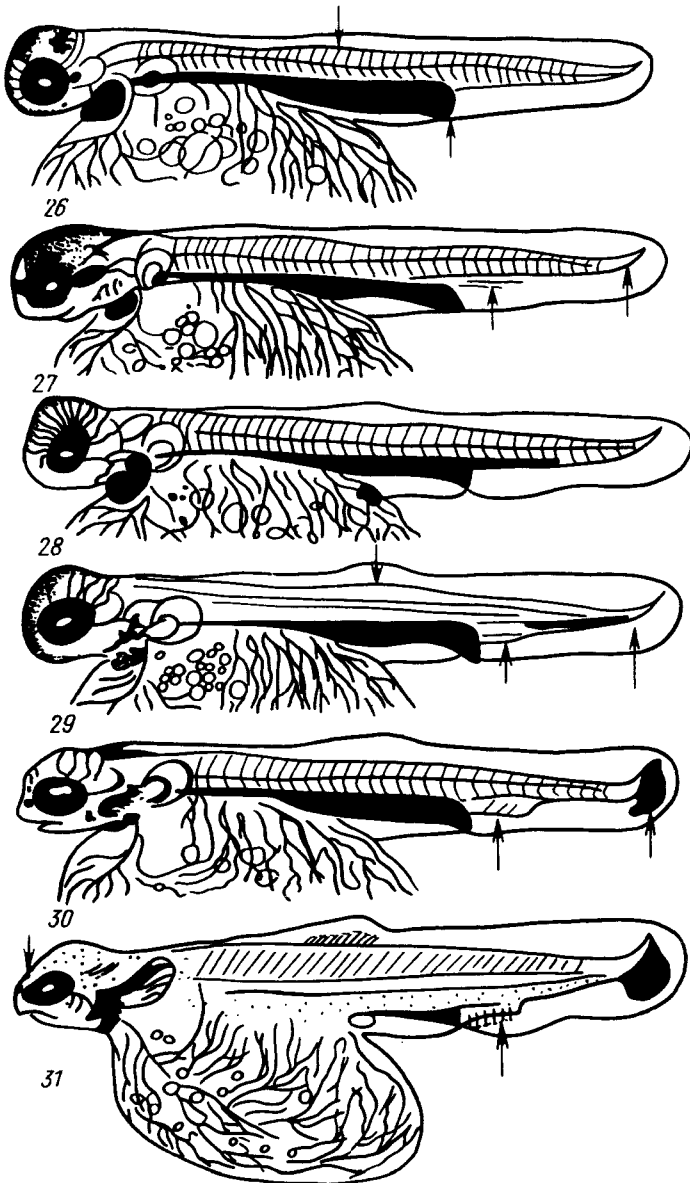
Продолжение рис. 19.



Продолжение рис. 19.



Продолжение рис. 19.



Продолжение рис. 19.

## Тема 5. ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ СИГОВЫХ РЫБ (НА ПРИМЕРЕ ОМУЛЯ)

При изучении зародышевого развития сиговых используется оригинальная методика, когда микроскоп устанавливают в горизонтальное положение, а икринки помещают в вертикальную камеру, хорошо притирают покровное стекло и устанавливают в поле зрения микроскопа. Икринки в таком положении располагаются анимальным полюсом вверх, и эмбриональное развитие можно изучать на виде сбоку (рис. 20).

Для изучения берут развивающуюся икру. Если эмбрионы подвижны, то, чтобы они не двигались, на них воздействуют 0,5 %-ным раствором спирта, добавляя его в камеру по каплям.

В эмбриональном развитии сиговых можно встретить аномалии, своевременное распознавание которых может дать рыбоводу возможность планировать конечный результат инкубационного процесса.

На рис. 21 представлены нормально и аномально развивающиеся икринки. Описание этапов и стадий развития приведено в табл. 6 (по Ж. А. Черняеву, 1968).

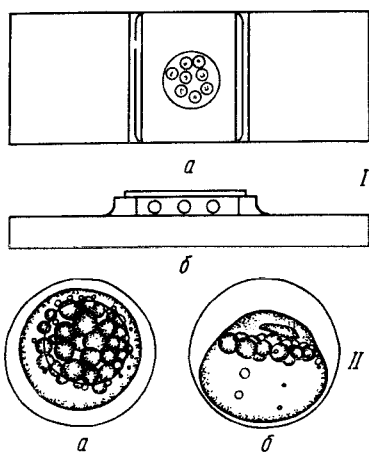


Рис. 20. Вертикальная камера для изучения эмбрионального развития сиговых рыб:

*I* — камера; *II* — икра сиговых; *a* — вид сверху; *b* — вид сбоку

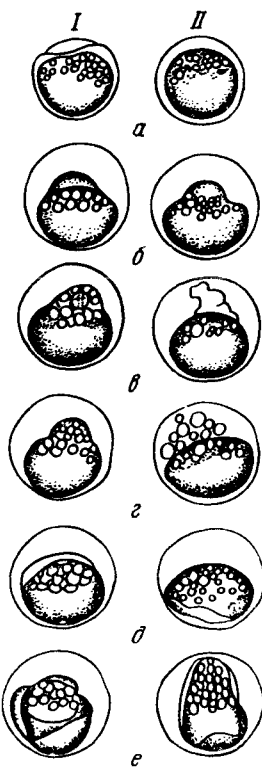


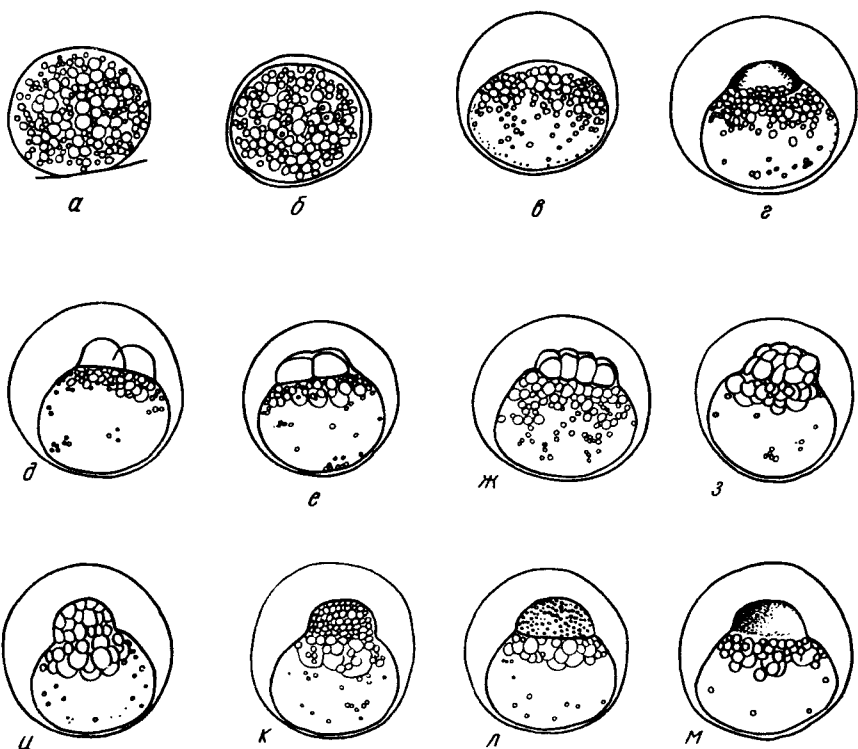
Рис. 21. Стадии развития оплодотворенной (*I*) и неоплодотворенной (*II*) икры:

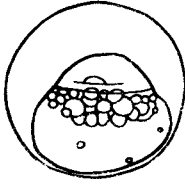
*a* — набухание; *б* — плазменный бугорок; *в* — четыре бластомера; *г* — средняя морула; *д* — бластула; *е* — обрастание желточного мешка бластодермой

В эмбриональном развитии сиговых рыб выделяют нечувствительные стадии, когда икринки можно перевозить, перебирать и исследовать без опасения массовой гибели партии икры: после оплодотворения и до стадии мелкоклеточной морулы; от стадии пигментации глаз и до появления и образования жаберных лепестков.

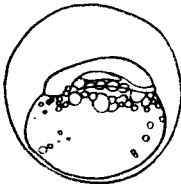
### 6. Эмбриональный период развития омуля

Этап	Возраст	Стадия развития
I — оводнение икринок, образование бластодиска	5 мин 4 ч	Оводнение икринки. Образование бластодиска. Перивителлиновое пространство занимает к концу набухания треть объема икринки (рис. 22, а-г)
II — дробление бластодиска от двух бластомеров до бластулы	8,12 24,48	Начало дробления — образование 2, 4, 8, 16 бластомеров. Стадия крупноклеточной морулы. Образование 32 бластомеров. Дальнейший подсчет количества бластомеров становится затруднительным. Средняя морула (рис. 22, д-к). Поздняя или мелкоклеточная морула. Длится 2-3 сут (рис. 22, л)

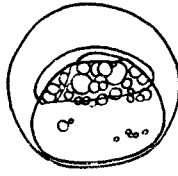




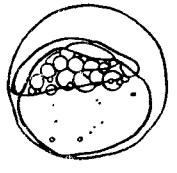
H



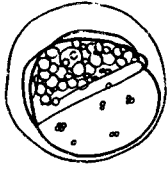
O



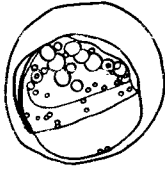
П



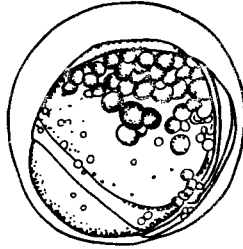
P



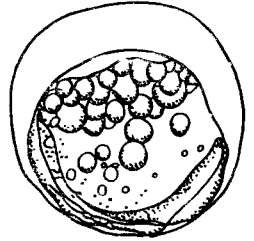
C



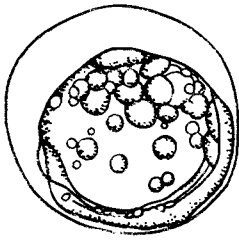
M



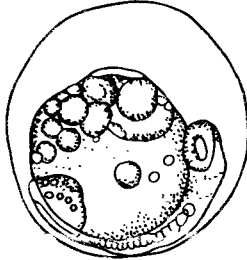
Y



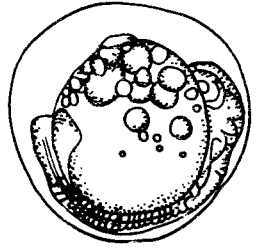
Ф



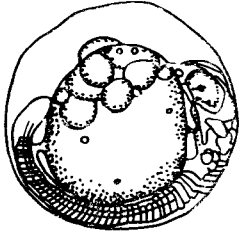
X



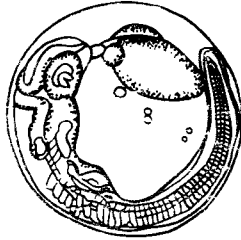
Ц



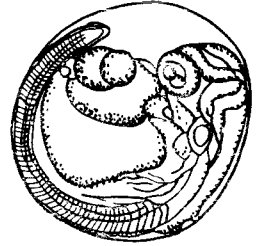
Ш



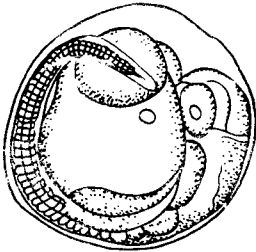
Щ



Э



Ю



Я

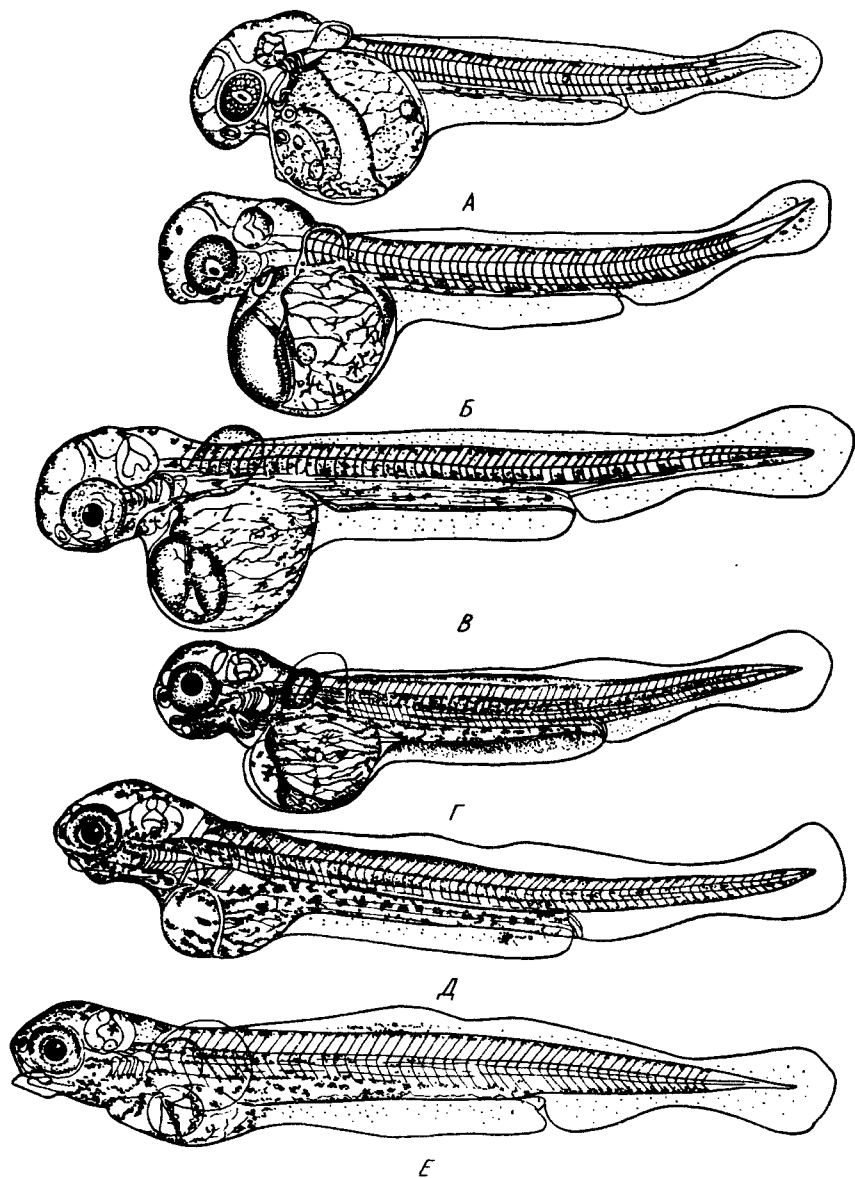


Рис. 22. Стадия эмбрионального развития сиговых (обозначения в тексте)

Этап	Возраст	Стадия развития
III — бластула	8 сут	В области скопления мелких бластомеров образуется полость бластоцеля (рис. 22,м)
IV — гастрюляция	11 сут	Начало гастрюляции. Бластодерма начинает перемещаться по поверхности желточного мешка в сторону вегетативного полюса (рис. 22,н), в наиболее утолщенной краевой части бластодиска образуется краевой узелок (рис. 22,о, п). Бластоцель заметно увеличивается, верхняя сторона его становится тоньше и выпячивается, образуя перибластический синус (рис. 22,р). Нарастающая краевая часть бластодиска окружена пояском краевой мезодермы, которая темноватой полоской охватывает прозрачную сферу желточного мешка
V — органогенез	15 сут	Начало сегментации мезодермы (рис. 22, с). Три четвертых желточного мешка покрыты бластодермой. Головной отдел эмбриона расширен, видна нервная бороздка (рис. 22, г)
	25—27 сут	Желточная пробка. Нарастающая бластодерма постепенно покрывает уменьшающуюся свободную часть желточного мешка, именуемую желточной пробкой (рис. 22, у). В хвостовой части зародыша появляется купферов пузырек
	35 сут	Образование глазных пузырей (рис. 22, ф). Полностью замыкается желточная пробка и зарастает бластопор. В теле эмбриона 16 миотомов. По бокам головы глазные пузыри
VI — обособление хвостового отдела от желточного мешка	40 сут	Образование хрусталика в глазах эмбриона (рис. 22, х). В головном отделе обособились передний, средний и продолговатый отделы мозга. Задняя часть хвоста начинает обособляться от желточного мешка
VII — появление системы кровообращения	45 сут	Начало пульсации сердечной трубки (рис. 22, и). Хвост значительно обособился от желточного мешка. Эмбрион медленно переваливается с боку на бок внутри оболочек. Под хордой закладывается кишечная трубка. Появляется слуховая капсула. В области 7—8 миотомов образовались зачатки грудных плавников
	55 сут	Начало пигментации глаз (рис. 22, ш). В глазах появился черный пигмент — меланин. В теле эмбриона 60 сегментов. Пульсирующая сегментная трубка изогнута под прямым углом, передняя ее часть — зачаток желудочка, задняя — предсердия. В задней части кишечника образуется анальное отверстие
	60—70 сут	Начало оформления форменных элементов крови (рис. 22, м). Сердце пульсирует еще медленно. На желточном мешке, с правой стороны сердечной трубки, расположен кроветворный мешочек, наполненный эритробластами. Глаза сильно пигментированы. На желточном мешке вдоль тела появились первые меланобласты
	75 сут	Начало кровообращения (рис. 22, э). Пигментированные глаза хорошо просматриваются через оболочку ик-

Этап	Возраст	Стадия развития
	80–85 сут	ринки. Меланофоры покрывают туловищный и хвостовые отделы эмбриона. Печень полностью обособилась от кишечной трубки. Появились зачатки жаберных крышек. Грудные плавники увеличились (рис. 22,ю,я) Образование подкишечно-желточной системы кровообращения (рис. 22,А). Меланофоры расположены вдоль спинной части туловища, кишечной трубки и задней половины желточного мешка, омываемой кровью. На нижней стороне головы появилось немного едва заметных желез вылупления
	90 сут	Исчезновение перибластического синуса и кроветворного мешочка (рис. 22,Б). Меланофоры появились в головном отделе. Голова отделилась от желточного мешка. Железы вылупления большими скоплениями расположены на перикардии, верхней и нижней челюстях, зачатке жаберной крышки, между глазами и слуховыми капсулами
	110 сут	Появление гиоидных дуг аорты (рис. 22,В). Жаберная крышка покрывает первые две жаберные дуги. Меланофоры расположены по всей поверхности желточного мешка
VIII — подвижное состояние челюстей	130 сут	Начало движения челюсти эмбриона. Активные движения грудными плавниками. В спинной плавниковой складке появилась выемка, делящая ее на передний и задние отделы (зачатки спинного и жирового плавников). Нижняя челюсть подвижна. Она густо покрыта железами вылупления. Эмбрионы, искусственно вылупленные из оболочки, активно плавают у поверхности (рис. 22,Г)
	180 сут	Появление и образование жаберных лепестков и псевдобранжий. На жаберных дужках появились зачатки жаберных лепестков. Начинается вылупление и скат свободных эмбрионов с нерестилищ. В искусственных условиях в это время вылупляются только нормально развитые зародыши. Вылупление, как правило, происходит головой вперед, и такие эмбрионы погибают (рис. 22,Д)
IX — вылупление	220 сут	Свободный эмбрион. Запасы желтка сильно сокращены. Печень позади желточного мешка. Грудные плавники сильно увеличены (рис. 22,Е)

---

## Глава II

### ЗАВОДСКОЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОТОМСТВА РЫБ

---

#### Тема 6. ГОРМОНАЛЬНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ СОЗРЕВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЫБ

Гормональная стимуляция созревания производителей карпа. У производителей карпа гормональная стимуляция проводится при наступлении нерестовых температур, раннем получении икры в условиях регулируемого температурного режима, при температуре воды ниже нерестового порога в условиях нерегулируемого температурного режима. В зависимости от степени зрелости половых продуктов и температуры воды используются разные схемы гипофизарных инъекций.

Выбор схемы гормональной стимуляции созревания половых продуктов у самок зависит в основном от степени зрелости ооцитов старшей генерации, так как ооциты, находящиеся на разном уровне развития, по-разному реагируют на гипофизарные инъекции. Степень зрелости самок определяют по положению ядра и размеру ооцитов старшей генерации. Если ядро в ооцитах смещено к оболочке, степень зрелости высока, если же ядро размещается почти в центре, то ооциты далеки от зрелости. Миграция ядра к анимальному полюсу свидетельствует о переходе ооцитов в период созревания (рис. 23). Икру для определения степени зрелости берут щупом (рис. 24, 25).

В зависимости от степени зрелости половых продуктов самок разделяют на три группы:

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

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

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

Кроме учета состояния яичников, производителей сортируют по массе, что оказывается удобным при расчете доз гонадотропного материала.

Существуют три схемы гипофизарных инъекций.

По первой схеме при нерестовых температурах воды получение зрелых производителей обеспечивается однократной инъекцией. Доза гипофиза составляет 2–2,5 мг на 1 кг массы для самки, для самцов – в 2 раза меньше. Время содержания самок при нерестовых температурах до инъекции 4–5 сут.

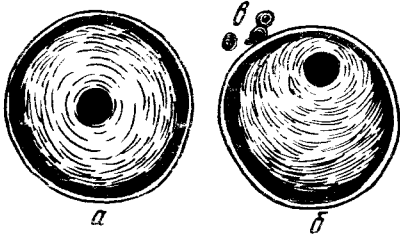


Рис. 23. Икринки карпа с различным расположением ядра:

*a* — ядро в центре ооцита; *б* — ядро смещено к анимальному полюсу; *в* — ооциты ранних фаз развития

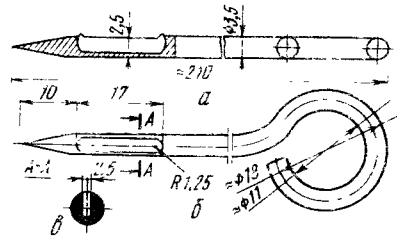
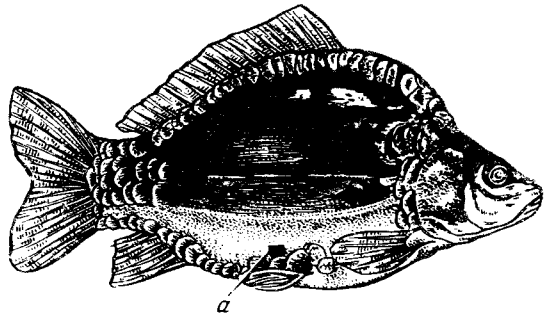


Рис. 24. Шуп для взятия пробы икры у карпа:

*a* — вид сбоку; *б* — вид сверху; *в* — вид в разрезе по А-А

Рис. 25. Месте введения шупа для взятия пробы икры у карпа (*a*)



Сроки созревания самок в зависимости от температуры воды следующие: при 17–18 °С — через 20–23 ч; при 19–20 °С — через 18–20 ч, при 20–22 °С — через 14–18 ч.

По второй схеме при раннем получении икры в условиях регулируемого температурного режима во всех случаях необходимо использовать дробную схему гипофизарных инъекций. В зависимости от степени зрелости яичников эта схема применяется в нескольких вариантах:

*a*) в диапазоне нерестовых температур стабильные результаты созревания самок I и II групп можно получать при двукратном введении им гонадотропного материала; величина доз гипофизарных инъекций в зависимости от температуры воды различна: при температуре 17–18 °С первая доза равна 0,5 мг, вторая — 2,5 мг на 1 кг массы самки; при температуре 19–20 °С первая доза составляет 0,3 мг, вторая — 2 мг на 1 кг массы самки; промежуток между первой и второй инъекциями должен быть 12 ч; при этом можно получить одновременное созревание самок;

*б*) при работе с самками III группы хороших результатов созревания (90–100 %) можно добиться при постепенном введении увеличивающихся доз гонадотропного материала; для стимуляции развития

ооцитов, ядра которых находятся еще в центре, наиболее эффективно применять трехкратные гипофизарные инъекции; при отсутствии овуляции икры у большинства самок после третьей инъекции стимуляцию можно продолжить через 24 ч, но не более трех раз, при этом доза каждой последующей инъекции должна быть увеличена на 0,25–0,5 мг на 1 кг (табл. 7).

**7. Дозы гипофиза (мг на 1 кг) и интервал (ч) между инъекциями для самок III группы**

Температура воды, °С	1-я доза	Интервал	2-я доза	Интервал	3-я доза	Интервал	4-я доза
17–18	0,2	6	0,4	12	1,5	–	–
в случае медленного созревания	0,2	6	0,4	12	1,5	24	1,75–2

Продолжительность созревания самок после двукратной инъекции при температуре воды 18–19 °С составляет 12–19 ч, после трехкратной – 14–23 ч. При температуре воды 20–21 °С после двукратной инъекции продолжительность созревания самок составляет 12–14 ч.

Стимуляция созревания самцов обеспечивается после однократно-го введения гонадотропного материала. Им вводится половинная доза гипофизов по сравнению с самками, причем инъецирование самцов производят одновременно с введением самкам последней порции ацетонированных гипофизов (т. е. во время второй или третьей инъекции, в зависимости от избранного варианта).

В условиях регулируемого температурного режима с помощью гипофизарных инъекций от производителей карпа можно получить зрелую икру в любое время года, однако при прудовом выращивании целесообразно личинок получать при заводском методе не раньше чем за 2–3 недели до сроков естественного нереста, когда уже достаточно прогреваются водоемы и появляется достаточное количество пищи для личинок за счет интенсивного развития кормовых беспозвоночных.

По третьей схеме получение икры при температуре воды ниже нерестового порога в условиях нерегулируемого температурного режима особенно рекомендуется для северо-западных районов. Удовлетворительные результаты можно получить только при проведении дробных инъекций. Схема инъекции будет зависеть от степени зрелости половых продуктов у самок карпа. Так, от производителей, яичники которых находятся в состоянии, близком к зрелости (четкая поляризация ооцитов старшей генерации, ядро смещено к оболочке), можно получить зрелую икру при двукратной схеме введения гонадотропного материала. При температуре воды – 14–15 °С величина первой дозы гипофиза составляет 0,7 мг, второй – 3,5 мг на 1 кг массы самки. При температуре 15–16 °С первая доза равна 0,6 мг, вторая – 3,4 мг на 1 кг. Интервал времени между первой и второй инъекциями должен составлять 18 ч.

Если же яичники самок находятся в состоянии, далеком от зрелости (ооциты старшей генерации не обнаруживают признаков поляризации, ядро размещается в центре икринки), созревания самок можно достичь при трехкратном введении гонадотропного материала постепенно повышающимися дозами (табл. 8).

**8. Дозы гипофизарных инъекций при трехкратной схеме введения гормонов в зависимости от температуры воды**

Температура воды, °С	Доза гонадотропного гормона, мг на 1 кг			
	первая	вторая	третья	всего
14–15	0,3	0,5	2,5	3,3
15–16	0,25	0,5	2,0	2,75

Интервал времени между первой и второй инъекциями составляет 6 ч, между второй и третьей – 18 ч.

Если самки не созрели, стимуляцию следует продолжить, при этом каждая последующая доза должна быть увеличена на 0,5 мг на 1 кг массы самки и вводиться через 24 ч, но не более трех раз.

Гипофизарные инъекции самцам делают так же, как и в условиях регулируемого температурного режима, т. е. один раз во время наибольшей дозы гонадотропного материала самкам (во время второй или третьей инъекции в зависимости от избранной схемы). Доза вводимого гонадотропного материала при инъекции самцов также составляет половину дозы, вводимой самкам.

Созревание самок в условиях низких температур более продолжительное, чем при высоких. При температуре воды 14–15 °С после двух- и трехкратной инъекций самки созревают через 21–22 ч, при температуре воды 16–17 °С длительность созревания самок после двукратной инъекции составляет 12–25 ч, после трехкратной – 18–24 ч. Если самки не созревают через 24–26 ч после последней инъекции при двукратной схеме введения гормона, их высаживают на нагул. При трехкратной схеме инъекций несозревших самок продолжают инъектировать, увеличивая каждую последующую дозу на 0,5 мг на 1 кг. Если после трех дополнительных инъекций самка не созревает, ее высаживают на нагул.

Самцы при температуре воды ниже нерестового порога после гипофизарных инъекций созревают хорошо и не требуют проверки на созревание.

Дозу гонадотропного материала, необходимого для инъектирования, рассчитывают следующим образом. Для всей группы самок одного возраста (т. е. близких по массе), отсаженных для получения икры, взвешивают все целые неповрежденные гипофизы на аналитических весах. Если таких весов нет, то всю партию гипофизов взвешивают на аптекарских весах и определяют их среднюю массу. Затем производят

расчет количества гипофизов и физиологического раствора для приготовления суспензии для инъекций. Суспензию готовят на всю группу отсаженных производителей (самок и самцов).

Отобранные и взвешенные гипофизы сначала помещают в фарфоровую ступку и тщательно растирают. Затем шприцем добавляют 0,5 мл солевого раствора (6,5 г химически чистого хлористого натрия на 1 л дистиллированной воды) и продолжают растирать гипофизы до получения однородной массы, после чего шприцем добавляют в ступку солевой раствор до нужного объема.

Количество вводимой рыбе суспензии зависит от дозы ацетонированного гипофиза, поэтому когда вводят небольшую порцию гонадотропного материала, суспензию разбавляют из расчета 0,5 мл на одну самку. При второй инъекции, когда вводится большая доза гипофизов, суспензию готовят из расчета 1 мл на самку. Например, для инъекции отобрано 10 самок средней массой 3 кг. Величина первой дозы гипофиза 0,5 мг на 1 кг. Следовательно, для инъекции 10 самок необходимо  $3 \cdot 10 \cdot 0,5 = 15$  мг гипофизов, при средней массе 1 гипофиза 2,5 мг потребуется  $15 : 2,5 = 6$  гипофизов. Объем суспензии для 10 самок при введении первой дозы составит  $0,5 \cdot 10 = 5$  мл, второй дозы —  $1 \cdot 10 = 10$  мл.

**Гормональная стимуляция созревания производителей растительноядных рыб (белого амура, белого и пестрого толстолобиков).** В прудовых хозяйствах получение зрелых производителей растительноядных рыб осуществляется только с помощью метода гипофизарных инъекций. Для стимуляции их созревания используют гипофизы сазана, заготавливаемые в преднерестовый период. Работу следует начинать с установлением устойчивой среднесуточной температуры воды не ниже 19–20 °С. Во избежание перезревания производителей нерестовую кампанию следует проводить в возможно более сжатые сроки — 25–30 дней.

Обычно работу начинают с производителями белого толстолобика и белого амура, а через 7–10 дней — с пестрым толстолобиком.

По степени готовности к нересту самок делят на три группы по внешним признакам:

1-я группа — лучшие, наиболее зрелые самки, брюшко которых мягкое на ощупь, отвислое; иногда заметна припухлость в области генитального отверстия. Таких самок стимулируют в первую очередь.

2-я группа — самки с аналогичными внешними признаками, но менее выраженными. Этим самок используют после окончания работы с самками первой группы.

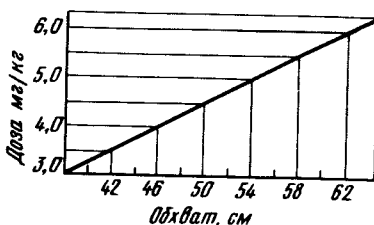
3-я группа — самки по внешнему виду почти неотличимы от самцов. Таких самок для получения зрелой икры не используют, а высаживают на летний нагул.

Самцов по внешним признакам делят на две группы:

1-я группа — самцы легко отдают молоки. Внутренняя поверхность грудных плавников шероховатая.

2-я группа — самцы выделяют очень мало молок или вовсе их не

Рис. 26. Номограмма дозировки гипофиза в зависимости от обхвата тела самок растительно-ядных рыб



выделяют. Таких самцов используют в конце сезона или сразу же отсаживают на летний нагул.

Гипофизарная инъекция стимулирует созревание самок, яичники которых находятся на завершенной IV стадии зрелости. Положительный эффект для самок дает дробная, в данном случае двукратная гипофизарная инъекция; первая, предварительная, с малой дозой гормона; вторая, разрешающая, доза проводится через 1 сут после предварительной инъекции. Самцов стимулируют один раз за 1 ч до разрешающей инъекции самкам.

Практически установлено, что величина разрешающей дозы гипофиза составляет в среднем 5–6 мг на 1 кг массы самки. Однако эта величина может варьировать в зависимости от степени зрелости гонад. Косвенным показателем размера гонад может служить величина обхвата тела самки (измеряется в области наибольшей высоты тела перед спинным плавником). Для определения разрешающей дозы гипофиза предлагается номограмма зависимости дозировок гипофиза от величины обхвата тела (рис. 26).

Предварительная доза гипофиза должна составлять 1/8 – 1/10 часть разрешающей. Но для удобства ее определения можно пользоваться рекомендуемыми нормами: для самок массой 5–7 кг по 3 мг сухого вещества гипофиза, а для более крупных, т. е. более 7 кг, – по 5–6 мг.

**Пример.** Масса самки белого амура 8 кг, величина ее обхвата составляет 50 см. Определить общее количество гипофиза для стимулирования ее созревания.

По рекомендуемым нормам, величина предварительной дозы гипофиза для самки массой 8 кг составит 5 мг. По номограмме находим норму разрешающей дозы гипофиза. Она составит 4,5 мг на 1 кг. Следовательно, величина разрешающей дозы будет  $4,5 \cdot 8 = 36$  мг, величина предварительной дозы составит  $36 : 8 = 4,5$  мг. Итого потребуется  $36 + 4,5 = 40,5$  мг, или около 41 мг гипофиза. Самцам массой 5–7 кг достаточно ввести 4–6 мг гипофиза на одну рыбу, а массой 10 кг и более следует вводить 12–15 мг вещества на одну рыбу.

Вещество гипофиза вводится производителям в виде водной суспензии. Готовят суспензию так же, как и для карпа, непосредственно перед инъекцией. Объем суспензии готовят из расчета 0,5–1 мл на одну рыбу для предварительной инъекции и 1–2 мл для разрешающей. Суспензию можно готовить сразу же для нескольких производителей. Сроки созревания производителей после инъекции приведены ниже.

Температура воды, °С	Время созревания самок, ч
20–22	10–12
23–25	9–11
26–28	7–10

Следует точно определить время созревания самок, так как задержка икры в полости тела приводит к ее перезреванию.

**Гормональная стимуляция созревания производителей буффало.** Для получения половых продуктов от буффало при заводском методе разведения используют гипофизы сазана, карпа, леща, обыкновенного сома, а также хорионический гонадотропин.

Перед нерестом производителей сортируют по степени готовности к нересту, которую определяют по внешнему виду рыб. Самок делят на три группы:

1-я группа – готовые к нересту особи, у которых брюшко мягкое на ощупь, отвислое. Их используют в первую очередь;

2-я группа – особи с менее ярко выраженными признаками. Таких рыб используют позднее, после завершения работы с самками 1-й группы;

3-я группа – самки по внешнему признаку неотличимы от самцов. Этих рыб бракуют и высаживают на летний нагул.

Самцов по внешним признакам делят на две группы:

1-я группа – поверхность головы и туловища шероховатая. Легко отдают сперму;

2-я группа – выделяют очень мало спермы или вовсе не текут. Этих рыб в данном нерестовом сезоне не используют.

Работы по получению потомства буффало начинают с наступлением устойчивой среднесуточной температуры воды не ниже 19 °С.

Для самок буффало эффективна двукратная инъекция. Первая доза составляет 1/8 – 1/10 общей. Разрешающая доза для самок составляет 4–6 мг на 1 кг массы рыбы. Самцам делают инъекции незадолго до разрешающей инъекции у самок. Достаточно ввести 4–6 мг гипофиза на рыбу.

При проведении инъекций следует параллельно вводить дозу пенициллина (50 тыс. МЕ на рыбу), чтобы исключить абсцессы у производителей.

Если для инъектирования используют хорионический гонадотропин, то по двукратной схеме вводят 1-ю дозу гипофиза в количестве 3–4 мг на 1 кг рыбы (2500 МЕ на 1 кг массы самок). Самцам вводят 4–6 мг гипофиза на рыбу.

Созревание у самок в зависимости от температуры после разрешающей инъекции наступает в сроки, приведенные ниже.

Температура воды, °С	Время созревания, ч
16–18	19–20
18–20	17–18
20–21	15–16
21–22	13–14
22–23	11–12

Суспензия гипофиза или хорионического гонадотропина готовится так же, как и для карпа, в физиологическом растворе (6,5 г NaCl на 1 л дистиллированной воды) из расчета 0,5 мл суспензии на одну рыбу при

предварительной инъекции и 2 мл на рыбу при разрешающей дозе. Как правило, суспензию готовят на одну зарядку шприца для инъектирования нескольких производителей.

**Пример расчета дозы.** Необходимо проинъектировать самку буффало массой 7 кг и самца — 8 кг. Избрать схему использования только гипофизов и схему с хорионическим гонадотропином. В обоих случаях схема инъекций будет двукратной.

Первая схема: 1-я доза — 0,5 мг гипофиза на 1 кг массы самок, 2-я доза — 5 мг на 1 кг; на самку массой 7 кг — 1-я доза составит 3,5 мг, 2-я доза — 35 мг. Для самца однократная доза 5 мг. Итого общая потребность в гипофизах 43,5 мг. Количество суспензии составит для первой дозы 0,5 мл самке и 0,5 мл самцу. Для второй дозы надо 2 мл суспензии. Итого для инъектирования двух производителей понадобится изготовить 3 мл суспензии гипофиза.

Вторая схема: 1-я доза для самки — 2 мг гипофиза; вторая доза — 4 мг на 1 кг · 7 = 28 мг хорионического гонадотропина. Для самцов потребуется 5 мг гипофиза. Итого потребуется 7 мг гипофиза и 28 мг хорионического гонадотропина. Суспензии гипофиза надо будет приготовить 1 мл, хорионического гонадотропина — 2 мл.

**Гормональная стимуляция созревания производителей канального сомика.** Существуют три метода проведения нереста канального сомика: прудовый, садковый и аквариумный (лотковый). Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, но во всех случаях для ускорения нереста и получения более стабильных результатов положительно зарекомендовала себя гормональная стимуляция созревания самок и самцов, когда используют гипофизы сазана, леща, растительноядных рыб, обыкновенного сома, буффало, карася, канального сомика, а также хорионический гонадотропин.

Наиболее часто используют хорионический гонадотропин, дающий гарантированный результат. И при работе с гипофизом, и при работе с хориогонином применяют трехкратную схему инъекций.

При работе с самками эффективны следующие дозировки гипофиза: 1-я инъекция — 2–4 мг на рыбу; 2-я инъекция — 3–6 мг на рыбу; 3-я инъекция — 10 мг на 1 кг массы рыбы. Для самцов достаточно ввести 5–10 мг гипофиза на рыбу.

Дозировка хориогонина (препарат без наполнителя, активность в 1 мл не менее 2000 МЕ) следующая: 1-я инъекция — 0,5–1 мг на рыбу; 2-я инъекция — 2–4 мг на рыбу; 3-я инъекция — 3–6 мг на 1 кг массы рыбы. Самцам вводят 2–4 мг на рыбу. Для исключения абсцессов при инъектировании вводят по 100 тыс. МЕ пенициллина. Оптимальная температура воды 25–30 °С. Содержание кислорода в воде должно быть не менее 3 мг/л. При таких условиях нерест должен начинаться через 1–1,5 сут после 3-й инъекции.

Суспензию гипофиза как для первой, так и для второй дозы при инъектировании одной самки получают, растворяя ее в 0,5 мл физиологического раствора. Для третьей дозы растертые в ступке гипофизы размешивают в 2 мл физиологического раствора. Порция гипофиза для самца растворяется в 1 мл физиологического раствора.

Суспензию хориогонина готовят, размешивая его для первой дозы в 0,5 мл, для второй и третьей дозы в 1–2 мл физиологического раство-

ра, для самцов в 1 мл. Инъекцию делают в спинную мышцу по общепринятой методике так же, как для карпа, буффало и растительноядных рыб.

Например, для стимулирования нереста самки массой 4 кг и самца 5 кг по первой схеме 1-я доза гипофиза составит 3 мг, 2-я доза – 5 мг на рыбу, 3-я доза – 10 мг на 1 кг. Для самца требуется 10 мг гипофиза. Объем суспензии для 1-й дозы составит 0,5 мл, для второй – 0,5 мл, для третьей – 2 мл. Для инъектирования самца достаточно 1 мл суспензии. Итого, по 1-й схеме потребуется 48 мг гипофиза и 4 мл суспензии.

По второй схеме для самки 1-я доза хориогонина составит 1 мг, 2-я доза – 3 мг на рыбу, 3-я доза – 5 мг на 1 кг массы. Итого 24 мг хориогонина. Для самца доза хориогонина 3 мг. Объем суспензии для 1-й дозы 0,5 мл, для второй – 1 мл, для третьей – 2 мл. Для самца объем суспензии составит 1 мл. Итого для инъектирования рыб потребуется приготовить 4,5 мл суспензии хорионического гонадотропина.

Кроме того, на проведение инъекций по каждой схеме необходим пенициллин с активностью 400 тыс. МЕ (по 100 тыс. МЕ на каждую инъекцию).

#### **Тема 7. ОБЕСКЛЕИВАНИЕ ИКРЫ ПРИ ЗАВОДСКОМ СПОСОБЕ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИЧИНОК (НА ПРИМЕРЕ КАРПА)**

Технология заводского метода получения личинок карпа основана на получении зрелых производителей при помощи гипофизарных инъекций, осеменении и подготовке икры к инкубации, инкубации икры и выдерживании предличинок до перехода на смешанное питание.

Если икра карпа инкубируется во взвешенном состоянии, ее предварительно обесклеивают с помощью фермента гиалуронидазы, талька, молока, растительного или технического масла.

**Обесклеивание икры с помощью фермента гиалуронидазы** (А. Г. Конрадт, А. М. Сахаров, 1966). Клейкость икры связана с гиалуроновой кислотой – важной составной частью соединительной ткани, участвующей в формировании оболочек яйцеклеток. Студенистый слой оболочки является производным фолликулярного эпителия. Клейкость может быть устранена гиалуронидазой – ферментом, расщепляющим гиалуронидат. Гиалуронидазу получают из семенников домашнего скота. Активность гиалуронидазы, выделенной из семенников разных видов животных, различна. Водная вытяжка из свиных семенников может полностью обесклеивать карповую икру за 30–40 мин, а вытяжка из говяжьих семенников не обеспечивает полного обесклеивания. При работе с растворами гиалуронидазы, полученной из говяжьих семенников, окончательное обесклеивание икры достигается дополнительной обработкой ее раствором танина.

Для приготовления обесклеивающего раствора можно использовать свежие семенники и порошок ацетонированных семенников (препарат ПАС-Г, выпускаемый Рижским мясоконсервным комбина-

том). Свежие семенники освобождаются от соединительнотканной оболочки и измельчаются на мясорубке. Полученную массу заливают физиологическим раствором (8,5 г хлористого натрия на 1 л дистиллированной воды) из расчета 3 л раствора на 1 кг очищенных семенников. Смесь размешивают и настаивают при комнатной температуре не менее 3 ч. Затем жидкую фракцию отцеживают через марлю. Эта смесь является запасным раствором, который может храниться в холодильнике в течение 7–9 дней.

Аналогичным образом готовится запасной раствор из порошка ацетонированных семенников (ПАС-Г): 50 г порошка настаивают в 1 л 0,85 %-ного физиологического раствора в течение 3 ч, затем отцеживают через марлю. Запасной раствор танина готовят следующим образом: 10 г танина растворяют в 1 л дистиллированной воды. Раствор танина может храниться в холодильнике в течение 7–10 дней.

Для приготовления рабочего раствора гиалуронидазы запасной раствор разводят чистой прудовой или ручьевой водой в 10–20 раз (0,5–1 л запасного раствора на ведро воды).

Для приготовления рабочего раствора танина запасной раствор разводят водой в 100 раз (100 мл на ведро воды).

В таз с икрой после добавления спермы (3–5 см<sup>3</sup> на каждый литр икры) и тщательного перемешивания добавляют небольшое количество рабочего раствора гиалуронидазы. В этом растворе происходит оплодотворение и обесклеивание икры. Икру в тазу все время осторожно перемешивают пером. По мере набухания икры в таз приливают новые порции раствора гиалуронидазы с таким расчетом, чтобы над икрой был слой раствора толщиной 0,5–1 см.

При использовании гиалуронидазы, полученной из говяжьих семенников, икру необходимо дополнительно обрабатывать раствором танина. В этом случае первые 20–25 мин икра обесклеивается в растворе гиалуронидазы, а затем в рабочем растворе танина (100 мг/л) при постепенном его добавлении.

Всего процесс обесклеивания продолжается 40–50 мин. Для проверки степени обесклеивания небольшое количество икры помещают в чашку Петри, наполненную чистой прудовой водой. Если через 5 мин икринки не приклеились к стеклу и при легком покачивании чашки Петри свободно перемещаются в воде, то процесс обесклеивания закончен. В противном случае процесс обесклеивания продолжают еще 10–15 мин, а затем вновь берут пробу икры.

**Обесклеивание икры с помощью талька** (С. Г. Соин, 1975). Тальк — это минеральное вещество белого цвета, представляющее собой водный силикат магния, на ощупь очень мягкий. Применяется в медицине и парфюмерии, безвреден для организмов, в том числе и для развивающейся икры рыб. Обесклеивание икры с помощью талька достигается за счет "опудривания" (обесклеивания) клейкой яичевой оболочки мелкими, относительно легкими взвешенными в воде частицами талька, которые лишь немного утяжеляют икринку при ее инкубации

во взвешенном состоянии и не травмируют выключившихся из оболочки предличинок. Кроме того, частицы талька, являясь неорганическим веществом, препятствуют развитию сапролегнии. Тальк является дешевым обесклеивающим средством (1 кг талька стоит 6 коп.).

Тальк предварительно развешивают в пакетики по 100 г с добавлением 20–30 г поваренной соли. Содержимое одного пакета высыпают в ведро из расчета 10 г талька и 2–3 г поваренной соли на 1 л воды и тщательно перемешивают, в результате чего образуется слегка подсолённая суспензия талька.

В результате использования соли при получении суспензии улучшается ее обесклеивающее действие, повышается активность движений сперматозоидов в ней при осеменении икры и увеличивается оплодотворяемость икры. Кроме того, использование подсолённой суспензии приводит к некоторому увеличению перивителлиновой полости икринки, что улучшает условия газообмена развивающегося зародыша, уменьшает удельный вес икринок и тем самым сокращает расход воды в инкубационных аппаратах. Такое увеличение перивителлинового пространства безвредно, наблюдается и в природе у сазана, который размножается не только в пресной, но и в солёной воде.

Приготовленную подсолённую суспензию тщательно перемешивают и наливают в эмалированный таз в количестве 8–10 л. Икру, смешанную с молоками в другом тазике, выливают в мерный стакан с носиком и из него переливают равномерной струей в таз с обесклеивающей подсолённой суспензией. В один таз помещают 1–1,5 кг икры. Ее тщательно и энергично размешивают пучком из гусиных перьев. Затем медленными круговыми движениями продолжают перемешивать в течение 30–35 мин, после чего ее отмывают от обесклеивающей суспензии в тазе путем двух-трехкратной смены воды в нем и помещают в инкубационный аппарат Вейса для последующей инкубации. Сокращать время перемешивания икры в обесклеивающей суспензии не рекомендуется, так как у икры карпа спустя 20–25 мин после начала перемешивания наблюдается вторичное проявления слабой клейкости. Обесклеивание икры можно производить также механическим способом с помощью барботирования, т. е. пропуска мелких пузырьков воздуха через обесклеивающую суспензию в аппаратах Вейса после присоединения к ним снизу воздушного шланга с распылителем.

**Обесклеивание икры с помощью молока** (С. Г. Соин, 1976). Обесклеивание раствором молока достигается за счет "опудривания", обволакивания клейкой яичевой оболочки капелками жира. Оптимальная концентрация обесклеивающего раствора достигается при разведении молока водой в соотношении 1 : 5 и 1 : 8 или растворением 10–15 г сухого молока в 1 л воды. Продолжительность обесклеивания по технологии, аналогичной описанной ранее, составляет 35–40 мин.

**Обесклеивание икры эмульсией растительного масла** (В. Г. Сапрыкин, 1984). Для обесклеивания предварительно осеменной икры в инкубационных цехах рыбоводных хозяйств, помимо ПАС-Г, суспен-

зии талька или молока, используется также эмульсия растительного, например подсолнечного, масла.

Обесклеивание эмульсией растительного масла осуществляют либо вручную, либо посредством барботирования в аппаратах Вейса. Для нормального обесклеивания икры в водной фазе эмульсии концентрация масла должна составлять 0,4–0,7 %. Снижение концентрации до 0,3–0,2 % приводит к частичному или полному склеиванию икринок. Значительное превышение концентрации (до 1,5 % и более) хотя и допустимо с точки зрения качества обесклеивания, но не оправдано экономически.

При обесклеивании икры эмульсией растительного масла вручную заранее готовят маточную эмульсию повышенной концентрации (например, 5 %). Для этого с помощью миксера взбивают растительное масло в воде в течение 2–3 мин из расчета 500 мл масла на 10 л воды. Непосредственно перед использованием 300 мл (кружку) маточной эмульсии выливают в эмалированный таз с 2–2,5 л воды, затем сюда же помещают икру, смешанную со спермой, и сразу начинают ее обесклеивание с помощью гусиных перьев по известной технологии. Расслоившуюся при стоянии маточную эмульсию восстанавливают путем кратковременного (2–3 мин) взбивания миксером. Неиспользованную маточную эмульсию масла хранят в инкубационном цехе не более трех суток во избежание отрицательного воздействия на отмываемую икру продуктов окисления жира.

При обесклеивании икры эмульсией с помощью барботирования рабочую эмульсию концентрацией масла 0,7 % готовят непосредственно перед обесклеиванием икры. Для этого в подключенный к компрессору аппарат Вейса вливают 2–2,5 л воды, подают сжатый воздух, вносят в воду 20 мл растительного масла и смесь энергично барботируют в течение 1–2 мин. С учетом воды, приливаемой к осеменной икре для активации спермиев (около 0,5 л), общий начальный объем воды в аппарате достигает 3 л.

В аппарат с эмульсией помещают оплодотворенную икру, гусиным пером тщательно очищают стенки от прилипших икринок и продолжают барботирование в течение 45–50 мин. По мере набухания икры в аппарат небольшими порциями добавляют воду. При закладке на обесклеивание 1 кг икры общий объем смеси (икра + эмульсия) может достигать 5,5–6 л.

Необходимо учитывать, что в эмульсии растительного масла набухание икры происходит быстрее, чем в водном растворе молока или суспензии талька, поэтому следует воду добавлять вовремя и не допускать загустевания икры.

После обесклеивания аппарат подключают к водотоку и инкубацию икры ведут в обычных условиях.

Сравнивая различные методы обесклеивания икры, можно отметить следующие их недостатки. Так, использование для обесклеивания органических компонентов ПАС-Г и семенниковой жидкости, которые оседают на оболочке икры, приводит к развитию сапролегнии. Кроме того, сложность приобретения семенников с боен, их хранение, высокая стоимость (80 коп. за 1 кг) и длительное приготовление растворов (2–3 ч) снижают достоинство этих средств.

Использование талька, который "опудривает" оболочку икринок и делает ее непрозрачной, затрудняет контроль за ходом эмбриогенеза.

Использование молока – быстропортящегося продукта, имеющего непостоянный состав, вызывает необходимость каждый раз корректировать степень его разбавления. По сравнению с затратами на молоко затраты на эмульсию растительного масла в 3,5 раза ниже. Поэтому при обесклеивании икры предпочтение отдается именно этому средству.

#### **Тема 8. ИНКУБАЦИОННЫЕ АППАРАТЫ И ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ**

**Инкубационные аппараты.** Икра карпа, как правило, инкубируется во взвешенном состоянии. Для этой цели используют обычные стандартные аппараты Вейса вместимостью 8–10 л. В последнее время для инкубации икры карпа стали применять стандартные аппараты ВНИИПРХа вместимостью 50–200 л, которые используются для инкубации растительноядных рыб, а также универсальный аппарат "Амур", который используется не только для инкубации, но и для выдерживания личинок растительноядных рыб, карпа, буффало и других до перехода на смешанное питание.

Аппарат ИВЛ-2 (авторы Г. И. Савин, Н. Е. Архипов, 1974), предназначенный для инкубации икры растительноядных рыб и выдерживания эмбрионов растительноядных рыб, карпа, буффало и других до перехода на смешанное питание, представляет собой цилиндрическую емкость из оргстекла с водоподающим и водосливным патрубками, в нижней части которой (50 мм от дна) жестко крепится рассекаТЕЛЬ воды, а в верхней устанавливается оградительная сетка (рис. 27). Рассекатель воды (основная деталь аппарата) представляет собой диск, состоящий из секторов и направляющих планок, между которыми образуются щели. В центре диска закреплен полушар. Вода, поступающая в аппарат, проходит через щель и образует спиралеобразный равномерный восходящий поток. Оградительная сетка из капронового сита № 18–20 натягивается на металлический каркас и плотно (с поролоновой прокладкой) устанавливается в аппарате на период выдерживания эмбрионов. Под рассекателем воды в корпусе аппарата имеется "окно", закрываемое крышкой и служащее для промывки нижней части аппарата.

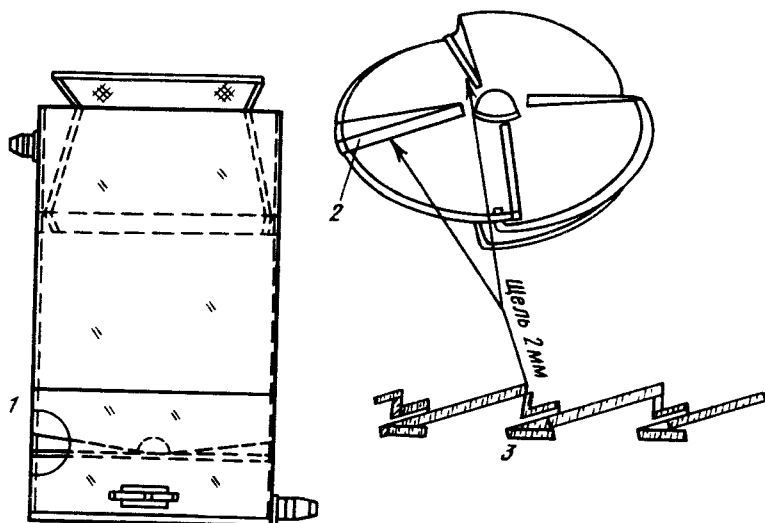


Рис. 27. Аппарат ИВЛ-2:

1 — цилиндрическая емкость с патрубками; 2 — диск, рассекающий воду; 3 — щель между секторами с направляющими планками

*Техническая характеристика аппарата*

Рабочий объем	200 л
Количество инкубируемой икры растительноядных рыб (при максимальной загрузке)	1,5 млн. шт.
Количество выдерживаемых эмбрионов (максимальное)	3 млн. шт.
Расход воды	до 14 л/мин
Масса	18 кг
Габаритные размеры (в мм):	
высота	1835
диаметр	525

Аппарат "Днепр-1" (рис. 28) является усовершенствованным аппаратом ИВЛ-2. Он разборный, состоит из цилиндрического корпуса из оргстекла толщиной 8 мм, донной части, диска завихрителя, надстройки, фильтра и каркаса. Завихритель упрощен и представляет собой диск из оргстекла, в котором радиально прорезаны четыре направляющие щели под углом 33° к основной плоскости. Фильтрующая сетка надежно крепится винтами.

*Техническая характеристика аппарата*

Рабочий объем	200 л
Количество выдерживаемых личинок растительноядных рыб	4 млн. шт.

Выход личинок  
 Габаритные размеры (в мм):  
 высота  
 диаметр  
 Расход воды  
 Масса

близок к 100 %  
 1300  
 520  
 14–20 л/мин  
 65 кг

Аппарат можно использовать для инкубации икры карпа при загрузке его 2,5–3 кг.

Универсальный аппарат "Амур" для инкубации икры, выдерживания и подращивания личинок рыб (В. Ф. Кривцов, 1982) является усовершенствованной конструкцией аппаратов ИВЛ-2 и "Днепр-1" (рис. 29). Состоит из рабочей емкости цилиндрической формы (из оргстекла), водораспределительного узла в центре конусного дна рабочей емкости и водосливного узла. Водосливной узел включает водосборный желоб, две водосливные трубы с урочными

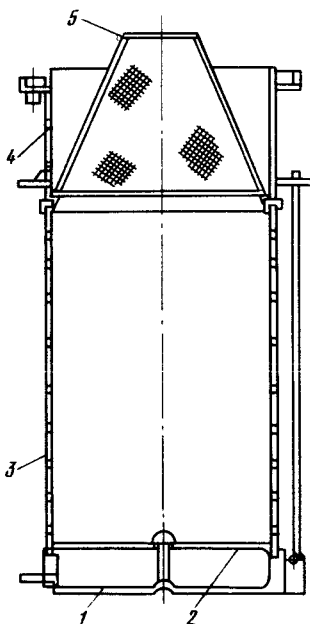


Рис. 28. Универсальный аппарат "Днепр-1":

1 – донная часть; 2 – диск-завихритель; 3 – корпус; 4 – надстройка; 5 – фильтр на каркасе

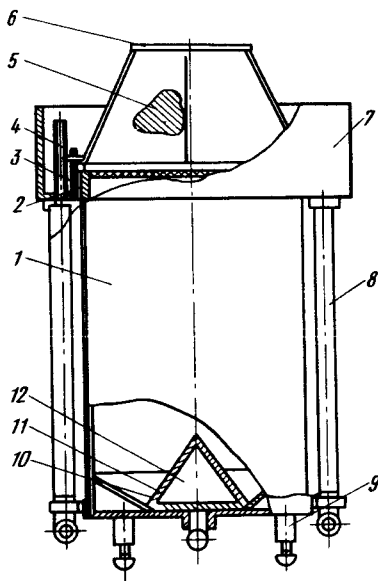


Рис. 29. Универсальный аппарат "Амур":

1 – емкость цилиндрической формы; 2 – резиновая прокладка; 3 – шпилька с барашком; 4 – урочная трубка; 5 – фильтрационная сетка; 6 – распорный каркас; 7 – водосливной желоб; 8 – водосливные трубы; 9 – регулируемая по высоте стойка; 10 – сопловый завихритель; 11 – конус; 12 – водораспределительный узел

трубками и фильтрационной сеткой на распорном каркасе. Фильтрационная сетка установлена на резиновой прокладке, закрепленной на торце рабочей емкости и фиксирующейся с помощью четырех шпилек с барашками.

Водораспределительный узел выполнен в виде конуса с вмонтированным в него сопловым завихрителем.

Рабочая емкость установлена на подставку с регулируемыми по высоте стойками.

Аппарат эксплуатируется в трех режимах: инкубация икры рыб (без фильтрационной сетки и со снятыми уложенными трубками); выдерживание предличинок (с установленной фильтрационной сеткой и уложенными трубками); подращивание личинок.

Аппарат "Амур" по сравнению с аппаратами ИВЛ-2 и "Днепр-1" легче и проще при подготовке к работе и в обслуживании, в нем меньше потери личинок, ниже удельный расход воды, выше мощность и выход личинок.

#### Техническая характеристика аппарата

Количество загруженной икры	
(в тыс. шт., не более):	
растительноядных рыб	1500
карпа	4500
буффало	6000
канального сомика	100
Количество выдерживаемых личинок	
(в тыс. шт., не более)	
растительноядных рыб, карпа, буффало,	4000
канального сомика	100
Рабочий объем	0,205 м <sup>3</sup>
Расход воды (в м <sup>3</sup> /ч):	
в режиме инкубации	0,41–1,1
в режиме выдерживания	1,1–1,3
Габаритные размеры (в мм):	
ширина	750
высота	1340
масса	48 кг

**Инкубация икры.** Обесклеенную икру карпа можно инкубировать в обычных аппаратах Вейса, аппаратах ВНИИПРХа, применяющихся для инкубации икры растительноядных рыб. В каждый аппарат закладывают в среднем от 400 до 1500 тыс. шт. оплодотворенных икринок в зависимости от вместимости аппарата. В универсальный аппарат "Амур" закладывают 4500 тыс. шт. Поступление воды в аппараты регулируют таким образом, чтобы икра медленно перемешивалась, но не выбрасывалась током воды из сосуда. Нормальный режим инкубации осуществляется при скорости поступления воды 4–8 л/мин.

Перед загрузкой икры аппарат устанавливают на слабую проточность (0,5–0,6 л/мин), затем из него сифоном отсасывают воду на 3/4 объема аппарата. Не прекращая поступления воды, в аппараты перели-

вают икру из таза, где она обесклеивалась. После закладки икры водообмен постепенно увеличивают до нормального.

Контроль за инкубацией состоит в наблюдении за режимом водопада, температурным и газовым режимом, ходом эмбриогенеза, удалением сифоном погибшей икры. В случае заболевания сапротельней производят профилактическую обработку икры. Эффективными средствами являются: малахитовый зеленый в концентрации 1 : 100000 и 1 : 200000 (10 мг/л и 5 мг/л) при времени экспозиции 15 мин; формалин в концентрации 1 : 500 и 1 : 100 (на 1 л воды 15 мл 40 %-ного формалина и 5 г поваренной соли) при времени экспозиции 15 мин; фиолетовый "К" в концентрации 1 : 200000 (5 мг/л) при времени экспозиции 30 мин.

Для профилактической обработки икры отключают водоподачу в аппараты. После осадения икры половину слоя воды отчерпывают и вносят одно из профилактических средств. Содержимое аппарата тщательно перемешивают гусиным пером и оставляют на время экспозиции. После этого включают водоподачу в аппарат. Обработку проводят 2–3 раза за период инкубации.

Для оценки качества икры во время инкубации определяют процент ее оплодотворения на стадиях от 4–8 бластомеров до ранней морулы, а также осуществляют контроль за развитием. Доброкачественная икра имеет высокий процент оплодотворения (90–95 %, а иногда и 100 %) без патологии развития. У недоброкачественной икры иногда бывает высокий процент оплодотворения, но развитие ее идет ненормально. Поэтому ход эмбриогенеза контролируют, просматривая икру под биноклем на различных этапах развития. На каждом из них могут быть обнаружены характерные аномалии, зависящие как от качества икры, так и от условий ее инкубации. Учет отхода икры проводят после прохождения стадии гастрюляции, так как эта стадия является наиболее серьезным критическим периодом развития и сопровождается повышенной гибелью икры. Повышенная гибель эмбрионов наблюдается перед выходом их из оболочки и во время этого процесса, что связано с серьезной перестройкой обмена у эмбрионов. Этот период также является критическим. Во все критические периоды развития эмбрионов необходимо тщательно следить за стабильностью абиотических факторов и оберегать икру от различных механических воздействий.

Для проведения быстрого и дружного выхода эмбрионов из оболочки в конце инкубации при появлении отдельных вылупившихся эмбрионов в инкубационных аппаратах сокращают расход воды до 0,2–0,5 л/мин, в результате этого полный выклев заканчивается через 20–40 мин, что связано с накоплением в воде в аппаратах фермента вылупления и более энергичным движением эмбрионов внутри оболочки.

Инкубацию икры карпа можно проводить и в прикрепленном состоянии. Для этой цели применяют аппараты Садова–Коханской с

бактерицидной устансвкой. В этом случае обесклеивание икры и меры борьбы с сапролегнией не применяют.

После выхода из оболочки эмбрионов (предличинок) выдерживают до перехода на смешанное питание.

---

### Глава III

## ЕСТЕСТВЕННАЯ КОРМОВАЯ БАЗА ПРУДОВ

---

### Тема 9. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

**Общая характеристика.** В рыбоводных водоемах различают первичную, промежуточную и конечную продукцию. Под продукцией, в отличие от биомассы (величины статистической), подразумевают всю массу организмов, включая элиминацию (смертность), потребление, вылет и др. Продукция живых организмов может быть определена за какой-то отрезок времени (сутки, месяц, вегетационный сезон, год и т. п.). Продукция в несколько и даже десятки раз (фитопланктон) превышает величину биомассы. Определение продукции водных организмов связано со значительными трудностями. Существует несколько методов определения продукции. Наиболее доступным методом является определение продукции планктонных водорослей.

Первичная продукция – это результат жизнедеятельности растений: водорослей (фитопланктон) и высшей водной растительности (макрофиты). Промежуточная продукция – это организмы зоопланктона и зообентоса, служащие кормом для рыб. Конечная, или рыбохозяйственная, продукция – это рыба прудов, озер и других водоемов.

Величины первичной, промежуточной и конечной продукции находятся между собой в строго определенных и закономерных соотношениях, так как они представляют собой последовательные этапы утилизации первичной продукции и поступающих в водоемalloхтонных органических веществ.

Известно, что только растительные организмы, так называемые автотрофы, способны образовывать органическое вещество в результате их фотосинтетической деятельности. Автотрофы являются основой всех продукционных процессов, происходящих в водоемах. Все остальные организмы, кроме хемосинтезирующих бактерий, являются потребителями, т. е. разрушителями органического вещества, созданного растениями. В связи с этим рыбоводная продукция водоемов находится в тесной зависимости от уровня продуцирования первичной продукции.

Наибольшее значение в трофических цепях имеют планктонные водоросли, которые развиваются в толще воды и не связаны с дном пруда. Фитопланктон состоит из водорослей, которые имеют короткий

цикл развития и способны к быстрому размножению. Многие представители фитопланктона являются непосредственной пищей водных гидробионтов.

Применяя интенсификационные мероприятия, в частности внося в пруды минеральные удобрения, непосредственно воздействуют на первое звено трофической цепи – фитопланктон. Установлено существование прямой положительной зависимости между уровнем фитопланктона и рыбопродукцией. Воздействуя на первое звено трофической цепи, мы тем самым повышаем рыбопродуктивность водоема. Однако хорошо известно, что с увеличением первичной продукции рыбопродуктивность прудов возрастает только до известных пределов. Поэтому важно установить те оптимальные величины первичной продукции планктона, при которых возможна максимальная рыбопродуктивность.

**Определение величины первичной продукции.** Интенсивность первичного продуцирования выражается двумя величинами. Первая из них представляет количество органического вещества, образующегося в процессе фотосинтеза, и называется валовой первичной продукцией. Вторая величина – чистая продукция. Это часть органической продукции, не расходуемой на обмен самих растений, т. е. чистая продукция равна валовой, за вычетом той ее части, которая расходуется растениями на дыхание.

Величина первичной продукции зависит от количества водорослей и их видового состава, их распределения в водоеме, от световых условий, температуры, течений и многих других факторов. Огромное влияние на величину первичной продукции оказывает степень обеспеченности растений минеральными веществами.

В водоеме одновременно происходят два противоположных процесса – образование и разрушение органического вещества. В темноте процесс фотосинтеза прекращается, следовательно, прекращается и потребление углекислоты из окружающей среды и выделение эквивалентного количества кислорода. Процессы же дыхания в темноте идут с той же скоростью, что и в светлое время. Поэтому сравнив результаты жизнедеятельности водных сообществ на свету и в темноте, можно рассчитывать величину первичной продукции, а также величину деструкции в водоемах. О процессах образования органического вещества и его деструкции можно судить по нескольким различным показателям, например по скорости потребления кислорода, выделению  $\text{CO}_2$ , изменению рН и т. д.

Для определения величины первичной продукции планктона существует несколько методов: биогенный, по концентрации  $\text{CO}_2$ , по изменению содержания кислорода в свободной воде водоемов, по содержанию хлорофилла в планктоне, радиоуглеродный и наиболее распространенный в практике рыбохозяйственных исследований – так называемый "метод склянок" в его кислородной модификации.

Техника применения "метода склянок" проста: склянки должны быть из белого стекла и иметь притертые пробки. Наиболее удобны

склянки вместимостью 100–120 мл. Первичную продукцию необходимо определять на разных горизонтах глубины водоема, так как в зависимости от глубины интенсивность поступления в воду солнечной радиации различна. На каждый горизонт устанавливают 2 светлые и 2 затемненные склянки. Практика показала, что для затемнения склянки лучше завертывать в два слоя темной ткани (дерматин) или клеенки. Окраска склянок для их затемнения не рекомендуется.

Для того чтобы получить данные, характеризующие средние показатели для всей толщи воды, можно устанавливать склянки на горизонте, равном половине средней глубины прудов (50 см). Однако при чрезвычайно высокой концентрации водорослей эту глубину необходимо корректировать в сторону уменьшения по величине прозрачности, измеряемой диском Секки. В этом случае склянки устанавливают на горизонте нижней границы видимости диска Секки.

Для отбора проб с определенного горизонта воды используют батометр. Воду отбирают из разных точек водоема и сливают ее в ведро. Затем из этого ведра заполняют 6 склянок: 2 склянки на определение первоначального содержания в воде кислорода, 2 светлые склянки и 2 темные склянки для последующей экспозиции в пруду на определение интенсивности фотосинтеза. Одновременно с этим из этого же объема воды в ведре берут пробу на определение биомассы фитопланктона.

Для установки склянок в прудах существуют различные приспособления. Наиболее надежными являются крестообразные деревянные штативы, на которых склянки закрепляются в лежачем положении. Это так называемые производственные плотки. Плот имеет треугольную форму, изготовлен из органического стекла толщиной 10 мм. Производственный плот подвешивается на тросе и экспонируется на одном горизонте. Время пребывания (экспозиции) склянок в водоеме обычно равно 24 ч. В отдельных случаях (при очень низкой или высокой интенсивности фотосинтеза) это время может быть увеличено или уменьшено.

По истечении срока экспозиции склянки изымаются из водоема и в каждой из них определяют содержание кислорода. Фиксация кислорода должна быть проведена сразу же после изъятия склянок непосредственно на водоеме. Содержание кислорода определяют по методу Винклера в лабораторных условиях.

Необходимо иметь в виду, что при определении содержания растворенного в воде кислорода удобно титровать не все содержимое склянки, а отобранные с помощью пипетки 50 мл раствора после тщательного перемешивания. Этим достигается повышение точности анализа путем повторного титрования. Кроме того, при этом способе существенно облегчаются расчеты и отпадает необходимость точной калибровки склянок.

Данные по определению величины первичной продукции планктонных водорослей помещают в таблицу, пример которой приведен ниже.

Дата	№ пруда	Глубина, см	Прозрачность, см	Температура воды, °С	№ склянки

Продолжение

Количество гипосульфита, пошедшее на титрование, мл				Содержание кислорода, мг/л
1-е титрование	2-е титрование	среднее 2 титрований	среднее 2 склянок	

В светлой склянке происходит процесс фотосинтеза, т. е. новообразование органического вещества водорослей, в результате чего выделяется кислород, и в то же время происходит процесс его разрушения – трата кислорода на дыхание.

В темной склянке фотосинтеза не происходит, а наблюдаются лишь процессы деструкции, т. е. потребление кислорода. В связи с этим общую, или валовую, первичную продукцию планктона, измеряемую интенсивностью фотосинтеза, находят по разности содержания кислорода в светлой и темной склянках и обозначают буквой "Ф".

Деструкция "Д" определяется по разности содержания кислорода в прудовой воде (первоначально) и в темной склянке после суточной экспозиции. Таким образом, деструкция характеризует процессы расходования кислорода на дыхание бактерий, фито- и зоопланктона.

Чистая продукция, или истинный фотосинтез, определяется по разности между валовой первичной продукцией и деструкцией ("Ф – Д"). Отношение Ф/Д характеризует уровень процесса продуцирования органического вещества планктона. В том случае, если это отношение превышает единицу, можно говорить о преобладании процессов образования органического вещества над его разрушением.

**Пример расчета первичной продукции.** При определении первичной продукции были получены следующие данные.

1. Содержание кислорода в склянке перед экспонированием  $V_1 = 6,5$  мг/л.
2. Количество кислорода в светлой склянке после экспонирования  $V_2 = 7$  мг/л.
3. Количество кислорода в темной склянке после экспонирования  $V_3 = 5$  мг/л;
4. Время экспонирования  $t = 1$  сут.

Тогда:

валовая первичная продукция

$$\Phi = (V_2 - V_3)/t = (7-5)/сут = 2 \text{ мг}/(\text{лO}_2 \cdot \text{сут});$$

деструкция

$$Д = (V_1 - V_3)/t = (6,5-5)/сут = 1,5 \text{ мг}/(\text{лO}_2 \cdot \text{сут}).$$

Чистая продукция

$$\Phi - Д = 2 - 1,5 = 0,5 \text{ мг}/(\text{лO}_2 \cdot \text{сут}).$$

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

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.

#### **Тема 10. МАКРОФИТЫ ПРУДОВ И ИХ ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ**

С точки зрения хозяйственного использования интерес представляют следующие виды растений (рис. 30–34): низшие – хара, нитчатые; высшие надводные – осока стройная, осока топяная, осока обыкновенная, хвощ болотный, тростник обыкновенный, камыш озерный, рогоз широколистный, аир болотный, манник пышный, стрелолист обыкновенный; высшие плавающие – ряска малая, ряска многокоренная, ряска трехдольная, кубышка желтая, кувшинка белая, гречиха земноводная, водокрас лягушечный, рдест плавающий; высшие погруженные – рдест пронзеннолистный, рдест остролистный, рдест блестящий, рдест гребенчатый, рдест курчавый, рдест маленький, пузырчатка, элодея канадская, роголистник темно-зеленый, уруть колосистая, телорез обыкновенный.

Макрофиты играют существенную роль в биоценозе пруда. Преобладание мелководных зон, хорошая прозрачность и прогреваемость воды создают благоприятные условия для развития в них водной растительности. Развитие жесткой надводной и мягкой подводной растительности бывает столь значительным, что зачастую пруд не имеет свободных от зарастания площадей (см. рис. 30). Это явление может значительно снизить, а порой исключить возможность ведения культурного рыбного хозяйства. Водная растительность интенсивно поглощает из почвы и воды прудов минеральные соли и тем самым уменьшает содержание питательных веществ, необходимых для развития микроскопических растительных и животных организмов – пищи рыб.

Отмирающая водная растительность требует для своего окисления большого количества растворенного в воде кислорода, снижение содержания которого в прудах может привести к уменьшению количества кормовых организмов, что приведет к ухудшению физиологического состояния рыб (рис. 35).

Заросли затеняют пруд, снижают температуру воды, затрудняют проникновение света и тем самым ухудшают условия развития водных организмов. В зоне густых зарослей донных животных организмов в 2–3 раза меньше, чем на открытых участках, а разница в температуре воды может достигать 3–4 °С. Из-за зарастания кормового места рыба лишается свободного доступа к кормам, резко ухудшается газовый и

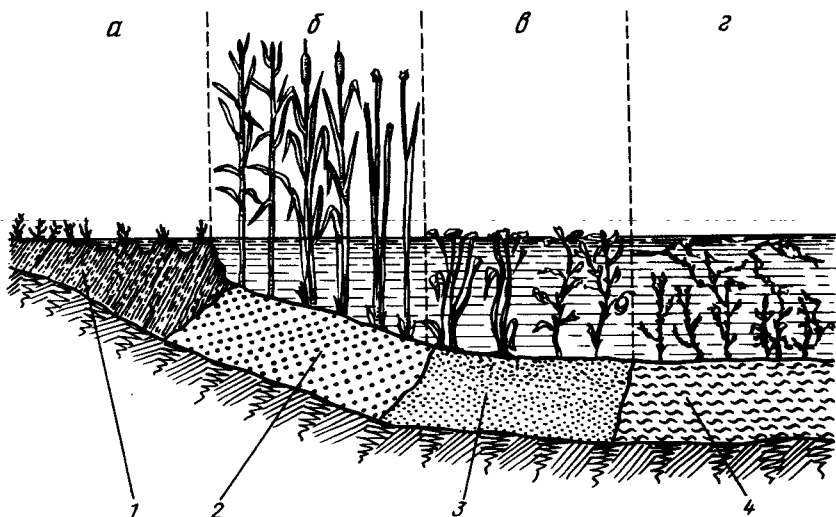


Рис. 30. Схема зарастания прудов:

а — осоки; б — тростник, рогоз, камыш; в — кувшинки, рдесты; г — роголистник, уруть и др.; 1 — осоковый торф; 2 — тростниковый торф; 3 — торф; 4 — ил



Рис. 31. Надводная растительность:

а — осока вздутая (*Carex rostrata*); б — осока стройная (*Carex gracilis*); в — манник (*Glyceria puitans*); г — тростник обыкновенный (*Phragmites communis*); д — рогоз широколистный (*Typha latifolia*); е — камыш озерный (*Soirpus lacustris*)

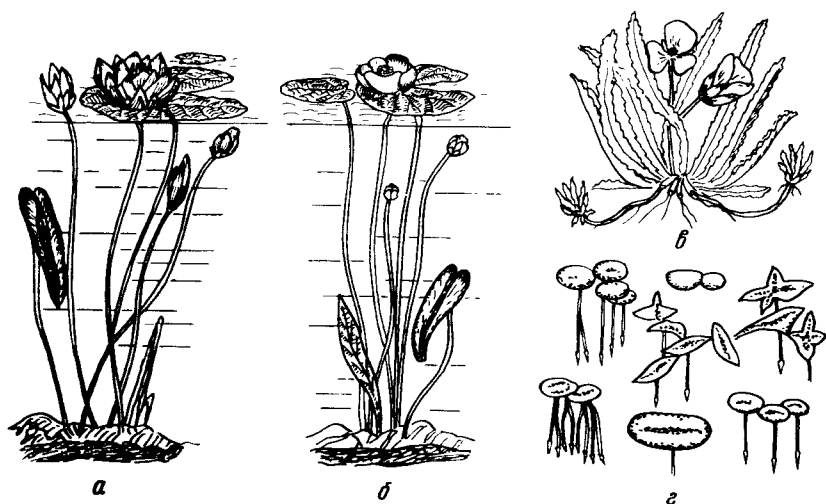


Рис. 32. Растения с плавающими листьями и плавающие:

а — кувшинка белая (*Nymphaea alba*); б — кубышка желтая (*Nuphar luteum*); в — телорез обыкновенный (*Utricularia vulgaris*); г — ряска трехлобная (*Lemna trisulca*)

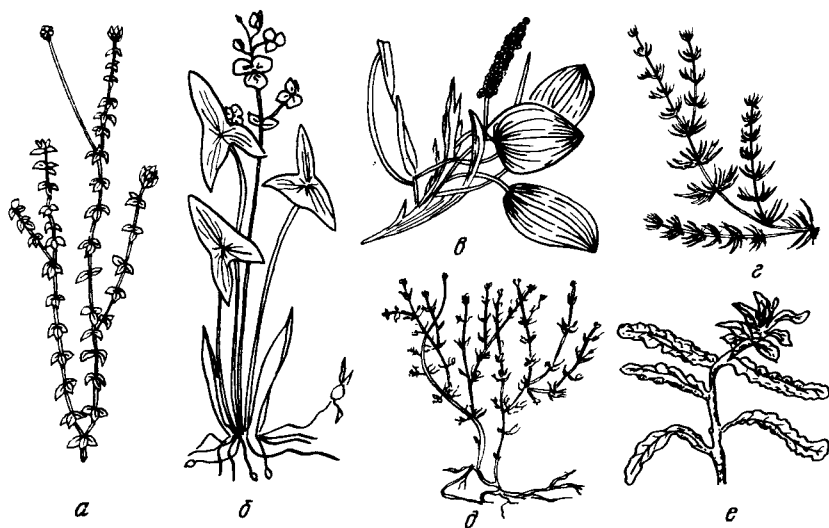


Рис. 33. Подводные растения:

а — элодея канадская (*Elodea canadensis*); б — стрелолист обыкновенный (*Sagittaria sagittifolia*); в — рдест плавающий (*Potamogeton natans*); г — роголистник темно-зеленый (*Ceratophyllum demersum*); д — хара (*Chara fragilis*); е — рдест курчавый (*Potamogeton crispus*)

химический режим из-за гниения несъеденного корма. Заросшие пруды тяжело облавливаются, вследствие чего значительное количество рыб теряется. В таких прудах целесообразно применять удобрения, т. е. вести интенсификационные мероприятия.

Только при ограниченном распространении в пруду (не более 25 % площади) мягкой водной растительности и наличии не более 5 % зарослей прибрежной полосы макрофиты играют положительную роль: они освобождают воду от  $\text{CO}_2$ , обогащают ее кислородом, служат пищей некоторым беспозвоночным и рыбам (каarp, карась, белый амур).

Водные растения могут использоваться в качестве корма для других животных, в частности уток. В этом случае утки выступают как мелиораторы, выедающие водную растительность и удобряющие пруд экскрементами.

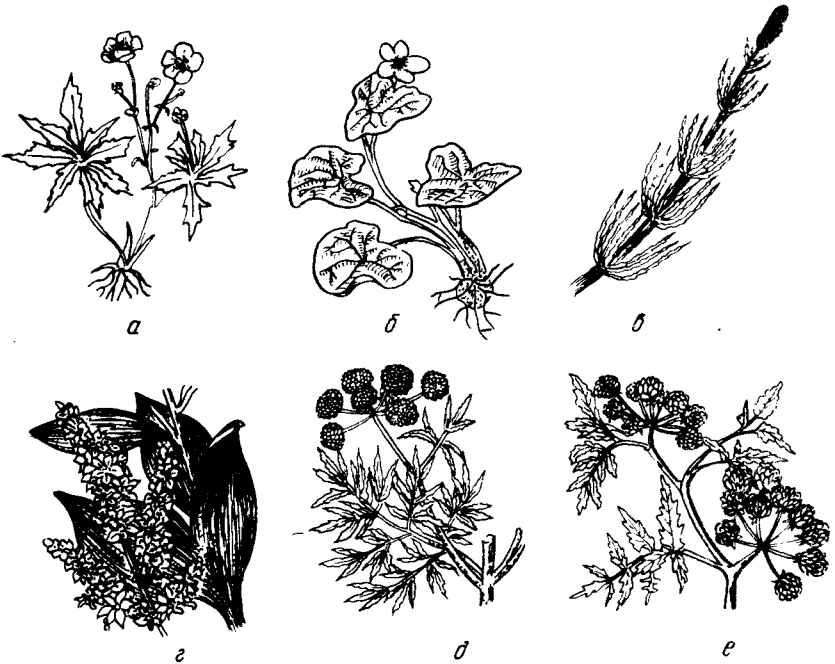
Избыточную растительность необходимо удалять из прудов и использовать ее в виде зеленого удобрения, компостов, скармливать домашней птице, скоту или добавлять в комбикорма для рыб и т. д. Для скармливания скоту пригодны молодые растения тростника, рогоза, камыша, осоки, манника, ряски, телореза, рдеста, элодеи, кувшинки, кубышки. Из старой растительности (рогоз, камыш, тростник, осока) готовят силос.

Удобрение мальковых прудов подвяленными аиром, рогозом,



Рис. 34. Растения, употребляющиеся в фармацевтической и парфюмерной промышленности:

а — водяной перец (*Polygonum hydropiper*); б — ирис (*Iris pseudocorus*); в — аир болотный (*Acorus calamus*); г — валериана (*Valeriana officinalis*); д — трифолия, вахта (*Menyanthes trifoliata*); е — алтей (*Althaea officinaeis*)



**Рис. 35. Ядовитые растения:**

*а* — лютик едкий (*Ranunculus acer*); *б* — калужница (*Caltha palustris*); *в* — хвощ болотный (*Equisetum palustre*); *г* — чемерица (*Veratrum album*); *д* — вех (*Cicuta virosa*); *е* — конский укроп (*Oenanthe aquatica*)

тростником, камышом в количестве 4–6 т/га позволяет существенно обеспечить потребность личинок карпа и растительноядных рыб в первый период подращивания в таком корме, как детрит, коловратки, мелкие беспозвоночные, и повысить выживаемость в среднем на 20 %.

Удобрение растительными компостами предусматривает следующие нормы их внесения по поверхности ложа пруда и заделывания бородами в грунты в зависимости от назначения пруда и вида грунта: в песчаные — 5 т/га для нерестовых прудов (раз в 2 года), 5–10 т/га для мальковых (ежегодно), 10–20 т/га для выростных (раз в 4 года); в глинистые грунты — 5 т/га для нерестовых прудов (раз в 2 года); 6–8 т/га для мальковых (ежегодно), 20–25 т/га для выростных (раз в 4 года); в грунты, богатые органическими веществами, — 2–3 т/га для нерестовых прудов (раз в 2 года); 2–3 т/га для мальковых прудов (ежегодно); 5–10 т/га для выростных прудов (раз в 4 года).

Другой способ внесения компостов в пруды предполагает раскладывание кучек по урезу воды из расчета 5 т/га для выростных и 8–10 т/га для нагульных прудов.

Правильное и своевременное внесение компостов в пруд увеличивает естественную рыбопродуктивность по мальковым прудам на 100–150 %, по нагульным – на 50–100 %.

Компостные удобрения могут применяться не только для удобрения прудов, но и в сельском хозяйстве. По своему качеству и влиянию на повышение урожайности они близки к навозным удобрениям. Для целей компостирования вполне пригодны и надводная и подводная растительность. В зависимости от вида и густоты масса растительности на 1 га пруда составляет от 5 до 130 т.

Сырье, из которого готовят компосты, может быть пригодным в качестве удобрения только после соответствующей предварительной подготовки. Для приготовления компоста водную растительность или преобразованную ее форму (торф) надо поместить в такие условия, при которых будут проходить процессы минерализации, и органическое вещество за более или менее короткий срок обратится в перегной, пригодный для удобрения.

Процесс компостирования осуществляют следующим образом. Массу, подлежащую компостированию, складывают в кучи (ширина 2–4 м, высота 1,5–3 м и длина 3–10 м и больше в зависимости от количества компостируемой массы), в которых органическое вещество в результате жизнедеятельности разного рода бактерий разлагается и превращается в земляную перегнойную массу. Этот процесс "вызревания" компоста продолжается в зависимости от сырья и техники компостирования от 4 мес до 1 года (иногда до 2–3 лет). Усиление процессов разложения и их ускорение достигается добавлением к компостируемому сырью навоза, извести, фосфоритной муки. Для необходимого увеличения влажности компостируемой массы ее поливают водой, а в случае необходимости и перелопачивают в период вызревания.

Для закладки бурта выбирают сухое место. Основание подсыпают торфом (20 см). Жесткую грубую растительность перед закладкой в бурт измельчают на соломорезке или острыми лопатами.

Компостируемую массу раскладывают слоями толщиной по 40–50 см, между ними кладут слой навоза толщиной 15 см, посыпают каждый слой фосфоритной мукой из расчета 3–5 кг муки на 1 т массы. Каждый слой обливают водой так, чтобы влажность в буртах была около 70 %. Вместо навоза можно использовать известь и золу в количестве до 3 % массы компостируемого сырья. Сверху бурт укрывают слоем земли толщиной 10 см.

Некоторые водные растения служат сырьем для получения лекарственных препаратов, используются в парфюмерии (см. рис. 34). В медицине применяют листья и стебли с цветами водяного перца, корни от двухлетних растений алтея, листья трифолия, кору молодых стеблей и толстых веток крушины ломкой, корневища аира, корни и корневища валерианы. Листья трифолия используют в пивоварении, корневища черемиды – в ветеринарии, корневища ириса – в парфюмерии.

Широкое применение водная растительность традиционно имела в народных промыслах: из растений вязали корзины, изготавливали дорожки, маты, использовали для покрытия крыш домов и др.

#### **Тема 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ КОРМОВОЙ БАЗЫ ПРУДОВ**

**Общая характеристика.** Естественная пища должна быть неотъемлемой частью пищевого рациона рыб, что обязывает специалистов вести постоянные наблюдения за развитием естественной кормовой базы, так как от ее количества зависит усвоение искусственных кормов. При снижении количественного развития гидробионтов необходимо принимать экстренные меры по его увеличению. Интенсивное кормление карпа искусственными кормами, которые в большинстве случаев являются неполноценными по аминокислотному составу, содержанию витаминов, приводит к нарушению обмена веществ и замедлению темпа роста рыбы.

Различные виды водных организмов имеют различную пищевую ценность, однако содержат необходимые питательные вещества: белки, жиры, углеводы, витамины и минеральные соли. Белки кормовых беспозвоночных животных являются полноценными по составу аминокислот, что является важным для развития роста у рыб. Наиболее полноценными пищевыми организмами являются ветвистоусые рачки (*Cladocera*), и прежде всего дафнии (*Daphnidae*). Они богаты минеральными солями, витаминами, незаменимыми аминокислотами. Аминокислотный состав белков тела олигохет (*Oligochaeta*) также полноценный, однако эти животные содержат меньше витаминов по сравнению с дафниями и очень бедны минеральными соединениями. Личинки хирономид (*Chironomidae*) по содержанию витаминов и минеральных солей занимают промежуточное положение между дафниями и олигохетами, аминокислотный состав их белков полноценный. По пищевой ценности кормовые беспозвоночные являются незаменимыми в питании рыб.

При выращивании разновозрастных рыб важно знать, какие организмы являются преобладающими в том или ином пруду. Для личинок в первые дни жизни предпочтительнее массовое развитие босмин (*Bosminidae*), коловраток (*Rotatoria*), личинок веслоногих рачков (науплиусов *Sopropoda*). Их количество более 1000 экз/л свидетельствует о хорошей обеспеченности пищевых потребностей личинок. Если в первые дни развития личинок в планктоне прудов в значительном количестве представлены циклопы (*Cyclops*), лептестерии (*Leptestheria*), стрептоцефалусы (*Streptocephalus*), щитни (*Apus, Lepidurus*), то возможны значительные потери личинок в результате выедания их перечисленными хищниками. Молодь карпа массой более 1 г способна потреблять не только планктонные, но и бентосные организмы. Зная потребности молодых в корме и состоянии естественной кормовой базы, важно не опоздать с началом кормления искусственными кормовыми смесями, чтобы избежать снижения роста рыб.

Установлено, что для рыб массой более 10–20 г количество естественной пищи в пищевом комке должно быть не менее 25–30 %. Для этого среднесезонная биомасса фитопланктона должна быть не менее 30 мг/л, зоопланктона – не менее 8–12 г/м<sup>3</sup>, зообентоса – 3–5 г/м<sup>2</sup>. При этом пруды считаются более продуктивными, если в фитопланктоне преобладают зеленые (протококковые) водоросли, в зоопланктоне – ветвистоусые или веслоногие ракообразные, а в зообентосе – личинки хирономид.

Гидробиологические пробы (фитопланктон, зоопланктон и зообентос) отбирают одновременно через каждые 10 дней (в период выращивания молоди по массе 5 г пробы зоопланктона отбирают через 5 дней) в разных точках пруда на протяжении всего периода выращивания рыбы. Фиксацию проб проводят 40 %-ным формалином из расчета 50–100 мл 40 %-ного формалина на 1 л воды. Пробу снабжают этикеткой, в которой указывают хозяйство, название и номер пруда, его глубину, время и дату взятия пробы, количество профильтрованных литров воды (для зоопланктона) или количество отобранных дночерпателей с указанием площади их захвата (для зообентоса). При использовании экспресс-методов определения количественного развития фито- и зоопланктона необходимо иметь в виду, что они не свободны от погрешностей, как правило, дают несколько завышенные данные, так как включают разного рода примеси, попадающие при отборе проб, однако для контроля непосредственно на прудах вполне применимы.

**Экспресс-метод сбора и обработки проб фитопланктона.** Воду отбирают из разных мест пруда на глубине 15–20 см и сливают в ведро. После перемешивания берут пробу в 0,5 л, фиксируют формалином, закрывают пробкой, этикеткируют и ставят в темное место на 10–14 сут для отстаивания. По осадку в мерном цилиндре можно ориентировочно вычислить биомассу фитопланктона. Если часть водорослей оказалась в верхнем слое, их отсчитывают по верхним делениям цилиндра и прибавляют к осадку. Плотность организмов в осадке принимают равной плотности воды. Таким образом можно определить массовое развитие водорослей. Например, если осадок планктона в цилиндре занимает 0,1 см<sup>3</sup> объема, это значит, что в 0,5 л пробы содержится 0,1 см<sup>3</sup>, или 0,1 г фитопланктона, или в пересчете на 1 л 0,2 г биомассы водорослей, что указывает на их массовое и нежелательное развитие. Под микроскопом определяют доминирующие группы водорослей (в прудовых условиях это в основном синезеленые или зеленые водоросли), что важно для выяснения характера цветения воды (если оно наблюдается).

**Сбор и обработка проб зоопланктона.** Пробы зоопланктона отбирают мерной посудой (лучше ковшиком на 1 л с ручкой). Для этого черпывают воду с глубины 40–50 см и с поверхности попеременно. При этом, на первом пробке проводит сбор воды, должны быть распределены равномерно по всей площади пруда. 100 или 50 л воды (при очень интенсивном развитии организмов зоопланктона) процеживают через влажную сетку из густого капронового сита № 64–78. Отфильтро-

ванный через планктонную сеть осадок с содержащимся в нем зоопланктоном, собранный в отстойном стакане сетки, с помощью краника сливают в склянки емкостью 100–200 мл. Для более полного сбора всего планктона сеть тщательно обмывают с наружной стороны водой или погружают ее в воду, не переливая через край. Пробу фиксируют и снабжают этикеткой. Дальнейшую обработку проводят в лаборатории следующим образом: для упрощения расчетов пробу доводят до определенного объема (100 мл), затем ее хорошо перемешивают, берут штемпель-пипеткой 0,5 мл содержимого и помещают на счетное стекло для просмотра под микроскопом. Определяют видовой состав, пользуясь определителем, и количество организмов каждого вида. Как правило, для более точного учета просматривают 3 пробы, отобранных штемпель-пипеткой из одной склянки. Количество организмов в 1 м<sup>3</sup> воды пруда определяют по формуле

$$X = \frac{KV \cdot 1000}{Zn},$$

где  $X$  – количество организмов данного вида в 1 м<sup>3</sup> воды;  $K$  – среднее количество организмов из трех просмотров содержимого штемпель-пипетки, экз.;  $V$  – объем просмотренной пробы, мл;  $n$  – количество литров профильтрованной воды;  $Z$  – объем штемпель-пипетки, мл; 1000 – пересчетный коэффициент на 1 м<sup>3</sup>.

**Пример.** В объеме штемпель-пипетки 0,5 мл среднее из трех просчетов количество дафний лонгиспина равно 150 экз.; объем просмотренной пробы – 100 мл; количество профильтрованной воды – 100 л. Тогда количество организмов в 1 м<sup>3</sup> составит 300 000 экз.:

$$X = \frac{150 \cdot 100 \cdot 1000}{0,5 \cdot 100} = 300\,000 \text{ экз.}$$

Результаты обработки записывают в таблицу, пример которой приведен ниже.

Дата	№ пруда	Объем профильтрованной воды	Вид организмов	Число организмов, экз.	
				1	2
				пластинка 0,5 мл	пластинка 0,5 мл

*Продолжение*

Число организмов, экз.			Биомасса организмов, г/м <sup>3</sup>
3	среднее	в 1 м <sup>3</sup>	
пластинка 0,5 мл			

Биомассу определяют отдельно по видам организмов, группам организмов (ветвистоусые ракообразные, веслоногие ракообразные,

коловратки и др.). Общую биомассу зоопланктона в 1 м<sup>3</sup> воды пруда определяют как сумму биомасс отдельных видов. Для ускорения арифметических расчетов удобно пользоваться специальными программами, разработанными на ЭВМ.

Для расчета биомассы организмов зоопланктона пользуются таблицами средних масс организмов, установленных Ф. Д. Мордухай-Болтовским и другими авторами (табл. 9).

### 9. Средние массы организмов зоопланктона

Вид	Масса, мг
<b>Ветвистоусые ракообразные (Cladocera)</b>	
<i>Daphnia longispina</i> Müller	0,06
<i>Daphnia pulex</i> (De Geer.)	0,2
<i>Daphnia magna</i> Straus.	1,54
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars.	0,019—0,026
<i>Moina rectirostris</i> Leydig.	0,113
<i>Bosmina longirostris</i> Müller	0,0078
<i>Chydorus sphaericus</i> Müller	0,0125
<i>Leptodora kindti</i> Focke	0,3
Молодь ветвистоусых	0,001
<b>Веслоногие ракообразные (Copepoda)</b>	
<i>Cyclops</i> sp.	0,008—0,129
<i>Diaptomus</i> sp.	0,007—0,110
Nauplii	0,0008
Copepoditi	0,004
<b>Коловратки (Rotatoria)</b>	
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	0,005—0,02
<i>Filinia</i> sp.	0,0002—0,00058
<i>Polyarthra trigla</i> Ehrbg	0,00025—0,00095
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	0,00031—0,00044
<i>B. bakeri</i> Müller	0,00007
<i>B. calyciflorus</i> Pall.	0,004—0,0065
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	0,0002—0,00033
<i>K. quadrata</i> (Müll)	0,00034—0,00081
<i>Notholca</i> sp.	0,0025
Мелкие коловратки	0,0004
<b>Прочие организмы</b>	
Ostracoda	0,018
Larvae Chironomidae	0,03
Oligochaeta	0,025

**Экспресс-методы обработки проб зоопланктона.** 1. Полученный после фиксации осадок зоопланктона переливают из склянки в мерный цилиндр и измеряют его объем по шкале цилиндра. Чтобы определить, сколько планктона содержится в 1 м<sup>3</sup>, полученный объем осадка

умножают на 10, если процеживали 100 л воды, или на 20, если процеживали 50 л. Осадок зоопланктона процеживают через кусочек сита № 70–80, затем подсушивают на фильтровальной бумаге до исчезновения мокрых пятен, переносят вместе с кусочком влажного сита в чашку Петри и взвешивают. Массу чашки Петри вместе с кусочком влажного сита определяют заранее. По разности масс получают массу зоопланктона. Зная объем профильтрованной через планктонную сеть воды и массу осадка, можно определить биомассу зоопланктона в 1 м<sup>3</sup>.

**Сбор и обработка проб зообентоса.** Пробы зообентоса отбирают в те же сроки, что и пробы зоопланктона, при этом учитывают характер грунтов, зарослей, глубины пруда. Число станций устанавливают в зависимости от количества выделенных биотопов и площади водоема. В нагульных и выростных прудах рекомендуется делать по 10–15 станций в продуктивной зоне с глубинами 0,5–1,5 м. Для отбора проб удобнее пользоваться дночерпателем Экмана – Берджи, площадь захвата которого обычно составляет 0,025 м<sup>2</sup>. Это коробочный дночерпатель, закрывающийся при помощи посыльного груза. Перед отбором пробы лопасти дночерпателя поднимаются вверх и при помощи тросиков надеваются на рычаги спускового аппарата. В открытом виде на тонком металлическом тросе дночерпатель опускается на дно водоема, после чего по тросу опускается посыльный груз, который ударяет по втулке спускового аппарата, и дночерпатель закрывается, вырезая монолит грунта или ила с 0,025 м<sup>2</sup>.

Взятые дночерпателем пробы грунта переносят в мешок-промывалку, сшитый из капронового сита № 24–27. Пробы отмывают в воде пруда до избавления от мелких частиц. Оставшийся комочек грунта помещают в кювету и пинцетом выбирают из него гидробионтов, помещая их в склянку с формалином. Пробу этикетировывают, затем в лабораторных условиях тщательно изучают с помощью лупы и микроскопа. Фиксированные организмы обсушивают на фильтровальной бумаге, разбивают по группам, просчитывают и взвешивают на весах (лучше на торсионных). Раковины живых моллюсков раскрывают для удаления находящейся внутри жидкости. Предварительную обработку можно провести непосредственно в момент отбора организмов из промытого грунта, распределяя их по группам (личинки хирономид и других насекомых, олигохеты, моллюски и др.).

Определяют массу каждого вида организмов в пробе, биомассу организмов, приходящихся на 1 дночерпатель, затем рассчитывают биомассу отдельных групп организмов и суммарную биомассу на 1 м<sup>2</sup>. Результаты обработки проб сводят в таблицу, пример которой приведен ниже.

Дата	№ пруда	Площадь захвата дночерпателя	Количество отобранных дночерпателей	Виды организмов

Количество экземпляров			Биомасса, г		
по всей пробе	средняя на один дночерпатель	на 1 м <sup>2</sup>	всей пробы	средняя на 1 дночерпатель	на 1 м <sup>2</sup>

## Глава IV

### ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ В РЫБОВОДСТВЕ

#### Тема 12. КОНТРОЛЬ ЗА ВЫРАЩИВАНИЕМ РЫБОПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА И ТОВАРНОЙ РЫБЫ

С момента зарыбления выростных и нагульных прудов необходимо организовать постоянный контроль за выращиванием рыбы и уход за прудами. Это даст возможность применять те или иные меры по корректировке производственного процесса, устранению факторов, сдерживающих рост рыбы.

В течение вегетационного сезона необходимо постоянно следить за состоянием гидротехнических сооружений (плотин, дамб, водоподводящих каналов и др.). В случае каких-либо неисправностей следует принимать срочные меры к их устранению, следить за работой гидро-мелиоративных сооружений (верховин, гравийных и решетчатых фильтров и др.), регулярно их чистить, чтобы они не засорялись и не выходили из строя. Небрежное отношение к фильтрам приводит к попаданию в пруды сорной рыбы, что отрицательно сказывается на рыбопродуктивности.

При высокой интенсификации большое значение имеет водный баланс пруда. Уровень воды в прудах не должен опускаться ниже нормального подпорного уровня (НПУ), водообмен должен быть не чаще 15–20-суточного. Вода, поступающая в пруд, должна быть чистой, без примесей.

Нельзя допускать зарастания прудов жесткой водной растительностью и чрезмерного развития мягкой водной растительности: их необходимо своевременно выкашивать и удалять.

Контроль за выращиванием сеголетков и двухлетков осуществляют при помощи систематических контрольных обловов прудов, которые проводят 1 раз в декаду (не реже 2 раз в 1 мес). В период выращивания молоди массой от 0,5 г до 3–5 г контрольные обловы следует проводить 1 раз в пятидневку, чтобы точнее установить время начала кормления молоди карпа искусственными кормами.

В качестве орудий лова при проведении контрольных обловов используют волокуши, бредни, невода и другие, размер которых зависит от площади пруда, а шаг ячеи — от размера выростившей рыбы. При облове молоди массой до 3–4 г используют волокушу, изготовленную из капронового сита для более крупной молоди (5–25 г) — невод из дели с ячеей 16–20 мм. Как правило, облавливают несколько участков пруда. Всю выловленную рыбу пресчитывают и помещают в заранее взвешенное ведро с водой или носалки с водой и устанавливают на весы. По разности масс определяют общую массу рыбы, а зная количество рыб, определяют среднюю их массу.

Не менее 50 особей измеряют, взвешивают, определяют среднюю массу, рассчитывают коэффициент упитанности и другие показатели. Перед взвешиванием необходимо удалить поверхностную воду с рыбы, для чего каждую особь следует промокнуть сухой марлей. Взвешивание молоди массой до 0,5 г проводят на торсионных весах с точностью до 0,01 г, рыб массой более 0,5 г взвешивают на штанговых весах с точностью до 0,1 г. Рыб старшего возраста взвешивают на циферблатных весах с точностью до 1 г. Для определения линейных размеров применяют специальную линейку. Различают  $L$  (см) — зоологическую длину рыбы (от начала рыла до вертикали, проходящей через наибольшую лопасть хвостового плавника) и  $l$  (см) — промысловую длину рыбы (от начала рыла до конца чешуйчатого покрова). Данные контрольных обловов записывают в таблицу, пример которой приведен ниже.

№ п/п	Дата	№ пруда	Масса рыбы, г	$L$ , см	$l$ , см	Коэффициент упитанности $K$

Зная длину и массу тела, вычисляют коэффициент упитанности по формуле Фультона

$$K = m \cdot 100/L^3,$$

где  $m$  — масса рыбы, г;  $L$  — зоологическая длина, см.

Удобнее пользоваться видоизмененной формулой

$$K = m \cdot 100/l^3.$$

Этот коэффициент правильнее отражает упитанность рыбы. По его величине судят о состоянии рыбы. Нормальный коэффициент упитанности 2,8–3,0.

Полученные данные используют для определения средней массы рыбы и расчета показателей прироста. Общий прирост определяют по разности между средней массой рыбы на день контрольного облова ( $M_k$ ) и средней массой рыбы в период предшествующего контрольного

облова ( $M_0$ ). Абсолютный среднесуточный прирост ( $\Delta M$ , г) определяют по отношению общего прироста к продолжительности периода между двумя последовательными контрольными обловами (при еженедельных обловах — 10 дней):

$$\Delta M = (M_k - M_0) / \Delta t.$$

Для определения относительного среднесуточного прироста ( $C$ , %) величину среднесуточного абсолютного прироста относят к средней массе рыбы за период между двумя контрольными обловами:  $C = M \cdot 2 \cdot 100 / (M_k + M_0)$ , %.

Величина относительного среднесуточного прироста позволяет сравнивать темп роста рыбы в разные периоды вегетационного сезона и в различных прудах. Для сравнения темпа роста разновозрастных групп рыб предложен более универсальный показатель скорости роста, названный коэффициентом массонакопления ( $K_m$ ), рассчитываемый по формуле

$$K_m = (M_k^{1/3} - M_0^{1/3}) \cdot 3 / \Delta t.$$

**Пример расчета.** При контрольном облове 20 июня было выловлено 50 рыб общей массой 10 кг. Рассчитать общий, абсолютный и относительный среднесуточные приросты рыбы, если по данным предыдущего контрольного облова, проведенного 10 июня, средняя масса рыбы была равна 180 г.

Определяем среднюю массу рыбы 20 июня:  $10000 : 50 = 200$  г. Следовательно, общий прирост рыбы равен  $200 \text{ г} - 180 \text{ г} = 20$  г; среднесуточный абсолютный прирост получим от деления общего прироста на продолжительность периода в сутках:  $20 \text{ г} : 10 = 2$  г; средняя масса рыбы за период между двумя контрольными ловами составит  $(200 + 180) : 2 = 190$  г, следовательно, относительный среднесуточный прирост будет равен  $2 \cdot 100 / 190 = 1,05$  %. Результаты записывают в таблицу, пример которой приведен ниже.

Дата	№ пруда	Выловлено рыб, всего,		Средняя масса, г	Прирост		
		шт.	кг		общий, г	среднесуточный	
						г	%
10.06	15			180			
20.06	15	50	10	200	20	2	1.05

Полученные результаты сопоставляют с данными планового роста рыбы, который устанавливают на основании анализа фактических материалов за ряд лет.

Для корректировки плана по росту карпа, в том числе из нестандартного посадочного материала, и графика расхода кормов удобно использовать теоретическую модель роста карпа и тактический рыбо-водный планшет. Они учитывают начальную массу рыбы, плотность посадки, время выращивания, температуру воды и другие экологические факторы, которые в разные вегетационные сезоны могут существенно различаться. С помощью уравнения теоретической модели роста

и рыбоводного планшета можно точнее рассчитать рост рыбы в данном вегетационном сезоне (Баранов и др., 1979).

Кроме определения темпа роста, анализируют затраты искусственных кормов на прирост карпов за прошедший период. Кормление рыб строго согласуют с температурой воды и экологическим состоянием прудов. Если кормление проводили кормами хорошего качества с учетом температурных условий, а рыба отставала в росте, выясняют причины отставания и устраняют их.

При проведении контрольных обловов проводят осмотр рыбы на наличие внешних признаков заболеваний. Проводят микроскопические исследования соскобов с кожи и жабр на наличие эктопаразитов, вскрытие рыб на предмет обнаружения эндопаразитов и патологических изменений. Врачебному осмотру подвергают не менее 100 особей из каждого пруда. При обнаружении заболеваний у рыб немедленно принимают меры для их лечения, так как больные рыбы отстают в росте, неэффективно используют корма. Вовремя не обнаруженное заболевание может привести к гибели рыб.

К заметному уменьшению рациона и снижению темпа роста приводит снижение температуры воды ниже 16 °С. При 30 °С и выше активность потребления и усвоения корма у карпа, а следовательно, и темп роста также уменьшаются.

Особое внимание уделяют наблюдениям за гидрохимическим режимом и в первую очередь за содержанием растворенного в воде кислорода, окисляемостью, рН и концентрацией биогенных элементов. Технологическая норма содержания растворенного в воде кислорода при выращивании карпа составляет 6–8 мг/л, допустимые значения – до 4 мг/л и кратковременное понижение к утру – не менее 2 мг/л. При недостатке кислорода в воде резко уменьшается потребление пищи, в 2 раза и более увеличивается кормовой коэффициент, темп роста рыбы резко замедляется. Для увеличения содержания кислорода в воде применяют аэрацию воды, усиление водообмена, известкование прудов, внесение минеральных удобрений.

Окисляемость дает представление о наличии органических веществ в воде. Оптимальная величина перманганатной окисляемости для летних карповых прудов составляет 10–15 мг/л, допустимая – 30 мг/л. Высокая окисляемость в прудах – показатель загрязнения воды органическими веществами, которые усиленно потребляют на свое окисление растворенный в воде кислород. Это может привести к дефициту кислорода, а следовательно, к снижению потребления корма рыбами, замедлению роста, а также заморным явлениям. Для уменьшения окисляемости необходимо периодически вносить известь.

Водородный показатель рН воды оказывает большое влияние на биологические процессы в водоемах, развитие водной флоры и фауны. Оптимальной величиной для карпа является рН 7,0–8,5, допустимой – 6,5–9,5. Кислая вода (рН 5 и ниже) отрицательно влияет на дыхание и обмен веществ у рыб. Вследствие этого они не могут полностью усваивать корм, что приводит к уменьшению темпа роста. Для повышения

pH воды вносят известь. Внесение извести в количестве 1–2 ц/га по воде повышает pH воды на единицу. Сильнощелочная вода (pH 9 и выше) также очень плохо влияет на рыб. Кроме того, при высоких значениях pH и содержании большого количества аммонийного азота в воде может появляться газообразный аммиак, который губительно действует на рыб. Питание и рост рыб прекращается.

Как при низких, так и при высоких значениях pH воды жабры рыб покрываются слизью, дыхание затрудняется и может наступить удушье (асфиксия) даже при удовлетворительном содержании кислорода в воде. Для понижения pH воды в пруд можно вносить органические удобрения, но при этом необходимо строго следить за содержанием растворенного в воде кислорода. Можно также один раз внести сульфат железа ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) в количестве 200–280 кг/га, приготовленный в виде раствора, при этом pH воды снижается на 1–2 единицы.

По концентрации биогенных элементов в воде рассчитывают потребность в минеральных удобрениях. Путем внесения удобрений и проведения мелиоративных работ улучшают условия для развития естественной кормовой базы прудов.

Необходимую документацию о результатах облова и зарыбления нагульных выростных и других прудов, контрольных обловов составляют в виде таблиц.

**Задание.** Рассчитать темп роста карпа по данным контрольных обловов, проведенных в одном из прудов учебно-опытного рыбоводного хозяйства института или одном из промышленных рыбхозов страны. Из полученных результатов сделать выводы.

### **Тема 13. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПРОГНОЗ ЗИМОВКИ СЕГОЛЕТКОВ КАРПА**

**Общая характеристика.** Оценку физиологического состояния организма рыбы перед зимовкой проводят по следующим показателям: масса рыбы, коэффициент упитанности, химический состав тела. Немаловажное значение имеют также особенности поведения сеголетков, анатомо-физиологическое состояние органов и системы организма (внешний вид и кожный покров, окраска, состояние жабр, печени, мышечный и жировой ткани и т. п.). Согласно нормативам стандартные сеголетки должны иметь массу 25–30 г. Этот показатель нормируется по зонам рыбоводства. Однако в прудовых рыбоводных хозяйствах в результате влияния различных факторов среды и выращивания рыб в условиях уплотненных посадок с кормлением искусственными кормами наблюдается большая степень разнокачественности сеголетков по массе, размерам, упитанности и другим показателям. В течение зимы выживаемость сеголетков разных весовых групп различна.

В современных условиях при высоком уровне интенсификации рыбоводства группы сеголетков карпа разной массы в сходных условиях зимовки дают в среднем следующий выход: сеголетки массой до 10 г – 50–20 %; 15–10 г – 60–30; 20–15 г – 70–60; 25–20 г – 80–70; 30–25 г – 80–90 %.

Одним из важных показателей, позволяющих давать оценку физиологического состояния организма рыбы перед зимовкой и прогнозировать их выход весной, является химический состав сеголетков. Осенью зимостойкие сеголетки карпа должны содержать воды не более 78 %, протеина – около 12, жира – 6–8, золы – 2,0–3,0, сухого вещества – 28–24 % (не менее 22 %). При высоком содержании жира (более 8 %) количество протеина может составлять 11 %.

В течение зимы сеголетки расходуют накопленные за лето питательные вещества. Уменьшение содержания жира до 1 % и белка до 8–6 % ведет к гибели сеголетков в зимовальных прудах. При нормальном ходе зимовки потери в массе не должны превышать 14 %, сухого вещества – около 20, протеина – 16, жира – 30 %. Значительное использование за зиму сухого вещества – в среднем 35 % и более, протеина – 35 % и более, жира – 60 % и более и потеря 25 % и более массы тела приводят не только к понижению выхода рыб после зимовки, но и к резкому снижению темпа роста, сопротивляемости заболеваниям, общей устойчивости организма рыбы, повышению отхода до 40–50 % на 2-м году жизни.

Сеголетки, не достигшие к осени стандартной массы, имеют более активный обмен веществ, расходуют в течение зимы значительно больше протеина и жира, а следовательно, дают большой отход за зиму и снижают выход товарной рыбы. Поэтому выращивание мелких сеголетков неэффективно как с биологической, так и с экономической точки зрения.

Наиболее простым и удобным показателем оценки физиологического состояния сеголетков является коэффициент упитанности. Для каждой размерно-весовой группы сеголетков карпа установлен нормальный коэффициент упитанности (табл. 10), который в определенной степени характеризует зимостойкость сеголетков.

По коэффициенту упитанности основных весовых категорий

**10. Нормальные значения коэффициентов упитанности перед посадкой сеголетков на зимовку**

Происхождение сеголетков	Масса рыб, г	Зоны рыбоводства		
		I	II–III	IV–VII
Гибрид карпа с амурским сазаном	Более 20	2,7	2,4	–
	19,9–10	2,8	2,6	–
	До 10	2,9	2,8	–
Карп	Более 30	2,9	2,7	2,6
	29,9–20	3,0	2,8	2,7
	19,9–10	3,1	3,0	2,9
	До 10	3,2	3,1	3,1

можно дать приблизительный прогноз выхода сеголетков после зимовки. Например, если в весовой группе карпов более 20 г 10 % рыб имеют коэффициент упитанности менее 2,7, то предполагаемый выход рыбы этой группы весной составит 90 %. Для получения достаточно полного представления о физиологическом состоянии сеголетков карпа перед зимовкой и прогноза зимовки, близкого к реальному, следует использовать весь комплекс показателей.

**Сбор проб для оценки физиологического состояния сеголетков.** Среднюю массу сеголетков определяют в каждом пруду объемно-весовым методом. Для определения размерно-весового распределения всех сеголетков отбирают среднюю пробу по 500–1000 шт. в начале, середине и конце обловов, сортируют на группы: более 30 г; 29,9–20 г; 19,9–10 г и менее 10 г. По количеству рыб в весовых группах определяют их процентное соотношение и среднюю массу. Например, в пробе 1000 рыб в весовой группе более 30–200 шт., или 20 %, сеголетки массой менее 10 г являются браком. Если они составляют более 20 %, их отсортировывают и помещают в отдельный зимовальный пруд.

Для определения коэффициента упитанности отбирают из каждой весовой группы по 30 сеголетков, измеряют, взвешивают, вычисляют коэффициент упитанности, данные записывают в таблицу (см. ниже).

№ п/п.	Масса, г	Длина до конца чешуйного покрова, см	Коэффициент упитанности	Весовая группа	Характер чешуйного покрова

Далее определяют возможный выход рыбы после зимовки (прогноз зимовки) в форме таблицы.

Размерно-весовая группа сеголетков	Средняя масса, г	Коэффициент упитанности		
		3,3	3,2	3,1

*Продолжение*

Размерно-весовая группа сеголетков	Коэффициент упитанности		% рыб		
	3,0	и т. д.	в группе	перезимует	не перезимует

По возможности, определяют химический состав тела сеголетков и анатомио-физиологическое состояние систем и органов и на основании полученных данных делают вывод относительно качества выращенных сеголетков карпа.

Качество перезимовавших годовиков оценивают по массе, коэффициенту упитанности, химическому составу тела, а также по величине потерь массы, сухого вещества и питательных веществ за период зимовки. Оценку по массе проводят с учетом процентного распределения годовиков по весовым группам, средней массе рыб каждой весовой группы и в целом по всей пробе. Оценка по коэффициенту упитанности состоит в сравнении реальных значений этого коэффициента с показателями коэффициента упитанности для апреля (табл. 11).

**11. Изменение коэффициента упитанности у сеголетков карпа в процессе зимовки**  
(характеристика нормы)

Зона рыбоводства	Происхождение сеголетков	Масса, г	Октябрь—декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
I	Гибрид карпа с амурским сазаном	Более 20	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3
		19,9—10	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4
	Карп	До 10	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5
		Более 30	2,9	2,8	2,8	2,7	2,6
		29,9—20	3,0	2,9	2,9	2,8	2,7
		19,9—10	3,1	3,0	3,0	2,9	2,8
II—III	Карп	До 10	3,2	3,1	3,1	3,0	2,9
		Более 30	2,7	2,6	2,6	2,5	2,4
		29,9—20	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5
		19,9—10	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8
		До 10	3,1	3,0	3,0	2,9	2,8
IV—VII	Карп	Более 30	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3
		29,9—20	2,7	2,6	2,6	2,5	2,4
		19,9—10	2,9	2,8	2,8	2,7	2,6
		До 10	3,1	3,0	3,0	2,9	2,8
		До 10	3,1	3,0	3,0	2,9	2,8

Если коэффициент упитанности годовиков разных весовых групп меньше указанных в табл. 11 на 0,1—0,2, то следует ожидать повышенного отхода двухлетков. Высокие значения коэффициентов упитан-

**12. Расход питательных веществ за зиму (% исходного содержания)**

Показатель	Норма	Допустимые пределы	Патология
Масса тела	10	4—14	20 и более
Сухое вещество	20	7—25	35 и более
Протеин	16	3—25	35 и более
Жир	30	20—50	60 и более

ности могут быть следствием разных заболеваний, при которых развивается водянка. Поэтому более объективно судить о качестве перезимовавших годовиков следует по данным химического анализа рыб.

Для характеристики перезимовавших годовиков следует учитывать также данные расхода питательных веществ за зимний период (табл. 12).

---

## Глава V

### ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРУДОВОГО РЫБОВОДСТВА

---

#### Тема 14. ПЛЕМЕННАЯ РАБОТА: ПОРОДНЫЕ ГРУППЫ КАРПА, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКСТЕРЬЕРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

**Основные генетические группы карпа.** Среди карпов, культивируемых в СССР, имеется четыре генетические группы, различающиеся по большому числу признаков: чешуйчатые, разбросанные, линейные и голые.

Чешуйчатые карпы (генотип  $SSnn$  или  $Ssnn$ ), как и сазаны, имеют сплошной чешуйчатый покров. Чешуя мелкая, ровная, покрывает рядами (в трех направлениях) все тело. Количество рядов чешуи строго регламентировано. Небольшие неправильности в расположении чешуй (смещение) допустимы, большие нарушения нежелательны, так как часто связаны с замедленным ростом или пониженной жизнеспособностью (рис. 36,а).

Разбросанные зеркальные карпы ( $ssnn$ ) по характеру чешуйчатого покрова являются самой изменчивой группой. Различают разбросанных карпов с наименьшим числом чешуй на теле. Их называют разбросанными карпами I группы. Чешуя у них расположена в виде одного ряда вдоль спины и отдельными группами у оснований плавников и на хвосте. Посередине тела чешуи нет или имеются отдельные большие или маленькие чешуйки.

Самыми распространенными в СССР являются разбросанные карпы с более или менее развитыми рядами чешуй по бокам тела, в первую очередь вдоль боковой линии (см. рис. 36,б). Карпы с полным или неполным боковым рядом чешуй, отчетливо разделенных на две половинки (двойной средний ряд), составляют II группу. Карпы с цельными, очень крупными чешуйками по боковой линии (крупный средний ряд) принадлежат к средней группе. Они растут несколько быстрее карпов II группы.

Кроме того, встречаются особи с телом, сплошь покрытым чешуей, иногда образующей правильные горизонтальные ряды. От чешуйчатых они отличаются более крупными размерами чешуек (а следовательно, и меньшим числом в их среднем ряду) и отсутствием четко выражен-

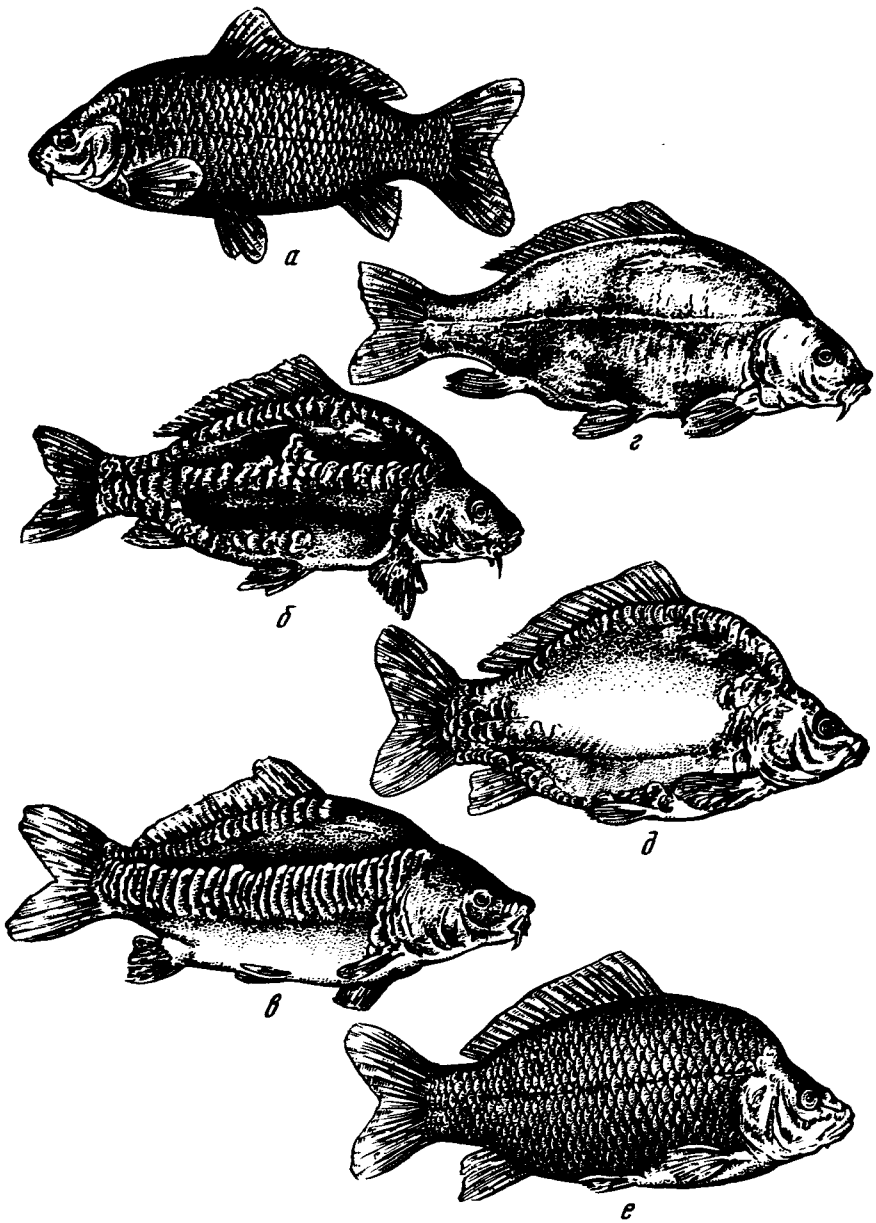


Рис. 36. Карп:

а — чешуйчатый; б — зеркальный с разбросанной по телу чешуей; в — зеркальный с линейно расположенной чешуей; г — голый, или кожистый (без чешуи); д — украинский рамчатый; е — украинский чешуйчатый

ных диагональных рядов. Селекционное значение различных групп разбросанных карпов еще далеко не установлено. В качестве наиболее желательной формы обычно принимают разбросанных карпов I группы. Но, судя по ряду данных о свойствах карпов I группы, достаточно оснований для признания I группы всеобщим и обязательным стандартом для разведения пока не имеется.

Линейные зеркальные карпы (генотип *SSNn* и *SsNn*) (см. рис. 36,е) представляют собой более определенную группу. Кроме спинного ряда чешуек, начинающегося у головы или основании спинного плавника, у линейных карпов всегда имеется очень ровный ряд чешуек по боковой линии. Эти чешуйки обычно вытянуты в вертикальном направлении и сжаты в горизонтальном. Их количество является диагностическим признаком. Помимо главного "линейного" ряда, выше и ниже боковой линии иногда располагаются более или менее правильные дополнительные ряды, составленные также из очень ровных чешуек. Иногда встречаются линейные карпы, у которых чешуя правильными рядами покрывает все тело. Отличить таких карпов от разбросанных карпов II группы трудно. Некоторую помощь оказывает только подсчет числа чешуек, расположенных вдоль боковой линии. Желательного стандарта для линейных карпов не существует, так как они подлежат выбраковке.

Голые карпы *ssNn* (см. рис. 36,з) отличаются очень малым числом чешуек на теле. Обычно имеются неполный, начинающийся у основания спинного плавника ряд мелких чешуек по спине и отдельные чешуйки у головы и хвоста. Иногда у голых карпов появляется небольшое количество чешуек сбоку тела. Кожа у голых карпов более плотная, чем у разбросанных; боковая линия тоньше и имеет вид узкой, часто разветвленной полоски. В отдельных случаях голых карпов трудно отличить от разбросанных карпов I группы (табл. 13).

### 13. Важнейшие диагностические признаки чешуйчатых, голых, разбросанных и линейных карпов

Признаки	Чешуйчатые	Разбросанные	Линейные	Голые
Строение плавников	Нормальное	Нормальное	Частично редуцированы	Частично редуцированы
Число мягких ветвистых лучей в плавниках:				
спинном <i>D</i>	16—24	16—24	10—11	4—20
анальном <i>A</i>	5(4)	5(4)	3—5	3—5(2)
брюшных	8,91	8,68	8,76	8,47
грудных <i>P</i>	14,7	14,3	14,3	13,4
Число жаберных тычинок на I дуге (внешний ряд)	23—30	22—28	16—23	16—21

Признаки	Чешуйчатые	Разбросанные	Линейные	Голые
Среднее число жаберных лепестков	88,6	83,5	82,8	83,2
Формула глоточных зубов	1.1.3.—3.1.1. (редко)	1.1.3.—3.1.1. (редко 1.1.3.—3.1.)	1.1.3.—3.1. 1.3.—3.1. 3—3.1. и др. 32—39	1.1.3.—3.1. 1.3.—3.1. 3—3.1. и др.
Число чешуй по боковой линии	34—41	32	32—39	—
Индекс $I/N^*$ сеголетков (беспородные карпы)	2,5—2,7	2,45—2,65	2,65—2,85	2,6—2,8

\* Приведен для стандартных сеголетков северной и средней полосы СССР.

**Различия по эколого-физиологическим признакам.** По скорости роста карпы четырех фенотипов располагаются в ряд: чешуйчатые (Ч) — разбросанные (Р) — линейные (Л) и голые (Г).

Если принять фенотип чешуйчатых за 100 %, карпы других групп при условиях выращивания, обеспечивающих получение стандартных рыб, составят (%): разбросанные — 93, линейные — 85, голые — 79 (по сеголеткам), двухлетки — соответственно 96, 86, 84. Различия резко увеличиваются при неблагоприятных условиях. По общей выживаемости (жизнеспособности) наблюдаются различия того же порядка: на первом месте стоят чешуйчатые карпы — 100 % (по сеголеткам), разбросанные — 91—98, линейные — 87—93, голые — 80—92 %; при неблагоприятных условиях различия усиливаются и составляют соответственно 93—95, 36—37, 28—60 %. По зимостойчивости снова выделяются чешуйчатые карпы. Зимостойчивость голых и линейных карпов очень низкая. Линейные карпы на севере вообще не зимуют. По общей продуктивности лучше других чешуйчатые и разбросанные карпы. Различия между ними невелики.

По плодовитости линейные и голые карпы уступают чешуйчатым и разбросанным. Если скрещиваются между собой линейный × линейный, линейный × голый, голый × голый, плодовитость уменьшается на 25 % за счет гибели эмбрионов с генотипом  $NN$ .

Чешуйчатые и разбросанные карпы более устойчивы к нагреву. Критическая температура для них 37,6 °С, для линейных и голых — 36,8 °С. Чешуйчатые и разбросанные карпы переносят устойчивый дефицит кислорода в течение 210 мин, голые и линейные — 132 мин. Устойчивость к заболеваниям краснухой у разбросанных карпов повышенная, у голых — пониженная.

Интенсивность жирового обмена у чешуйчатых и разбросанных карпов низкая, у линейных — высокая, у голых — очень высокая. Летом у голых и линейных карпов жир накапливается быстрее, зимой

расходуется в больших количествах, чем у чешуйчатых и разбросанных. С этой особенностью связана, вероятно, пониженная зимостойкость линейных и голых карпов.

По количеству в крови эритроцитов, гемоглобина и способности плавников к регенерации голые и линейные карпы уступают чешуйчатому и разбросанным.

**Породы карпа.** В СССР в зависимости от климатических условий культивируют различные породы и породные группы карпа.

1. Культурные карпы смешанного происхождения из центральных областей РСФСР и СССР (беспородные карпы) завезены в Россию еще в конце XIX в. из Германии, Чехословакии и других стран. В настоящее время на территории европейской части СССР и в Средней Азии имеются так называемые культурные карпы смешанного происхождения. В результате беспорядочного скрещивания эта породная группа не имеет четко установленных хозяйственных показателей и по своей ценности весьма разнокачественна. Сохранились лишь общие черты, характерные для них — по внешнему виду, экстерьеру и другим показателям.

Культурных карпов разводят во многих республиках и областях СССР: в Белоруссии, Латвии, Литве, а также в ряде центральных и южных областей РСФСР. В Сибири, южных республиках и частично на Западной Украине разводят преимущественно разбросанных карпов, а иногда вместе с ними и чешуйчатых. На юге и частично в центральных областях РСФСР и на Украине выращивают также голых карпов.

Наиболее распространены чешуйчатый и разбросанный карпы, реже попадаются голые и еще реже линейные, имеющие низкую рыбохозяйственную ценность.

Форма тела прогонистая. Отношение длины тела к высоте 2,6–3,0 и до 3,5. Голова относительно больших размеров. На первом и втором году жизни беспородные карпы растут медленнее украинских. Линейные и голые карпы отстают от чешуйчатых и разбросанных.

Культурные карпы могут быть использованы в качестве производителей в возрасте: самки 6–12 лет, самцы 4(3) — 11 лет (север и центр СССР); юг СССР — самки 4(3) — 10 лет, самцы 3(2) — 10 лет. От одной самки можно получить 50–200 тыс. личинок массой 10–40 мг.

2. Украинские чешуйчатые и рамчатые карпы (см. рис. 36, д, е). Исходным материалом для создания породы послужило местное стадо карпа из Антонинского госрыбзаповедника. В дальнейшем были использованы карпы из других рыбхозов Украины. Работы были начаты в 1930 г. А. И. Куземой. Благодаря постоянному скрещиванию рамчатых и чешуйчатых карпов (украинских) была создана одна порода с двумя разновидностями чешуйного покрова. Разводят украинских карпов на территории Восточной и частично Западной Украины, а также Латвии, Белоруссии и РСФСР. В 1954–1956 гг. украинские чешуйчатые и рамчатые карпы были признаны породами.

Украинский чешуйчатый карп имеет сплошной чешуйный покров, однако правильные ряды нередко бывают нарушены. У типичных

рамчатых имеется "рамка" чешуек, расположенных у головы, вдоль спинного плавника, на хвостовом стебле и у оснований брюшных и анального плавников. Типичное расположение чешуек обычно имеют до 93 % потомства рамчатых карпов, остальные напоминают по характеру чешуйный покров разбросанных карпов с различными вариациями. Другие отличительные признаки представлены в табл. 14.

**14. Диагностические признаки украинских карпов и ропшинского гибрида**

Признаки	Украинские карпы		Ропшинский карп (гибрид карпа с амурским сазаном)
	чешуйчатый	рамчатый	
Число чешуй в боковой линии	35,8	—	36,3
Число рядов чешуек над и под боковой линией	5,2 6,0	—	5,3 5,8
Число разветвленных лучей в плавнике:			
спинном <i>D</i>	17–23 (среднее 18,5)	18–23	18,1
анальном <i>A</i>	5–6 (редко 4)	5–6	—
Число тычинок на первой жаберной дуге	24,6	—	20,9
Число лепестков на первой жаберной дуге	77,0	—	75,8
Формула глоточных зубов	1.1.3.—3.1.1. Редко 1.2.3.—3.2.1.	1.1.3.—3.1.1. Редко 1.2.3.—3.2.1.	—

Индекс прогонистости тела при хорошем кормлении составляет 2,2–2,3 (иногда даже 2,6), при ухудшении условий повышается до 2,7–2,8. Они относятся к высокоспинным породам. Для них характерны небольшая голова, относительно узкое тело и сильно развитое брюшко. Отличается высоким темпом роста на протяжении первых 6–7 лет жизни.

От одной самки можно получить до 150–250 тыс. личинок со средней массой 10–40 мг, в передовых хозяйствах — до 500 тыс. личинок при естественном нересте производителей.

Украинский чешуйчатый карп наиболее эффективно использует естественную кормовую базу прудов (46 %). Половой зрелости при хороших условиях выращивания достигает в 3-летнем возрасте. Украинский рамчатый карп лучше потребляет искусственные корма, эффективнее оплачивает корма (21,4 %) по сравнению с беспородным карпом. Рано созревает.

Украинские карпы теплолюбивы. Зимовку в северных районах они переносят плохо. У них слабая резистентность к заболеванию краснухой.

По отношению съедобных и несъедобных частей тела украинские карпы мало отличаются от других пород, но в мясе у них содержится меньше жира и больше влаги, чем у карпов с примесью сазана.

Украинские породы карпа включают несколько внутривидовых типов: антонино-зозуленецкий, несвичский, любеньский, нивчанский.

Антонино-зозуленецкие карпы – типичные представители украинских пород карпа. В настоящее время их разводят в большинстве промышленных хозяйств и на многих репродуктивных базах Украины. В пределах антонино-зозуленецкого внутривидового типа можно выделить несколько зональных типов: антонинский карп (в Винницкой и Хмельницкой областях), салтановский карп (Житомирская, Черниговская, Сумская и Харьковская области), белоцерковский карп (Киевская, Кировоградская и Запорожская области).

Антонино-зозуленецкий карп обладает высоким темпом роста, однако отличается от других внутривидовых типов пониженной выживаемостью (особенно при неблагоприятных условиях), что сдерживает его распространение. В настоящее время проводятся селекционные работы по повышению общей жизнеспособности карпов этого типа.

Несвичский внутривидовый тип создан на основе скрещивания галицийского карпа из местного стада рыбхоза "Несвич" Львовской области с антонино-зозуленецкими чешуйчатыми и рамчатыми карпами. Несвичские карпы по сравнению с местными галицийскими лучше растут. По рыбопродуктивности они превосходят их на 9–10%. Несвичские чешуйчатые и зеркальные карпы широко распространены в рыбхозах Западной Украины.

Любеньский внутривидовый тип, созданный на основе скрещивания несвичских чешуйчатых и рамчатых карпов с ропшинским гибридом, характеризуется более высокой продуктивностью, чем несвичские карпы.

Нивчанский внутривидовый тип создан путем вводного скрещивания самок украинского карпа с самцами ропшинского карпа. В дальнейшем были проведены два последовательных возвратных скрещивания помесей с украинскими чешуйчатыми карпами.

Нивчанские карпы имеют сплошной чешуйчатый покров с правильными рядами чешуек. Они отличаются от ропшинских карпов большим числом чешуек вдоль боковой линии, мягких лучей в спинном плавнике и жаберных тычинок. По телосложению почти не отличаются от украинских чешуйчатых: индекс высокоспинности ( $I/H$ ) у самок 2,2–2,7, у самцов 2,3–2,8, коэффициент упитанности соответственно 3,1–3,6 и 3,0–3,5.

Нивчанские карпы отличаются повышенной холодоустойчивостью. Нерестятся при температуре воды 15–16 °С. Сеголетки начинают употреблять пищу при 8 °С и питаются более активно, чем украинские чешуйчатые карпы. Сеголетки нивчанских карпов опережают в росте украинских чешуйчатых карпов на 31–64% при совместном и на 25% при раздельном выращивании. Выживаемость сеголетков нивчанского

карпа составляет 70–85 %, а в Лесостепной зоне Украины – 90–92 %, что на 8–10 % больше, чем у карпов украинской чешуйчатой породы. Темп роста двухлетков нивчанского карпа на 5–7 %, а общая рыбопродуктивность на 7–12 % выше, чем украинского чешуйчатого карпа.

Абсолютная рабочая плодовитость самок нивчанского карпа составляет 450–900 тыс. икринок, относительная – 100–230 тыс. икринок. Нивчанского карпа выращивают в Полтавском, Винницком рыбокомбинатах. Они завезены в рыбхозы Молдовы, Грузии, РСФСР, а также в некоторые зарубежные страны. Хорошие результаты дает промышленная гибридизация нивчанских карпов с украинскими рамчатыми карпами.

3. Ропшинский карп (гибрид карпа с амурским сазаном). Работы по созданию зимостойкой породы ропшинского карпа начаты в 1949 г. В. С. Кирпичниковым. В процессе селекции были заложены три племенные отводки, отличающиеся по происхождению: возвратная (В), межлинейная (М), возвратно-межлинейная (ВМ).

Отводка В получена путем возвратного скрещивания гибридов второго поколения с амурским сазаном и имеет 75 % наследственности амурского сазана. Отличается "сазаньим" типом экстерьера и более высокой зимостойкостью. Особи хорошо растут на первом году жизни, а затем уступают в росте карпам других отводок.

Карпы отводок М и ВМ имеют меньшую долю наследственности амурского сазана (60–70 %). По форме тела близки к обычному карпу. Обе отводки обладают хорошим темпом роста на первом и втором годах жизни, однако по выживаемости уступают возвратным гибридам.

Карпы всех отводок имеют сплошной чешуйный покров (обычно без больших смещений в расположении чешуи) и являются гомозиготными по генам *S* и *n(SSnn)*. По всем диагностическим признакам (число ветвистых лучей в спинном плавнике, число жаберных тычинок, число позвонков) гибриды занимают промежуточное положение между карпом и амурским сазаном (см. табл. 14). Длина головы у гибридов меньше, чем у карпов. По упитанности гибриды близки к карпам. Двухлетние гибриды характеризуются равномерно развитым в высоту и ширину телом и также имеют хорошие показатели упитанности (более 3 при нормальных условиях выращивания).

Рабочая плодовитость у гибридов невысока и составляет в среднем 400–500 тыс. икринок, относительная – 120–150 тыс. икринок. Никаких нарушений в созревании половых продуктов не обнаружено.

Естественный нерест проходит эффективно при более низких температурах (16 °С). Потомство получают заводским способом при 14–15 °С. Личинки хорошо переносят кратковременное похолодание. От сазана гибриды унаследовали склонность к порционному нересту. Некоторые производители (до 20–30 %) при первом нересте выбрасывают только часть икры и созревают через 2–3 нед. вторично. Вторая, а иногда и третья порция вполне жизнеспособны.

Скорость роста сеголетков гибрида большая. Сопоставление темпов роста сеголетков гибридов и карпов показало, что осенью гибриды имеют преимущества при совместном выращивании в размере 10–20 % (по массе), а в холодные годы различие возрастает до 40–50 % и более. В последующие годы рост ропшинских карпов замедляется. Скорость роста двухлетков близка к скорости роста разбросанных карпов.

Ропшинский карп отличается повышенной зимостойкостью и холодостойкостью. Зимостойкость его меньше, чем зимостойкость амурских сазанов, но превышает зимостойкость негибридных карпов. Выход годовиков после зимовки составляет 75–70 %, у беспородных карпов в условиях Северо-Запада – 50 %. Ропшинские карпы имеют высокую выживаемость и в летний период. Выход сеголетков от неподрощенных личинок 50 %, от подрощенных – более 70 %, выход двухлетков – не ниже 90 %.

Питательная ценность мяса гибридов высока. Мясо двухлетних гибридов отличается более острым вкусом, содержит больше жира, меньше влаги. Удельный вес несъедобных частей у гибридов и карпов одинаков. Ропшинские карпы устойчивы к заболеваниям краснухой и опаслению плавательного пузыря.

4. Парский карп. Работы по созданию парского карпа были начаты в рыбхозе "Пара" Рязанской области в 1949 г. по инициативе К. А. Головиной. Впоследствии они были продолжены Ю. П. Бобровой. Их проводили на основе гибридизации карпов исходного местного стада (сформированного из карпов, завезенных из украинского рыбхоза "Антонины" и рязанского рыбхоза "Касимовский") с астраханским и амурским сазанами путем массового отбора.

В результате длительной селекции гибридов карпа и амурского сазана создана высокопродуктивная племенная группа карпа, которая включает две отводки: карпов гибридного происхождения, полученных от скрещивания карпа и амурского сазана (отводка М), и отводку УМ, представленную помесными рыбами от скрещивания украинских и местных гибридных карпов.

Карпы отводки М обладают повышенной общей жизнеспособностью и зимостойкостью, имеют сплошной чешуйный покров.

Карпы отводки УМ характеризуются разбросанным типом чешуйного покрова, обладают лучшим ростом.

Рыбы обеих отводок характеризуются хорошим темпом роста. При племенном выращивании сеголетки достигают массы 45–50 г, двухлетки – 700–800 г, трехлетки – 1800–2000 г. Показатели экстерьера варьируют незначительно (табл. 15).

Парский карп отличается высокой выживаемостью. Выход сеголетков из выростных прудов составляет 40–60 % от неподрощенных личинок, 70–80 % от подрощенной молоди.

Выход годовиков из зимовальных прудов при благоприятных условиях зимовки достигает 80–90 %, двухлетков из нагульных прудов – 80–90 %.

### 15. Показатели массы и экстерьера производителей карпа в рыбхозе "Пара"

Наименование отводок	Возраст	Масса, кг	Индексы			Коэффициент упитанности
			высоко-спинности	широко-спинности, %	обхвата	
<b>Самки</b>						
М — чешуйчатые	4—10	6,3	3,0	19,0	1,13	2,9
УМ — разбросанные	4—10	6,4	2,8	20,1	1,14	3,1
<b>Самцы</b>						
М — чешуйчатые	3—9	4,4	3,1	18,1	1,3	2,9
УМ — разбросанные	3—9	4,6	3,0	18,2	1,21	2,8
Амурский сазан	3—9	2,2	3,1	15,6	1,46	2,0

Средняя рабочая плодовитость при заводском методе получения потомства составляет 570—700 тыс. шт. икринок, выход личинок 70—75 %. Выход личинок от одной самки 400—450 тыс. шт. Товарная продуктивность одной самки 500—600 ц (при норме 160—200 ц). У элитных самок рабочая плодовитость 1,2—1,35 млн. шт. икринок. Выход личинок от таких самок 550—650 тыс. шт. Товарная продуктивность 700—800 ц. Рыбопродуктивность выростных и нагульных прудов при выращивании промышленных помесей, полученных от скрещивания рыб отводок М×УМ и рыб отводки УМ×амурского сазана, увеличивается на 1,5—3,5 ц/га. Рыбопродуктивность нагульных прудов составляет 14—17 ц/га, отдельных прудов — 22—24 ц/га.

5. Белорусский карп. Работы по селекции карпа проводятся в Белоруссии с 1946 г. под руководством Д. Л. Поликсенова. Это чисто карповая породная группа, полученная в результате селекции беспородных разбросанных и чешуйчатых карпов. Исходный материал для создания породы был завезен из пяти рыбхозов республики: "Волма", "Слепянка", "Ворняны" (Минская область), "Красная зорька" (Гомельская область), "Столяна" (Брестская область).

Селекция карпа проводится в целях повышения продуктивных качеств (массы и выживаемости).

Основа белорусской породы представлена четырьмя племенными отводками: З' (три прим), Смесь зеркальная, Смесь чешуйчатая, Столин XVIII. Карпы отводок З' и Смесь зеркальная имеют разбросанный тип чешуйного покрова, карпы отводок Смесь чешуйчатая и Столин XVIII — чешуйчатый.

Белорусский карп характеризуется высоким темпом роста. В четвертом и пятом поколениях лучший темп роста отмечен у отводок с разбросанным типом чешуйного покрова (отводка З' и Смесь зеркальная). Выращивание этих отводок карпа при высокой степени интенсификации обеспечивает рыбопродуктивность до 22 ц/га при хорошем качестве товарной продукции.

При внутривидовом скрещивании наибольший гетерозисный эффект по скорости роста и выживаемости дают помеси Смесь чешуйчатая × З', Смесь зеркальная × Столин XVIII и З' × Столин XVIII.

Белорусские карпы имеют типично карповый высокоспинный экстерьер. Коэффициент упитанности самок составляет 2,8–3,1, самцов 2,7–2,9; относительная длина головы 26–27 %.

При выращивании в промышленных хозяйствах белорусский карп проявляет пониженную жизнеспособность и повышенную восприимчивость к заболеванию воспалением плавательного пузыря.

Производителей белорусского карпа успешно используют для промышленной гибридизации с амурским сазаном и ропшинским карпом. Выживаемость сеголетков промышленных гибридов составляет 70 %, выход годовиков из зимовки – 90 %.

Помеси белорусского и ропшинского карпов более устойчивы к заболеванию воспалением плавательного пузыря.

6. Среднерусский карп. Работы по созданию среднерусской породы карпа, предназначенной для разведения в рыбоводных хозяйствах I и II зон рыбоводства, начаты на Центральной экспериментальной базе ВНИИПРХ с 1962 г. под руководством К. А. Головинской и продолжены Ю. П. Бобровой.

Племенной фонд создаваемой породы включает несколько простых и сложных отводок. Сложные отводки происходят от скрещивания четырех исходных простых групп карпа разного происхождения: загорского (З), украинского (У), нивского (Н) и курского (К). Исходное племенное ядро включает 7 сложных отводок; в ходе дальнейшей селекции некоторые отводки были отбракованы и для последующей работы сохранены три отводки: ЗУ–НК, ЗУ–НУ, З–НК (табл. 16). В наименование отводок входят первые буквы исходных групп карпа.

16. Характеристика племенных отводок второго селекционного поколения среднерусского карпа

Отводка	Чешуйчатый	Возраст	Пол	Средняя величина показателей				
				Масса, кг	$K_y$	$l/H$	$\frac{B \cdot 100}{l}, \%$	$O/l, \%$
З–НК	Разбросанный	6	Самки	3,64	2,7	3,04	17,7	84,1
			Самцы	3,33	2,6	3,05	17,2	83,2
ЗУ–НК	Разбросанный	4	Самки	3,45	3,6	2,68	19,0	95,8
			Самцы	3,21	3,3	2,77	17,4	91,1
ЗУ–НУ	Чешуйчатый	4	Самки	3,36	3,8	2,56	18,7	99,2
			Самцы	3,45	3,6	2,59	18,0	96,5

Из числа простых отводок в составе племенного фонда сохранились только загорские карпы (З).

К дополнительным группам относятся немецкий карп и амурский

сазан, которых намечено использовать для промышленного скрещивания с племенными отводками среднерусского карпа.

Репродукция племенного материала среднерусской породы карпа проводится в двух рыбхозах Московской области: рыбопитомнике "Озернинский" (производственно-экспериментальной базы ВНИИПРХ) и промышленном хозяйстве – рыбопитомнике "Осенка".

Маточное стадо в рыбопитомнике "Озернинский" характеризуется сравнительно высокими показателями массы и экстерьера. Средняя масса шестилеток самок 6,1 кг, пятилеток 4,6 кг; коэффициент упитанности самок пятигодовиков 3,4, четырехгодовиков 3,1.

В "Осенке" маточное стадо включает две племенные группы: чешуйчатых (местных) и разбросанных карпов. Разбросанные карпы – это помеси, полученные от скрещивания разных племенных отводок создаваемой породы среднерусского карпа: У–НК × З/НК и У/НК × загорские. Продуктивность этих помесей карпа на 2–3 ц/га больше по сравнению с местными карпами. Селекция среднерусского карпа еще не завершена.

7. Сарбоянский прудовый карп. Работы по созданию породы, приспособленной к условиям Сибири, проводились с 1965 по 1985 г. в хозяйствах Новосибирской и Омской областей под руководством и при участии В. А. Коровина и А. С. Зыбина. Сарбоянский карп имеет сплошной чешуйный покров без смещения в рядах чешуи, хорошо развитое в высоту и ширину туловище. Индекс прогонистости (высокоспинности) у пятилетних самок 2,5–2,6; индекс обхвата 90–92 %. Окраска спины черная, боков – зеленовато-серая, брюшка – от желтой до ярко-оранжевой. Половой диморфизм хорошо выражен.

Исходным материалом для создания породы служил зеркальный с разбросанным чешуйным покровом карп, завезенный из Белоруссии, и амурский сазан. В результате сложной схемы воспроизводительного скрещивания получены 3 зональных типа: северный, омский, степной.

Северный тип. Отличается устойчивостью к гипоксии, холодоустойчивостью, способностью нереститься при пониженных температурах воды. Способен к форсированному нагулу. Сеголетки достигают массы 20 г за 75–85 сут при плотности посадки 50 тыс. шт. личинок на 1 га.

Омский тип. Отличается устойчивостью к гипоксии, приспособленностью к размножению в воде с повышенной минерализацией. Хорошо выдерживает повышение температуры воды до сублетальной (30–32 °С). Способен к форсированному нагулу.

Степной тип. Отличается повышенной плодовитостью (в среднем 205 тыс. шт. личинок от одного гнезда производителей), устойчивостью к гипоксии, теплоустойчивостью. Способен к форсированному нагулу. Сеголетки достигают массы 25–35 г за 80–90 сут.

Воспроизводство стада северного и омского зональных типов сарбоянского карпа осуществляется естественным размножением в нерестовых прудах групповым способом (рыбсовхозы "Зеркальный", "Приволье" Новосибирской области и учхоз Омского СХИ Омской

области). Соотношение самок и самцов при групповом нересте 1:2 ÷ 1:1,5. В Таврическом зональном рыбопитомнике Омской области воспроизводство осуществляется заводским способом в инкубационном цехе при соотношении самок и самцов 1:1 + 2:1. Репродукция степного типа осуществляется в совхозе "Сибирь" Новосибирской области и Таврическом рыбопитомнике.

Сарбомянский карп по сравнению с исходным массивом имеет значительные преимущества: продуктивность выростных прудов 12–14 ц/га, выход личинок от гнезда производителей 162 тыс. шт., выход сеголетков 92,6%, выход годовиков 93,1%.

8. Краснодарский краснухостойчивый карп. Работы по созданию породы карпа с повышенной устойчивостью к краснухе начаты с 1963 г. в Ангелинском рыбопитомнике Краснодарского края под руководством В. С. Кирпичникова. В качестве исходного материала выбраны три группы рыб – чешуйчатые ропшинские карпы (Р), местные карпы с чешуйным покровом разбросанного типа (М) и чешуйчатые украинско-ропшинские помесные карпы (УР).

В результате длительной селекции гетерозис по темпу роста и устойчивости к краснухе проявляется в первую очередь у помесных карпов М × УР и УР × Р, в меньшей степени у карпов группы М × УР.

Эти отселекционированные группы карпов рекомендуется использовать в товарном рыбоводстве. Отводки УР и М переданы для формирования промышленного стада в Кубанский зональный рыбопитомник Краснодарского края.

9. Казахстанский карп. В работах по созданию казахстанского карпа использованы новые методы селекции (индуцированный мутагенез и гиногенез) в сочетании с традиционными (скрещиванием и отбором). Работы ведутся с 1972 г. под руководством Р. М. Цоя. В качестве исходного материала взяты местные карпы смешанного происхождения из Усть-Каменогорского прудхоза.

Для получения мутантных групп казахстанского карпа применяли два сильных мутагена: нитрозоэтилмочевину (НЭМ) и этиленимин (ЭИ). Для искусственного получения гиногенетического потомства зрелую икру осеменяли инактивированной ультрафиолетовыми лучами спермой. Искусственный гиногенез применяли для быстрого выявления ценных рецессивных мутаций, полученных с помощью химических мутагенов (НЭМ и ЭИ). Потомство 2-го и 3-го поколений казахстанского карпа характеризуется ускоренным ростом в первые два года жизни, хорошим экстерьером, сравнительно высокой плодовитостью, повышенной чувствительностью к гонадотропным воздействиям, способностью к искусственному диплоидному гиногенезу. Среди селекционируемых отводок по своим показателям выделяется отводка НЭМ. Выход личинок от одной самки составляет 400 тыс. и более. Рыбопродуктивность выростных прудов в III зоне рыбоводства 17–19 ц/га, нагульных – 15–17 ц/га.

Схема использования различных пород и породных групп карпа по зонам рыбоводства дана в табл. 17.

**17. Ориентировочная схема использования пород и породных групп карпа по различным зонам прудового рыбоводства**

Породы и породные группы	I	II	III	IV	V	VI	VII
Украинская порода карпа (чешуйчатый и рамчатый)	-	-	+	+	+	+	+
Казахстанский карп	-	-	+	+	+	+	+
Парский карп	-	+	+	+	-	-	-
Белорусский карп	-	+	+	-	-	-	-
Среднерусский карп	+	+	+	-	-	-	-
Сарбоянский карп	+	+	(Западная Сибирь)		-	-	-
Краснодарский карп	-	-	-	-	-	+	+
Ропшинский карп	+	+	-	-	-	-	-
Гибриды первого поколения между карпом и амурским сазаном или ропшинским карпом	+	+	+	+	+	+	+

**Определение экстерьерных показателей.** Экстерьером называют внешние формы тела животных. Внешние формы тела тесно связаны с внутренним физиологическим состоянием организма, поэтому по экстерьеру оценивают конституционные, продуктивные и племенные качества рыб. Оценка экстерьера проводится: путем внешнего осмотра; по промерам. При внешнем осмотре оценивают всю рыбу: характер чешуйного покрова (наличие смещения рядов чешуи), характер боковой линии и др.

Оценка по промерам более точно характеризует телосложение. С помощью измерительных инструментов производят измерения (длины тела до конца чешуйного покрова, длины головы, наибольшей высоты тела немного впереди начала спинного плавника, в этом же месте измеряют толщину тела и обхват). В качестве измерительных инструментов служат специальная линейка, сантиметровая лента, штангенциркуль. На основе взятых промеров вычисляют индексы (показатели экстерьера): высокоспинность, широкоспинность, индекс обхвата и др. По индексам делают заключение об особенностях данного производителя (табл. 18).

**18. Показатели телосложения при отборе производителей**

Порода карпа	Пол	Коэффициент упитанности	Индекс высоты тела $l/H$	Индекс толщины тела $(B \cdot 100)/l$	Индекс обхвата $O/l, \%$
Беспородные карпы (смешанного происхождения) обычных стад	Самки	2,8-3,4	2,6-2,9	18-23	85-95
	Самцы	2,6-3,1	2,7-3,0	17-20	80-90

Порода карпа	Пол	Коэффициент упитанности	Индекс высоты тела $l/H$	Индекс толщины тела $(B \cdot 100)/l$	Индекс обхвата $O/l$ , %
Украинские рамчатые и чешуйчатые карпы	Самки	3,1–3,6	2,2–2,7	–	–
	Самцы	3,0–3,5	2,3–2,8	–	–
Северные (ропшинские карпы)	Самки	2,7–2,9	2,8–3,0	18–20	–
	Самцы	2,5–2,7	3,0–3,2	17–19	–
Гибридные группы с наличием наследственности амурского сазана	Самки	2,4–2,9	2,8–3,4	16–20	80–85
	Самцы	2,2–2,7	3,0–3,6	15–18	75–80
Амурский сазан	Самки	2,3–2,7	3,1–3,5	16–18	78–80
	Самцы	2,2–2,5	3,3–3,6	15–17	74–78

**Формулы для вычисления показателей экстерьера производителей и ремонта карпа**

1. Индекс обхвата (по Киселеву) – длина рыбы/длина обхвата =  $l/O$  или  $O \cdot 100/l$  %.
2. Индекс высокоспинности – длина рыбы/наибольшая высота тела =  $l/H$ .
3. Индекс широкаспинности – наибольшая толщина тела/длина рыбы =  $B \cdot 100/l$  %.
4. Коэффициент упитанности – масса рыбы, г/длина рыбы, см =  $M \cdot 100/l^3$ .
5. Отношение длины головы к длине тела рыбы, %, где  $l$  – длина целой рыбы без хвостового плавника, см;  $O$  – длина обхвата рыбы в самой высокой и толстой ее части;  $H$  – наибольшая высота рыбы, см;  $B$  – наибольшая толщина рыбы, см;  $M$  – масса рыбы, г.

Результаты бонитировки производителей и ремонта и получения потомства представляют в виде актов.

**Тема 15. УДОБРЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРУДОВОМ РЫБОВОДСТВЕ.  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ ПРУДОВ В УДОБРЕНИИ**

Удобрение прудов является одним из средств интенсификации в прудовых карповых хозяйствах. Удобрят пруды с целью создания условий для увеличения запасов естественной пищи для рыб и, следовательно, повышения естественной рыбопродуктивности.

В прудовых карповых хозяйствах применяют органические и минеральные удобрения. В качестве органических удобрений используют навоз, навозную жижу, компост, подвяленную высушенную водную и наземную растительность. Из минеральных удобрений наиболее часто применяют аммиачную селитру и суперфосфат. Кроме них, существует комплекс простых и сложных минеральных удобрений, характеристика которых дана в табл. 19.

В результате удобрения улучшается гидрохимический и особенно кислородный режим прудов. Удобрение способствует развитию в прудах планктонных водорослей, которые непосредственно используются рыбой (например, толстолобиком) или служат пищей кормовым организмам. Количество водорослей в прудах находится в зависимости от содержания в воде растворенных биогенных элементов. Развитие

## 19. Характеристика минеральных удобрений

Название удобрений	Содержание действующего вещества, %	Название удобрений	Содержание действующего вещества, %
<b>Простые удобрения</b>			
Азотные (действующее вещество — азот N)		Калийные (действующее вещество $K_2O$ )	
Селитра аммиачная	34	Калий хлористый	60
Сульфат аммония	20,8	Калий сернокислый	50
Углеаммиакаты жидкие	29	Калимагнезия	28
Аммиак синтетический жидкий	82	Каинит	10
Карбамид	46,1	Калийная соль 40 %	40
Аммиачная вода	20,5	Хлоркалий электролит	45
Фосфорные (действующее вещество $P_2O_5$ )		<b>Сложные удобрения (действующее вещество N, <math>P_2O_5</math>, <math>K_2O</math>)</b>	
Суперфосфат простой	19	Аммофос	11 50 0
Суперфосфат гранулированный	20	Аммофос удобрительный	12 39 0
Суперфосфат двойной гранулированный:		Нитроаммофос	23 23 0
марка А	49	Нитроаммофоска	17 17 17
марка Б	43	Нитрофоска	11 10 11
Фосфоритная мука	23	Нитрофос	24 14 0
		Жидкие комплексные удобрения	10 34 0
		Суперфосфат аммонизированный	10 15 0

водорослей в прудах чаще всего ограничивается недостатком азота и фосфора. В связи с этим в пруды вносят минеральные удобрения, содержащие эти биогенные элементы.

Применение удобрений эффективно в том случае, если пруд удовлетворяет следующим требованиям: активная реакция воды и грунта должна быть нейтральной или слабощелочной; пруды не должны зарастать жесткой надводной растительностью, в том случае, если растительность имеется (допустимы заросли мягкой погруженной флоры не более 30 % площади пруда), удобрения вносят только на незаросшие участки; проточность должна отсутствовать; если она имеется, то полный водообмен должен осуществляться не менее чем за 15 сут.

Потребность в удобрении и сроки их внесения различаются в зависимости от почвенных и климатических условий зон, отдельных хозяйств и даже отдельных прудов. В связи с этим рациональное использование удобрений возможно только при определении потребности в удобрениях и систематическом контроле за эффективностью их действия.

Потребность прудов в минеральных удобрениях (вернее, в необходимых биогенных элементах) определяют по интенсивности развития

фитопланктона. Об этом можно судить как прямым путем подсчета количества клеток водорослей в 1 м<sup>3</sup> воды, так и косвенным. Существует несколько косвенных путей: биологические испытания с использованием склянок с введенными в них растворами удобрений; стационарные гидрохимические исследования; визуальное наблюдение за развитием фитопланктона ("цветением" воды); измерение прозрачности воды и др.

Косвенными показателями потребности воды прудов в удобрениях могут служить интенсивность фотосинтеза фитопланктона прудов, концентрация биогенных элементов в воде и грунтах, цвет и величина прозрачности воды.

Если вода лишена видимой на глаз мутности, не имеет характерного зеленого оттенка и прозрачность ее превышает 0,5 м, то такие пруды нуждаются в удобрениях.

Помимо визуального наблюдения за развитием фитопланктона, для объективной оценки потребности воды прудов в удобрениях необходимо определять содержание биогенных элементов азота и фосфора в воде. Низкое содержание биогенных элементов (десятые доли миллиграмма на 1 л для азота и сотые доли миллиграмма на 1 л для фосфора) свидетельствует о необходимости внесения удобрений. Начальные разовые дозы удобрений при отсутствии "цветения" воды и низком содержании биогенных элементов должны быть равны 50 кг/га аммиачной селитры и 25 кг/га суперфосфата. В дальнейшем внесение удобрений необходимо регулировать так, чтобы развитие фитопланктона не снижало прозрачность воды менее чем до 20 см. При достижении такой прозрачности от очередного внесения удобрений следует отказаться, так как избыточное накопление водорослей при их отмирании может привести к заморным явлениям.

Эффективность применения минеральных удобрений зависит от соотношения биогенных элементов азота и фосфора. Оптимальное весовое соотношение этих элементов должно находиться в пределах 4:1—8:1. Поэтому количество вносимых удобрений должно монтироваться с учетом фактической концентрации биогенных элементов в воде прудов.

Наиболее объективным методом определения потребности прудов в удобрениях, с помощью которого осуществляется и контроль за эффективностью их первичного действия, является метод биологических испытаний, при котором реакцию планктона на действие внесенных удобрений определяют по интенсивности фотосинтеза, измеряемой в кислородных единицах. Для измерения количества кислорода, выделенного в процессе фотосинтеза и поглощенного органическим веществом планктона, применяют метод склянок. Берут кислородные склянки объемом 100–120 мл из прозрачного стекла с притертыми пробками и заполняют их водой из исследуемого пруда. Воду для заполнения склянок отбирают в чистое эмалированное ведро из разных мест пруда (10–15 точек) для получения средней пробы. Воду в ведре перемешивают и с помощью резинового шланга заполняют

склянки с таким расчетом, чтобы после закрытия их притертыми пробками в склянке не оставалось пузырьков воздуха.

При определении потребности фитопланктона прудов в биогенных элементах азота и фосфора опыт ставят в 10 склянках по следующим вариантам: 2 склянки светлые контрольные, 2 склянки темные (их заворачивают в дермантин) для определения количества потребленного планктоном кислорода, 2 склянки с азотным удобрением, 2 склянки с фосфорными и 2 склянки с азотным и фосфорным удобрениями. Все склянки следует пронумеровать. В соответствии с вариантом опыта в склянки вносят стандартные растворы удобрительных солей с таким расчетом, чтобы концентрация азота составляла 2 мг/л, фосфора — 0,5 мг/л. Предварительно следует определить концентрацию биогенных элементов азота и фосфора в испытуемой воде.

**Примечания.** Для приготовления стандартного раствора азотистых солей 572 мг азотнокислого аммония ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) растворяют в 1 л дистиллированной воды (в 1 мл такого раствора содержится 0,2 мг азота). Для приготовления стандартного раствора фосфорных солей 252 мг однозамещенного фосфорнокислого натрия ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) растворяют в 1 л дистиллированной воды (в 1 мл этого раствора содержится 0,05 мг фосфора).

Все склянки плотно закрывают притертыми пробками, закрепляют на деревянных крестовинах и устанавливают в пруд на глубину прозрачности. Продолжительность выдерживания склянок в пруду составляет 24 ч. После экспозиции склянки вынимают и определяют содержание растворенного кислорода. Наибольшая концентрация кислорода в склянках свидетельствует о высокой эффективности действия добавленных биогенных элементов, т. е. о том, что именно в них нуждается фитопланктон пруда. Например, после экспозиции в контрольной светлой склянке содержание кислорода составило 5 мг/л, в склянке с добавлением азота — 7, в склянке с добавлением фосфора — 6, в склянке с добавлением азота и фосфора — 10 мг/л. Отсюда следует, что пруд "нуждается" в совместном применении азота и фосфора.

Однако, чтобы сориентироваться, следует ли вносить в водоем те удобрения, на которые фитопланктон реагирует усилением развития, необходимо определить валовую первичную продукцию планктона в контрольных склянках. Для определения валовой первичной продукции (Ф) планктона (в мг  $\text{O}_2$ /л в сутки) необходимо найти разницу в содержании кислорода между световыми контрольными склянками и затемненными. С помощью внесения удобрений следует стремиться повысить валовую первичную продукцию в южных районах до 8–12 мг  $\text{O}_2$ /л в сутки и в остальных районах до 5–8 мг  $\text{O}_2$ /л в сутки и поддерживать ее на таком уровне до конца вегетационного сезона. Если валовая первичная продукция планктона намного превышает указанные пределы, нужно воздержаться от внесения удобрений независимо от концентрации растворенного в воде азота и фосфора и от реакции планктона на добавление биогенных элементов.

Данные обработки проб на определение потребности прудов в удобрениях методом биологических испытаний сводят в табл. 20.

**Вывод.** Валовая первичная продукция в контрольной склянке без удобрений равна 3,63 мг  $\text{O}_2$ /л в сутки, т. е. менее 5 мг  $\text{O}_2$ /л в сутки, следовательно, удобрения вносить надо. Пруд нуждается в совместном азотно-фосфорном удобрении, так как количество кислорода после экспозиции в склянках с азотным и фосфорным удобрением наибольшее

## 20. Определение потребности прудов в удобрениях

Дата	№ пруда	№ склянок	Количество гипосульфита, пошедшее на титрование, мл			Среднее для 2 склянок	Содержание кислорода, мг/л	Валовая первичная продукция, мг $O_2$ /в сут (Ф)
			1-е титрование	2-е титрование	Среднее для 2 титрований			
15/VI	20	Контроль						
		Светлые						
		1	4,5	4,3	4,4	4,42	7,06	7,06 — 3,43 = 3,63
		2	4,4	4,3	4,45			
		Темные						
		3	2,0	2,2	2,1	2,15	3,43	
		4	2,1	2,3	2,2			
		С азотом						
		5					8,0	4,57
		6						
		С фосфором						
		7					9,0	5,57
		8						
		С азотом и фосфором						
		9					10,0	6,57
		10						

(10 мг/л), а валовая первичная продукция 6,57 мг O<sub>2</sub>/л в сутки. Расчет разовой дозы азотных и фосфорных удобрений, необходимых для внесения в пруд, производится с учетом фактической концентрации азота и фосфора в воде испытуемого пруда (см. тему 25).

## Тема 16. КОРМА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПРУДОВОМ РЫБОВОДСТВЕ

В настоящее время существует несколько вариантов рецептур гранулированных комбикормов, предназначенных практически для всех возрастных групп рыб: личинок, мальков, сеголетков, двух- и трехлетков, ремонтных особей и производителей. Рецептуры составлены с учетом различий в физиологических потребностях организмов рыб в разном возрасте, усвояемости компонентов, проявления потенци роста и нормального развития гонад. Это находит непосредственное отражение в величине калорийности корма и затратах комбикормов на килограмм прироста массы рыб. Калорийность стартовых кормов и кормов для производителей должна быть 3000–4000 ккал/кг, производционных – 2500–3500 ккал/кг. Кормовые затраты по кормам для производителей достаточно высоки, что связано прежде всего с тем, что значительная часть энергии корма направляется на генеративный обмен.

В период нагула рыб в прудах при выборе рецептуры корма и расчета его количества необходимо учитывать состояние естественной кормовой базы. Так, присутствие естественного корма в суточном рационе рыб не менее 30 % позволяет использовать для скармливания карпу такие простые и дешевые корма, как зерно пшеницы, ячменя, а также рецептуры МБП, МБЯ, 111-1 и местные рецептуры, имеющие в составе только дешевые растительные компоненты. Если доля естественной пищи снижается, то требования к составу комбикормов возрастают. Считается, что чем больше компонентов содержит кормовая смесь, тем она качественнее. Поэтому при кратности посадки в пруды 3–5, достаточно высокой степени интенсификации рыбо-

### 21. Размеры крупки и гранулы кормов для рыб

Размерные группы	Размер крупки, мм	Диаметр гранул, мм	Масса рыб, г
1	До 0,2	—	До 0,012
2	0,2–0,4	—	0,012–0,05
3	0,4–0,6	—	0,05–0,09
4	0,6–1,0	—	0,09–0,15
5	1,0–1,5	—	0,15–0,8
6	1,5–2,5	—	0,8–10,0
7	—	3,2	10,0–40,0
8	—	4,5	40,0–150,0
9	—	6,0	150,0–500,0
10	—	8,0	500,0 и выше

22. Рецептура комбикормов для выращивания карпа в прудах, %

Компоненты корма	Для сеголетков				Для двух- и трехлетков				Для производителей			
	1101	РЗГК	ВЕС-РЖ	ВЕС-РЖ 81	111-1	ПК-ВР	СБС-РЖ	МБП	МБЯ	ВПК-4	ПК-110-1	РГМ-8В
Шрот:												
соевый	20	17	5	10	—	18	5	26	—	13	28	26
подсолнечни- ковый	20	30	20	15	30	25	22	—	20	5	8	25
хлопчатни- ковый	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—	—	—
льняной	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—
Ячмень	10	20	20	30	6	24	40	—	61	—	8	—
Кукуруза	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—
Пшеница	10	23	20	20	5	21,5	16	63	—	45	15	17,8
Горох	15	—	10	—	20	—	—	—	10	5	10	—
Масло расти- тельное	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	5
Дрожжи гидро- лизные	4	4	4	—	—	4	4	4	6	5	4	8
БК на пара- финах	—	—	—	8	—	—	—	—	5	—	—	—
Мука:												
водорослевая	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
травяная	2	2	—	—	—	4	—	—	—	—	2	—
рыбная	5	3	16	9	3	2	3	3	3	10	20	20
мясокостная	—	1	—	—	—	—	1	—	—	1	—	6
Отруби пшенич- ные	4	—	4	7	10	—	10	—	—	—	—	—
Мел	1	—	1	1	1	—	—	—	—	—	1	—
Премикс/халин- хлорид	—	—	—	—	—	0,5	—	—	—	—	—	0,2

водных процессов чаще употребляют комбикорма, содержащие такие ценные компоненты, как рыбная мука, гидролизные дрожжи, шроты (ВБС-РЖ, ПК-ВР, СБС-РЖ). Когда же соотношение естественной и искусственной пищи в рационе рыбы превышает 1 : 20 ÷ 1 : 24, необходимо использовать корма РГМ-5В, СБ-3, РГМ-8В.

Стартовые и продукционные корма выпускают в виде крупки и гранул (табл. 21).

Гранулы должны быть цилиндрической формы с гладкой матовой поверхностью. Их запас должен соответствовать набору компонентов без затхлости, плесневелости. Крошимость не должна превышать 5%. Цвет гранул зависит от компонентов, а также от искусственных красителей, если их добавляли в корм. Водостойкость гранул должна быть не менее 20 мин, в течение которых они сохраняют в воде форму и химический состав.

В прудовом рыбоводстве гранулированные корма разделяют на 3 группы: для сеголетков, двух- и трехлетков, производителей (табл. 22).

Очень важно усвоить принцип составления кормовой смеси на уровне баланса по белкам, жирам, углеводам, незаменимым аминокислотам, капорийности и энергопротеиновому отношению.

Нередко возникает необходимость обогащения кормовой диеты, например для производителей в период преднерестового содержания, или есть выбор компонентов, из которых можно приготовить кормовую смесь на грануляторе любого назначения, или партия кормов по содержанию перекисного числа превышает норму и тогда необходимо ввести в корма свежие компоненты для снижения степени окисления жиров корма. Мы приводим упрощенный пример составления кормовой смеси для производителей карпа в преднерестовый период, состоящей из трех компонентов: рыбная мука – 40 % (г); пшеничная мука – 50 % (г); фосфатиды – 10 % (табл. 23).

### 23. Химический состав компонентов, %

Компоненты смеси	Протеин	Жир	Углеводы
Рыбная мука	59,2	6,4	1,1
Пшеничная мука	15,9	4,2	54,6
Фосфатиды	—	12,0	80,0

Если в 100 г рыбной муки содержится 59,2 г протеина, то в 40 г муки – 23,7 г протеина. Такая же схема расчета для жира и углеводов, а также и по другим компонентам. Итоговая таблица содержания питательных веществ в корме примет вид табл. 24.

Энергопротеиновое число данного корма, показывающее обеспе-

## 24. Содержание питательных веществ корма, г

Компоненты	Протеин	Жир	Углеводы
Рыбная мука	23,7	2,6	0,4
Пшеничная мука	7,9	2,1	22,3
Фосфатиды	—	8,0	1,2
Итого	31,6	12,7	23,9
Калорийность, кал/г	3,9	8,0	1,6
Калорийность питательного вещества, кал/г	123,2	101,6	48,2

Примечание. Общая калорийность 273 ккал/100 г, или 2730 ккал/кг.

ценность белка энергией усвоения, определяется как отношение общей калорийности к количеству белка в пробе:

$$\text{ЭПО} = 2730 \text{ ккал/100 г} : 31,6 = 8,6 : 1.$$

Значение энергопротеинового отношения соответствует требованиям, предъявляемым к кормам для личинок и производителей (9–12 : 1). В том случае, если кормовая смесь не сбалансирована по калорийности и ЭПО, необходимо изменить долю компонентов в смеси или их состав, чтобы увеличить или уменьшить составляющую по каждой группе питательных веществ.

Одновременно можно рассчитывать ориентировочные значения кормового коэффициента:

$$a = 100 : (a_1 n_1 + a_2 n_2 + a_3 n_3),$$

где  $a$  — кормовой коэффициент смеси;  $n_1, n_2, n_3$  — содержание компонентов;  $a_1, a_2, a_3$  — содержание компонентов в смеси, %.

Для нашего случая  $a = 3,2$ . Это достаточно низкое значение кормового коэффициента смеси для производителей карпа прежде всего из-за очень высокого содержания в ней рыбной муки и фосфатидов.

Химический состав основных компонентов комбикормов приведен в табл. 25.

## 25. Химический состав основных компонентов комбикормов, %

Компоненты	Влага	Сырой протеин	Сырой жир	Углеводы	Кормовой коэффициент
<b>Злаковые</b>					
Пшеница (зерно)	12,2	11,5	2,1	71,3	4
Пшеница (мука)	11,0	14,5	3,5	70,7	4–5
Ячмень	15,1	11,6	2,7	64,4	4–5
Рожь	16,0	12,3	2,0	65,8	4–5
Овес	13,8	11,0	4,7	58,0	4–6

Компоненты	Влага	Сырой протеин	Сырой жир	Углеводы	Кормовой коэффициент
Сорго	10,2	11,2	2,8	68,5	4—6
Просо	10,8	11,2	3,8	76,2	5—6
Кукуруза	14,8	9,0	4,1	64,9	5—7
Рис	14,0	8,0	2,4	70,2	5—7
<b>Бобовые</b>					
Горох	14,8	21,5	1,9	65,5	4—7
Люпин	—	33,1	3,7	34,5	3—5
<b>Жмыхи</b>					
Клецевинный	11,5	42,0	5,9	46,7	4—6
Горчичный	11,7	38,4	5,0	42,6	4—6
Конопляный	10,1	31,5	9,4	49,6	4—7
<b>Шроты</b>					
Соевый	12,6	40,5	1,0	37,5	5—6
Подсолнечниковый	11,7	38,6	3,6	36,2	3—5
Хлопковый	13,2	37,8	1,3	—	6—8
Льняной	16,6	33,3	1,9	54,1	4—6
Арахисовый	15,7	40,5	9,9	48,5	6
<b>Отруби</b>					
Пшеничные	12,2	15,5	4,2	78,9	4—7
Ржаные	12,5	15,0	3,4	71,1	4—7
<b>Животного происхождения</b>					
Рыбная мука	8,5	67,3	5,0	10,1	1,5—2
Мясокостная мука	9,0	40,7	17,3	14,6	1,8—2,5
Крилевая мука	18,0	58,4	12,4	13,5	1,5—2
Кровяная мука	8,0	66,2	2,5	3,4	1,5—2
Яичный порошок	8,3	46,0	37,3	—	1,5—2
Сухое молоко	14,0	26,0	25,0	37,5	3—4
<b>Микробияльного синтеза</b>					
Дрожжи гидролизные	12,0	46,3	1,3	32,4	3—5
Дрожжи алкановые	10,5	50,4	0,3	21,4	3—4
БВК-ферментализат	17,0	66,6	7,4	15,9	2—4
Дрожжи этапольные	9,0	50,3	2,2	36,3	3—4
Микробная биомасса	6,0	45,5	9,2	15,7	3—4
Мука водорослевая	6,5	25,0	3,3	46,8	4—6

## Тема 17. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ РЫБ

**Метод прямого учета потребленной рыбами пищи.** Определение суточного рациона рыб методом прямого учета съеденной пищи заимствовано из животноводства и проводится только в экспериментальных условиях. Рыб перед опытом выдерживают без пищи в течение 1 сут или более. У половозрелых подопытных рыб измеряют длину и массу, определяют пол, возраст, у молоди — этап развития. Травмирование при этом не допускается. Подготовленных рыб помещают в аквариум (бассейн) за 1 сут или более, чтобы они адаптировались в новых усло-

виях. Подопытные рыбы получают ежедневно корм, просчитанный, взвешенный и определенный до вида. По количеству заданного корма и по его остаткам, которые тщательно учитывают как при даче корма, так и после, определяют съеденную пищу. Перед взвешиванием корм просушивают на фильтровальной бумаге и взвешивают на торсионных или химико-технических весах.

Ведут строгий учет условий (температура, содержание кислорода, соленость и пр.), учитывают физиологическое состояние подопытных рыб, которое может оказать очень большое влияние на процессы пищеварения. Важно учитывать преднерестовый, нерестовый период, а также переходные моменты между этапами и т. д.

Этот метод вполне оправдывает себя при изучении суточного рациона рыб, питающихся крупной пищей, например хищников, бентофагов, однако мало приемлем для рыб, питающихся мелкой пищей: планктоном, микробентосом и т. д. Для получения достоверных данных по суточным рационам необходимы длительные опыты (не менее 1 мес), чтобы получить средние величины суточных рационов.

Методом прямого учета потребленной пищи можно определить кормовой коэффициент корма. В этом случае учитывают количество потребленного корма по разности между количеством заданного корма и несъеденного (остатки) и прирост рыбы за определенный промежуток времени.

**Метод балансовых опытов по азоту.** Метод основан на том, что часть азота, потребленного рыбой с пищей за определенный отрезок времени, откладывается в теле рыбы, а другая часть выделяется рыбой с продуктами белкового обмена (моча) и экскрементами (несвоенная часть пищи).

Количество азота, потребляемого рыбой вместе с пищей в течение 1 сут, называется суточным азотистым рационом, который у рыб обычно выражается в процентах азота тела (по массе сырого и сухого вещества) и складывается из азота, отложенного в теле рыбы, азота, выделенного с продуктами белкового обмена, и азота экскрементов.

Часть рыбы, выловленной из водоема, отсаживают в аквариум с профильтрованной через вату водой, другую такую же по размеру и массе часть фиксируют для анализа на азот. Количество воды для аквариума берут с учетом нормы потребления рыбой кислорода. Рыбу выдерживают в опытном аквариуме не более 3 ч. Предполагается, что в этот срок количество выделяемых азотистых веществ остается неизменным, несмотря на перенесение рыбы в новые условия. Параллельно для контроля берут такой же аквариум с водой, но без рыбы.

В течение 1 сут проводят 3–4 серии наблюдений за рыбами, чтобы избежать суточных колебаний. Потом эти данные можно экстраполировать на полные 24 ч (1 сут). По прошествии 3 ч рыбу вынимают из опытном аквариума, воду в нем подкисляют крепкой серной кислотой из расчета  $2 \text{ см}^2$  на 1 л и по микрокельдалю определяют содержание в ней азота. Таким же образом определяют содержание азота в воде контрольного аквариума. По разнице между содержанием азота в

воде опытного и контрольного аквариумов находят количество азота, выделенного рыбой с продуктами белкового обмена в течение 3 ч. Экскременты, выделяемые рыбой в эти же 3 ч, собирают пипеткой (они не должны находиться в воде более 10 мин), определяют содержание в них азота. Азот, отложенный в теле рыбы, определяют по разнице массы рыбы до и после опыта.

Таким образом, на основании данных о количестве азота, идущего на построение тела рыбы, выделяемого рыбой в виде конечных продуктов обмена и с экскрементами, можно установить величину среднесуточного потребления азота с пищей.

Знание соотношения пищевых организмов по массе в пище рыб и содержания в этих организмах азота дает возможность рассчитать потребление рыбой пищи в 1 сут (в % массы тела или в единицах массы). Необходимые данные для определения суточного азотистого рациона рыб представляют в виде следующей таблицы.

Средняя масса рыбы	Содержание азота в теле рыбы, мг	Отложенный в теле рыбы азот		Азот, выделенный с экскрементами		Азот, выделенный с продуктами		Азотистый рацион	
		мг	% азотистого рациона	мг	% азотистого рациона	мг	% азотистого рациона	мг	% азота

До опыта  
После опыта

**Расчет баланса азота и пищевого рациона.** Зная среднюю массу рыб и процентное содержание в них азота в начале и конце опыта, вычисляют содержание азота в теле рыбы за эти сроки. Разность между ними дает общую величину прироста азота. Разделив ее на число дней между наблюдениями, получают среднюю величину прироста азота в теле рыбы за 1 сут. Азот продуктов белкового обмена вычисляют как среднюю величину суточного выделения азота одной рыбой в начале и конце периода наблюдений. Точно так же вычисляют и количество неусвоенного азота, выделенного с экскрементами.

В сумме все три величины (количество азота, отложенного в теле, выделенного с продуктами белкового обмена и с экскрементами) составляют баланс азота. Если азот поступает в тело в большем количестве, чем расходуется, — баланс положительный, т. е. синтез белка преобладает над его расходом. Такое состояние характерно для рыбы в период ее роста. Здесь показатель баланса отражает величину потребления азота пищи.

Баланс может быть и отрицательным, когда расход азота превышает его поступление. Это свидетельствует о белковом голодании. Если оно будет продолжаться длительное время, может наступить гибель организма. У рыб отрицательный баланс часто наблюдается зимой, когда они перестают питаться.

Для удобства сравнения величину потребления азота выражают в процентах азота тела. Наиболее высокой эта величина бывает у рыб на ранних стадиях развития. С возрастом рыбы и с увеличением ее размеров она уменьшается.

Чтобы показать, какая часть азота, потребленного с пищей, расходуется на рост рыб, количество отложенного в теле азота выражают в процентах потребленного азота. Эта величина называется продуктивным действием белка. Она показывает степень обеспеченности организма белковой пищей. Азот экскрементов, выраженный в процентах азотистого рациона, характеризует неусвоенную часть азота пищи.

Чтобы от величины потребления азота перейти к массе съеденной пищи, необходимо знать процентное содержание азота в данном корме. Если рыба потребляет однородную пищу, этот пересчет сравнительно просто осуществляют по формуле

$$X = A \cdot 100/B,$$

где  $X$  — суточный пищевой рацион, мг;  $A$  — суточная величина потребления азота, мг;  $B$  — содержание азота в сыром веществе корма, %.

Для удобства сравнения пищевой рацион, как и азотистый, выражают в процентах средней массы тела рыбы. Если рыбы питаются разнообразной пищей (например, в природных условиях), этот пересчет несколько усложняется. В этом случае, помимо содержания азота, надо знать также массу сырого вещества кормовых объектов. В зависимости от сложности состава пищи рыбы просматривают в начале и конце наблюдений содержимое кишечника 10–20 особей и высчитывают среднее количество организмов каждого вида пищи за весь период наблюдений. При исследовании крупных рыб нет необходимости просматривать целиком все кишечника. Можно ограничиться просмотром определенной массы, взятой из общей массы содержимого кишечника (из какой-нибудь его части). Лучше брать содержимое из переднего отдела, где пища еще не переварилась.

Подсчитав среднее количество организмов каждого вида, обнаруженных в пище, по их средним массам и процентному содержанию азота в сыром веществе высчитывают сначала общую массу сырого вещества, а затем содержание азота. На основании этих данных устанавливают процентное соотношение кормовых групп в пище рыбы по содержанию в них азота. Это позволяет сначала определить, какая часть из общей величины потребления азота приходится на каждую из кормовых групп, а затем высчитывают ее массу. Этот расчет проводят по приведенной выше формуле с той лишь разницей, что вместо величины  $A$  (суточная величина потребления азота) подставляют количество азота, потребленного с каждой из кормовых групп. Вычисленные таким способом величины суммарно показывают суточный пищевой рацион. В табл. 26 приведен расчет пищевого рациона молоди сазана массой 6,0 г, которая потребляла 17,9 мг азота в 1 сут. Общая величина рациона составит 1613 мг, или 26,9 % массы тела.

## 26. Расчет пищевого рациона молоди сазана

Показатель	Личинки хириномид	Моллюски	Всего
Масса содержимого кишечника, мг	400	400	800
Содержание азота в массе сырого вещества, %	1,55	0,67	—
Содержание азота в пище, мг	6,20	2,68	8,88
Процентное соотношение кормовых групп по содержанию азота	69,8	30,2	100
Потреблено азота за 1 сут, мг	12,49	5,41	17,90
Потреблено за 1 сут в пересчете на сырую массу, мг	806	807	1613

На этом примере хорошо видна пищевая ценность потребленных сазаном кормовых объектов. Если по массе они имеют одинаковое значение в питании сазана, то по содержанию азота (белка) личинки хириномид в 2,5 раза ценнее моллюсков.

В табл. 27 приведены данные о содержании азота в некоторых основных пресноводных организмах.

## 27. Содержание влаги и азота в кормовых организмах рыб

Организм	Влага, %	Азот, %	
		в массе сырого вещества	в массе сухого вещества
Низшие водоросли	90,08	0,46	4,68
Высшие растения	84,80	0,38	2,46
Мшанки	85,45	0,67	4,56
Коловратки	—	—	8,75
Веслоногие раки	88,50	1,13	9,12
Ветвистоусые раки	89,40	0,99	9,28
Боклопавы	80,39	1,57	7,99
Листоногие раки	89,60	0,72	6,90
Равноногие раки	78,24	2,47	11,37
Малощетинковые черви	82,07	1,70	9,52
Моллюски	70,86	0,67	2,27
Хириномиды (личинки)	83,72	1,55	9,45
Стрекозы (личинки)	80,08	2,19	11,00
Ручейники (личинки)	79,45	1,81	9,32
Жуки (личинки)	82,80	1,58	9,18
Клопы (личинки)	78,50	2,07	9,65
Головастики, лягушки	92,40	0,67	8,84

Этим методом можно определить величину потребленной пищи рыбой непосредственно в естественных условиях за определенный срок и, зная массу рыбы в начале и конце наблюдений, подойти к вопросу об использовании корма рыбой на рост, т. е. определить кормовой коэффициент.

**Респирационный метод.** Сущность метода состоит в том, что интенсивность газообмена, измеряемая в первую очередь по величине потребленного кислорода, у рыб, как и у других животных, отражает их энергетические затраты, а следовательно, и кормовые потребности. Относительно простой и для целого ряда случаев вполне удовлетворительной является методика определения интенсивности дыхания рыб в герметически замкнутых сосудах. В сосуд известного объема наливают воду. В один сосуд помещают рыбу, герметически закрывают его и оставляют на определенное время. Второй такой же сосуд с водой без рыбы (контроль) также герметически закрывают и ставят рядом с первым. Через определенное время в зависимости от экспозиции сосуды вскрывают и производят определение кислорода по методу Винклера.

В воде, кроме рыбы, находятся бактерии, которые также потребляют кислород. Поэтому исходное количество кислорода правильнее определить в конце опыта в параллельном (втором) сосуде, в момент взятия пробы воды из первого сосуда. Разница в содержании кислорода во втором и в первом сосуде, умноженная на объем сосуда, дает абсолютную величину потребленного рыбой кислорода за данное время. Эту величину делят на массу рыбы и продолжительность опыта и выражают величину потребленного рыбой кислорода на единицу массы (грамм или килограмм) в единицу времени.

Мелкие рыбы на единицу массы потребляют кислорода значительно больше, чем более крупные.

По данным Привольнева, карп на первом году жизни при температуре 20 °С на 1 кг массы за 1 ч потребляет следующее количество кислорода:

<i>Масса, г</i>	<i>Количество кислорода, мг</i>
2,3—2,5	355—415
10—15	380
30—48	278

Для определения энергетических затрат по интенсивности газообмена (потреблению кислорода) исходят из существующего положения, что, несмотря на большие различия химического состава органических веществ (белков, жиров и углеводов), количество энергии, приходящееся на одну весовую или объемную единицу кислорода, потребленного для полного окисления разных органических веществ, различается незначительно.

В среднем оксикалорийный коэффициент для органических веществ смешанного состава принят равным 3,38 кал/мг O<sub>2</sub>, или

4,83 кал на 1 мл  $O_2$  (масса 1 мл кислорода равна 1,429 мг). Таким образом, полученную величину потребления кислорода умножают на оксикалорийный коэффициент и получают затраты в килокалориях на энергетический обмен, исходя из чего можно определить эквивалентное количество потребленной пищи.

**Расчетный метод.** Г. Г. Винберг установил параболическую зависимость величины уровня основного обмена от массы рыбы, выраженную уравнением

$$Q = AW^k,$$

где  $Q$  — скорость потребления кислорода, мл/ч;  $A$  — коэффициент, численно равный основному обмену у рыбы, масса которой равна единице;  $W$  — масса рыбы, г;  $k$  — константа, указывающая, с какой скоростью и в какую сторону изменяется обмен при увеличении массы рыбы.

Для карпа это уравнение будет выглядеть так:

$$Q = 0,347W^{0,82},$$

где 0,347 — постоянный коэффициент, численно равный общему обмену у карпа, показывающий, что карп массой 1 г при температуре 20 °C потребляет 0,347 мл кислорода в час.

Для определения количества кислорода, потребляемого карпом в течение конкретного отрезка времени, исходят из данных контрольных обловов, характеризующих весовой рост рыбы, и фактической температуры воды в водоеме (пруду).

Прологарифмировав указанное выше уравнение, получим следующую зависимость обмена от массы карпа:

$$\lg Q = \lg 0,347 + 0,82 \lg W.$$

При температурах воды ниже или выше 20 °C вводят поправку на температуру согласно "нормальной кривой" Крога (табл. 28).

**28. Таблица температурных поправок для приведения значений обмена к 20 °C**  
(по Г. Г. Винбергу, 1956)

$t$	$Q$	$t$	$Q$	$t$	$Q$	$t$	$Q$
5	5,19	12	2,16	19	1,09	26	0,609
6	4,55	13	1,94	20	1,00	27	0,563
7	3,98	14	1,74	21	0,92	28	0,520
8	3,48	15	1,57	22	0,847	29	0,481
9	3,05	16	1,43	23	0,749	30	0,444
10	2,67	17	1,31	24	0,717	—	—
11	2,40	18	1,20	25	0,659	—	—

При расчетах необходимо учитывать, что величина активного обмена у карпа в природных условиях в 1,5–2,0 раза выше уровня основного обмена.

**Пример.** Среднюю массу рыбы на каждый период исследования определяют по данным контрольных обловов прудов (примерный темп роста карпа в нагульных прудах приведен в табл. 29) как среднее арифметическое из начальной и конечной массы за период.

**29. Данные контрольных обловов нагульного пруда**

Дата	Масса, г	Общий прирост	Средняя температура воды пруда, °С
22.03	32	—	—
2.06	101	69	12,7
24.06	192	91	20,6
12.07	288	96	20,4
24.07	344	56	20,9
10.08	410	66	23,1
25.08	481	71	22,3
13.09	537	56	19,4
В среднем за сезон	—	505	—

Первый период роста соответствует времени с 22.03 по 2.06, средняя масса рыбы равна 66,5 г. Полученный по формуле результат потребления кислорода карпом характеризует дыхание рыбы при температуре воды 20 °С (10,71 мл O<sub>2</sub>/ч). Средняя фактическая температура воды в пруду (см. табл. 28) составляет за этот период 12,7 °С. Для перевода данных, соответствующих фактической температуре воды в пруду, вводят поправку на температуру согласно "нормальной кривой" Крота (см. табл. 28). Для приведения данных к нужной температуре, полученные по формуле величины обмена при 20 °С делят на соответствующее значение Q в таблице для фактической температуры воды прудов. В том случае, если температура имеет дробные значения, с помощью линейной интерполяции находят делители для промежуточных значений температур, например для 12,7° Q = 2,006. Следовательно, количество кислорода, потребленное карпом при температуре воды 12,7 °С, составит 5,33 мл O<sub>2</sub>/ч.

Энергетические затраты карпа на обычный обмен, как было указано выше, рассчитывают, исходя из оксикалорийного коэффициента (4,83 ккал/мл O<sub>2</sub>); для нашего примера они составят 0,026 ккал/ч, или 0,624 ккал/сут. В расчетах на активный обмен в природных условиях исходят из того положения, что он соответственно для карпа в 1,5–2 раза выше уровня основного обмена; приняв эту величину равной 1,5, в нашем примере получим энергетические затраты на активный обмен равными 0,936 ккал/сут.

Известно, что энергетические затраты на общий обмен по мере роста рыбы возрастают, интенсивность обмена в пересчете на 1 г массы снижается. Для перевода полученных энергетических рационов в реальные пищевые организмы необходимо знать калорийность пищевых объектов и их процентное соотношение в питании карпа.

В нашем примере энергетические среднесуточные затраты с 22.03 по 2.06 составили 0,936 ккал. Указанные затраты могут быть компенсированы только за счет съеденной пищи. Предположим, что за исследуемый период пища карпа состояла на 25,8 % из планктонных организмов и на 74,2 % из личинок хирономид. Отсюда количество энергии, потребленной с планктоном, равно 0,241 ккал и с бентосом — 0,695 ккал. Для дальнейших расчетов необходимо знать калорийность планктонных и бентосных организмов, потребляемых карпом в данный период. Исходя из предположения, что калорийность 1 г сырого вещества планктона составляла 0,398 ккал/г, бентоса — 0,376 ккал/г, получим, что на компенсацию энергетических затрат было потреблено за 1 сут 0,60 г планктона и 1,85 г бентоса.

Определенная таким образом величина потребления пищи и питательных веществ представляет собой усвоенную, или физиологически полезную, часть. Валовое количество пищи (общий рацион) включает часть питательных веществ пищи, выделяемую из организма с экскрементами и мочой.

Г. Г. Винберг на основании имеющихся экспериментальных данных по переваримости и усвояемости естественных кормов карпом установил, что в природных условиях усвояемость естественных кормов по калориям в среднем составляет 85 %, потери с продуктами метаболизма не превышают 5 %, т. е. суммарные потери энергии пищи составляют 20 % общего количества потребленной пищи (валового рациона), или физиологически полезная энергия составляет 80 % валовой энергии рациона.

Следовательно, общее количество потребленной пищи на энергетические затраты составило 3,06 г, в том числе 0,75 г планктона и 2,31 г бентоса. Суточный рацион (в % массы рыбы) за период равен 4,61 %.

**Пищевые затраты на прирост карпа.** Пищевые затраты на прирост рыбы рассчитывают по приросту калорий в теле рыбы и калорийности кормовых организмов. Среднесуточный весовой прирост рыбы за период определяли по разности между конечной и начальной массой карпа, деленной на число суток в периоде. По данным среднесуточного весового прироста и средней величине калорийности можно определить среднесуточный прирост рыбы в килокалориях. Затем, исходя из процентного соотношения планктона и бентоса в питании карпа, а также величины калорийности кормовых организмов, определяют количество пищи, потребленное карпом на прирост (пластический обмен).

В нашем примере среднесуточный прирост массы рыбы равен 0,96 г, прирост равен 0,78 ккал (калорийность 1 г сырого вещества карпа равна 0,811 ккал/г). Количество физиологически полезной части потребленной пищи на прирост составило: планктона 0,51 г, бентоса 1,53 г, валовое количество планктона 0,63 г, бентоса — 1,92, или всего 2,55 г. Суточный рацион в процентах массы тела за период на прирост равен 3,83 %. В конечном итоге общее среднесуточное количество потребленной пищи за период составило 5,61 г, или 8,44 % средней массы рыбы за период.

Используя соответствующие расчеты для последующих периодов вегетационного сезона, находят количество потребленной пищи в целом за сезон одной рыбой и всеми рыбами с единицы площади (обычно с 1 га).

## **Тема 18. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЛОРИЙНОСТИ ВОДНЫХ ОРГАНИЗМОВ И ИСКУССТВЕННЫХ КОРМОВ**

**Метод прямой калориметрии.** Величина калорийности характеризует пищевую ценность объектов выращивания и кормов. Калорийность широко используют для определения пищевых потребностей рыб и эффективности использования потребляемых кормов.

Под калорийностью следует понимать энергетическую ценность единицы массы исследуемого вещества. Для определения калорийности методом прямой калориметрии используют прибор, называемый калориметрической бомбой.

Суть метода заключается в сжигании пробы в избытке кислорода под повышенным давлением в бомбе, погруженной в воду. Количество выделившейся при сгорании исследуемого вещества энергии определяют по повышению температуры воды. Чтобы обеспечить полное сгорание, массу исследуемого вещества брикетируют в небольшую таблетку, которую подвешивают на запальной проволоке между двумя электродами, введенными в бомбу. Бомбу заполняют кислородом под давлением 25–30 атм и погружают в калориметрический сосуд,

заполненный водой. При подаче напряжения на электроды, накоротко замкнутые запальной проволокой, происходит зажигание пробы. Повышение температуры воды, вызванное теплом, выделившимся при сгорании пробы при температуре, близкой к  $1000^{\circ}$ , регистрируется при помощи специального термометра с точностью до  $0,002^{\circ}$ . По этим данным, исходя из массы пробы, рассчитывают калорийность исследуемого вещества.

Метод прямой калориметрии позволяет определить величину так называемой физической калорийности, т. е. то количество тепла, которое освобождается при полном окислении органического вещества с точностью до 0,1 %. Практически при работе с биологическим материалом точность определений порядка  $1^{\circ}$ .

При работе с наиболее часто встречающимися в лабораториях калориметрическими бомбами типа "Крекер", Бертело, СКБ-52 для достижения хороших результатов требуются массы исследуемого материала порядка 0,5–1,5 г сухого вещества. Это ограничивает возможности применения метода прямой калориметрии при гидробиологических исследованиях. В то же время использование микрокалориметров позволяет работать с массами исследуемого вещества в 50 мг.

**Методы мокрого сжигания.** Исследуемую пробу обрабатывают раствором сильного окислителя, например йодатом калия  $KJO_3$  или бихроматом калия  $K_2Cr_2O_7$ . По разности между исходным количеством окислителя и количеством его, оставшимся после окисления пробы, рассчитывают количество кислорода, затраченное на окисление органического вещества. По этим данным с помощью оксикалорийного коэффициента определяют калорийность исследуемого вещества.

Несомненным достоинством методов мокрого сжигания является то, что при сравнительной простоте и доступности они позволяют с достаточной точностью ( $\pm 3-5\%$ ) определять калорийность даже в таких небольших навесках, как 0,5–1,0 мг сухого вещества, что значительно превосходит возможности современных микрокалориметрических установок.

Несмотря на большие различия химического состава, количество энергии, приходящееся на одну весовую или объемную единицу кислорода, необходимого для полного окисления разных органических веществ (оксикалорийный коэффициент), колеблется незначительно. Средний оксикалорийный коэффициент 3,38 ккал/1 г  $O_2$  принят в настоящее время и широко применяется при определении калорийности методами мокрого сжигания.

Существуют два метода мокрого сжигания: бихроматное окисление и йодатное окисление.

**Бихроматный метод** (Г. Г. Винберг). В колбу для сжигания (объемом 100 мл) вносят навеску 0,5–4,0 мг сухого тщательно размельченного исследуемого вещества. Окисление производится 10 мл 0,1 н. бихроматом калия ( $K_2Cr_2O_7$ ) в концентрированной серной кислоте ( $H_2SO_4$ ) в присутствии катализатора (100 мг  $Ag_2SO_4$ ). Колбы нагревают

в течение 15 мин при температуре 140° в сушильном шкафу с терморегуляцией. После нагревания колбам дают остыть и к их содержимому медленно, обмывая стенки горлышка колбы, добавляют 15 мл дистиллированной воды. При этом содержимое колбы сильно разогревается. После остывания избыток бихромата калия определяют одним из следующих способов.

1. Йодометрическое определение бихромата калия. При прибавлении КJ к окисляющей смеси происходит выделение йода в количестве, эквивалентном наличному бихромату. Выделившийся йод оттитровывают гипосульфитом.

2. Бихромат калия оттитровывают серноокислым железом в присутствии индикатора дифениламина. Чтобы обеспечить четкий переход от красно-голубого к ярко-зеленому цвету, в титруемый раствор хромовой смеси добавляют несколько миллилитров фосфорной кислоты, устраняющей влияние ионов окисного железа.

3. Вместо серноокислого железа для титрования часто применяют более стойкий раствор соли Мора. При использовании в качестве индикатора дифениламина четкий переход окраски в конце титрования получается при использовании 0,2–0,1 н. раствор серноокислого железа или соли Мора. Столь концентрированный раствор дает слишком большую ошибку титрования. Замена дифениламина фенилатраниловой кислотой позволяет получить четкий переход окраски в конце титрования 0,02 н. раствором соли Мора, причем применение фосфорной кислоты для увеличения контрастности перехода не требуется.

4. Количество бихромата в растворе можно определить фотометрически, измеряя поглощение света раствором окисляющей смеси при длине волны 440 мкм.

**Йодатный метод** (Г. С. Карзинкин, О. И. Тарковская). Йодат калия является сильным окислителем и в кислой среде в присутствии органического вещества (проба) разлагается с выделением кислорода, который окисляет органическое вещество пробы.

В колбу объемом 300 мл вносят навеску сухого вещества от 3 до 15 мг. Туда же добавляют 3 мл 5 %-ного раствора  $KJ_2O_8$  и 20 мл концентрированной серной кислоты. Колбу закрывают стеклянными воронками. Содержимое колбы кипятят до появления фиолетовой окраски и ее исчезновения. Для равномерного кипения колбу помещают на емкость с песком. После остывания к слегка желтоватой жидкости в колбе добавляют 50 мл дистиллированной воды. При этом происходит выделение свободного йода. Колбу нагревают (не до кипения) до полного исчезновения окраски и запаха йода, а ее содержимое разбавляют 100 мл воды. Туда же вносят по 10 мл 10 %-ного раствора йодистого калия и на 10 мин помещают колбу в темноту. Выделившийся при этом йод, количество которого эквивалентно не израсходованному на окисление остатку йодата калия, оттитровывают 0,1 н. раствором гипосульфита.

Йодатный метод окисления называют методом "истинной окисляе-

мости”, в отличие от относительной величины окисляемости, полученной бихроматным методом окисления. Методом бихроматного окисления удается окислить до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  только жиры и углеводы. Белки окисляются (в противоположность йодатному методу) не полностью (Винберг, Ивлев).

**Расчет калорийности по химическому составу исследуемой пробы.** Все органические вещества характеризуются определенными величинами теплоты сгорания. Поэтому, если определен химический состав органической фракции исследуемых организмов или кормов и известны калорийные эквиваленты найденных веществ, можно рассчитать калорийность исследуемых организмов или кормов.

Органическое вещество тела различных организмов и искусственных кормов принято подразделять на три крупные группы: жиры, белки и углеводы. При сжигании в калориметре эти вещества в среднем выделяют следующее количество тепла: белки 5,65, жиры 9,45 и углеводы 4,10 ккал/г. Если состав органического вещества исследуемой пробы выражен в процентах, то калорийность (в ккал/г) рассчитывают по формуле:

$$(5,65Б + 4,10У + 9,45Ж)/100,$$

где Б, У, Ж — содержание соответственно белков, углеводов и жиров, %.

При подобном расчете используют калорийные эквиваленты, полученные при сжигании белков, жиров и углеводов в калориметрической бомбе. Результат расчета калорийности должен соответствовать данным, получаемым методом прямой калориметрии, т. е. так называемой физической калорийности. Жиры и углеводы при сгорании в калориметре и организме выделяют одни и те же продукты ( $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ), поэтому их физическая калорийность равна физиологической. Физическая и физиологическая калорийность белков и других азотсодержащих веществ могут значительно различаться, так как в организме азотсодержащие вещества пищи не окисляются полностью и поэтому физиологическая калорийность азотистых соединений ниже физической.

---

## Глава VI

### ХОЛОДНОВОДНОЕ ФОРЕЛЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО

---

#### Тема 19. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ФОРЕЛИ И ИХ ПОЛОВЫХ ПРОДУКТОВ

Эффективность работы форелевого хозяйства в значительной степени определяется качеством используемых производителей. Наилучшими производителями считаются крупные упитанные форели

с хорошим экстерьером, дающие икру и сперму хорошего качества. Для оценки качества производителей используют размерно-весовые (масса, длина тела) и экстерьерные (длина головы, длина туловища, наибольшая и наименьшая высота, наибольший и наименьший обхват) показатели, коэффициент упитанности по Фультону и Сальникову, Кравченко, которые отражают в динамике рост и развитие форели в зависимости от конкретных условий содержания. Рост также находится в непосредственной связи с формированием половых клеток у производителей форели. Существует прямая зависимость между ростом рыб, развитием половых желез и величиной рабочей плодовитости. Ухудшение условий нагула, как правило, приводит к уменьшению плодовитости рыб, но при этом увеличиваются размеры икры.

При проведении работы непосредственно с производителями перед началом исследований их рекомендуется анестезировать в растворе хинальдина, который готовят следующим образом. 2 мл хинальдина разводят в 20 мл этилового спирта и полученную смесь растворяют в 40 л воды. В растворе анестетика рыб можно выдерживать не более 10 мин. Эффективность действия анестетика определяют по времени усыпления (0,5 мин) и возвращению к нормальному состоянию анестезируемых рыб (через 2–5 мин) в проточной воде. Продолжительность нахождения анестезированной рыбы на воздухе должна быть ограничена 5 мин.

Перед взятием икры и спермы рыб обмывают проточной водой и вытирают сухой тряпкой в области брюшка и анального плавника. При определении размерно-весовых и экстерьерных показателей форель взвешивают на детских весах с точностью до десятков грамма. Измеряют на специальной мерной доске со шкалами длину тела по Смитту и высоту тела. С помощью сантиметра устанавливают размеры наибольшего и наименьшего обхвата тела, длины головы и туловища. После измерения показатели относят к длине тела по Смитту и определяют индексы длины головы, туловища, наибольшей и наименьшей величины обхвата и высоты тела. Данные заносят в таблицу.

Величину коэффициента упитанности по Фультону определяют по формуле, приведенной в теме 12. Для производителей, выращенных в прудах и бассейнах, он, как правило, составляет 1,3–1,6. Значение коэффициента упитанности у самцов несколько меньше, чем у самок.

Величину коэффициента упитанности по Сальникову и Кравченко рассчитывают по формуле

$$K_y = (P \cdot 100)/(LHO),$$

где  $P$  – масса рыбы, г;  $L$  – длина рыбы по Смитту, см;  $H$  – наибольшая высота тела рыбы, см;  $O$  – наибольший обхват тела рыбы, см.

Значение этого коэффициента должно быть в диапазоне величин 6–9, что характеризует хороший экстерьер производителей. Полученные данные фиксируют в форме таблицы.

При внешнем осмотре рыб обращают внимание на степень выпячи-

вания и загиба нижней челюсти у самцов и самок, устанавливают степень окрашивания радужной полосы вдоль боковой линии: у самцов она ярко-красная, у самок — более бледная. У созревших производителей генитальная пара хорошо выражена, имеет розовый оттенок, при нажатии на брюшко рыбы легко выдвигается (особенно у самок) и при этом выделяются половые продукты. При внешнем осмотре устанавливают наличие или отсутствие дефектов, поврежденных у рыб. Данные также фиксируют в таблице.

Икру отцеживают на марлевый круг, покрывающий таз, для удаления излишка полостной жидкости. Из массы икры берут пробу 10–20 г и в ней просчитывают количество икринок. На основании этих данных по общей массе отцеженной икры определяют величину рабочей и относительной плодовитости форели. Другую пробу икры (не менее 100 шт.) помещают на чашку Петри под слабую струю воды для набухания в течение 2 ч. После этого икринки подвергают индивидуальному взвешиванию на торсионных весах и промерам в поле зрения микроскопа с помощью окулярмикрометра.

Сперму у самцов сцеживают в мерный сосуд (50 мл) для определения объема эякулята. Активность спермиев (свежая или охлажденная проба) определяют под микроскопом при увеличении  $20 \times 10$ . Каплю спермы из сосуда (пробирки) с помощью стеклянной палочки переносят на предметное стекло и к ней с помощью пипетки прибавляют каплю воды для активации спермиев. С момента прибавления капли воды к сперме с помощью секундомера отсчитывают время подвижности спермиев. Концентрацию спермиев определяют в камере Горяева под микроскопом при увеличении  $20 \times 20$ .

Сперму из пробирки набирают в капилляр меланжера до отметки 0,5, с конца капилляра удаляют избыток спермы и сразу же набирают 2%-ный раствор хлористого натрия до отметки 101. Сперма в этом случае разбавляется в 200 раз. В течение 1–2 мин меланжер встряхивают для равномерного размешивания спермы. Несколько капель спускают, а затем каплю из смесителя помещают в камеру Горяева. Каждая сторона малых квадратов камеры составляет  $1/20$  мм, площадь  $1/400$  мм<sup>2</sup>, объем  $1/4000$  мм<sup>3</sup>. Количество спермиев просчитывают в 80 малых квадратах, получают среднюю величину для одного малого квадрата, которую затем умножают на разведение и делят на объем малого квадрата. Расчет ведут по формуле (млн/мм<sup>3</sup>)

$$K = (П \cdot 200) / V,$$

где  $П$  — количество спермиев в одном малом квадрате, шт.; 200 — коэффициент разбавления;  $V = 1/4000$  — объем одного малого квадрата, мм<sup>3</sup>.

Полученные данные заносят в таблицу.

В заключение оценивают общее состояние производителей по изучаемым показателям. Сравнивают между собой особей одного и разного пола. Устанавливают закономерные связи между показателями: длиной тела и массой рыб, с одной стороны, и индексами длины

Пол	Масса икринок, мг	Диаметр икринок, мм	Объем эякулята, мл	Концентрация спермиев, млн/мм <sup>3</sup>	Время подвижности спермиев, с	Рабочая плодовитость, шт.	Относительная плодовитость, шт/кг

головы, длины туловища, наибольшей и наименьшей высоты тела, наибольшего и наименьшего обхвата – с другой. По величине коэффициента упитанности по Фультону устанавливают уровень соответствия нагула и развития гонад вероятным условиям, обеспечивающим этот процесс (внешние факторы, кормление).

По величине коэффициента упитанности по Сальникову и Кравченко устанавливают уровень отселектированности стада форели, из которого взята для исследований группа производителей.

Устанавливают связь массы тела с величиной рабочей и относительной плодовитости, размером икринок, объемом эякулята, концентрацией и временем подвижности спермиев, делают заключение о качестве производителей и их половых продуктов.

## Глава VII

### РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ\*

#### Тема 20. РЫБОПРОДУКЦИЯ И РЫБОПРОДУКТИВНОСТЬ ПРУДОВ

Рыбопродукция – это общая масса рыбы, полученная с единицы площади пруда в течение вегетационного сезона. Рыбопродуктивность и рыбопродукцию выражают в весовых единицах (килограммах, центнерах или тоннах) на один гектар площади пруда и нормируют по зонам рыбоводства (табл. 30). Величина рыбопродуктивности и рыбопродукции прудов зависит от природно-климатических условий района, используемой в хозяйстве технологии выращивания рыб, вида, возраста, породы рыб, а также уровня интенсификации, конструктивных особенностей прудов, общей культуры производства и др.

Рыбопродуктивность прудов – это суммарный прирост массы рыбы, полученной с единицы площади пруда в течение одного вегетационного сезона за счет использования рыбой естественной

\* Выполняются по нормативам. Критерием для нормирования рыбоводных показателей в прудовом рыбоводстве СССР является количество дней в году с температурой воздуха свыше 15 °С. На основании этого критерия на территории СССР выделено 7 зон прудового рыбоводства (I–VII). Границы зон проходят по изолиниям, характеризующим количество дней с температурой воздуха 15 °С и выше. Каждая зона отличается от последующей на 15 дней.

### 30. Рыбопродуктивность и рыбопродукция карповых прудов (кг/га по зонам рыбоводства)

Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII
Общая средняя рыбопродуктивность выростных прудов первого порядка	800	900	980	1050	1130	1260	1260
То же, выростных прудов второго порядка площадью 50–100 га	1000	1200	—	—	—	—	—
То же, вагульных прудов площадью 50–100 га (для трехлетков)	1200	1300	—	—	—	—	—
Рыбопродукция нагульных прудов площадью 100–150 га (для двухлетков)	800	1000	1200	1300	1350	1400	1400

кормовой базы пруда и искусственных кормов. Прирост массы рыбы, полученный с единицы площади за счет естественной кормовой базы пруда в течение вегетационного сезона, принято называть естественной рыбопродуктивностью, а за счет искусственных кормов – кормовой рыбопродуктивностью.

Рыбопродуктивность нагульных прудов при выращивании рыб по непрерывной технологии в условиях VI и VII зон прудового рыбоводства составляет 60–70 ц/га. Максимальная рыбопродуктивность нагульных прудов при выращивании рыб по традиционной технологии получена в Чимкентском рыбхозе в Казахстане – 82,2 ц/га, в прудовом хозяйстве "Балыкчи" Узбекской ССР – 51,6 ц/га, в Синюхинском рыбхозе РСФСР – 56,4 ц/га.

Рыбопродуктивность, получаемая за счет естественной кормовой базы, изменяется в зависимости от длительности вегетационного сезона, вида рыбы, ее возраста, качества воды и почвы, а также от состояния естественной кормовой базы прудов и степени ее использования рыбой. Наиболее высокая естественная рыбопродуктивность наблюдается в прудах, расположенных в районах с продолжительным вегетационным периодом на плодородных почвах и питаемых водосточником с плодородным водосбором. Средняя величина естественной рыбопродуктивности нормируется по зонам рыбоводства (табл. 31).

### 31. Естественная рыбопродуктивность прудов по зонам рыбоводства

Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII
Исходная естественная рыбопродуктивность по карпу средних по плодородию почв	70	120	160	190	220	240	260

Показатели	I	II	III	IV	V	VI	VII
Естественная рыбопродуктивность по карпу с применением минеральных удобрений для средних по плодородию почв с учетом исходной:							
выростные пруды	180	240	280	320	360	400	400
нагульные пруды	85	120	190	250	265	310	320

**Совместное выращивание карпа и растительноядных рыб**

Естественная рыбопродуктивность по растительноядным рыбам:							
в выростных прудах							
белый толстолобик	—	—	—	360	580	830	990
пестрый толстолобик или	—	—	300	240	200	150	90
гибрид толстолобиков (пестрый × белый)	160	250	480	—	—	—	—
белый амур	40	50	60	80	90	90	90
в нагульных прудах							
белый толстолобик	—	—	—	300	450	560	690
пестрый толстолобик	—	—	200	250	300	300	300
гибрид толстолобиков	—	—	200	—	—	—	—
белый амур	—	—	50	50	50	90	110
песядь	100	150	—	—	—	—	—
щука	40	60		Для всех зон			

\* **Поправочный коэффициент (для всех зон) на естественную рыбопродуктивность:** для малопродуктивных галечниковых почв 0,4; торфянистых 0,5; песчаных и солончаковых 0,6; для черноземов и др. 1,2.

Рыбопродуктивность, получаемая за счет использования рыбой искусственных кормов, также изменяется и зависит, помимо вышеуказанных факторов, от качества и количества искусственных кормов, способа приготовления и нормирования расхода кормов, техники их раздачи и др. За счет искусственных кормов в карповых прудовых хозяйствах получают до 50–80 % прироста рыбной продукции.

Величина рыбопродуктивности и рыбопродукции зависит от плотности посадки, средней индивидуальной массы рыб при посадке и вылове из прудов, а также штучного выхода рыб при вылове. При совместном выращивании в пруду нескольких видов рыб эти показатели учитывают для каждого вида.

Расчет величины рыбопродукции и рыбопродуктивности можно сделать по плотности посадки и по количеству выловленной рыбы (в штуках).

**Формулы для расчета плотности (кг/га) посадки рыб:**

В нагульные пруды

$$P_0 = AP(B - b)/100; G = APB/100;$$

в выростные пруды

$$P_0 = APb/100; G = APb/100.$$

Если посадочный материал – личинки на этапе смешанного питания, то их начальной массой в расчетах можно пренебречь, тогда величины рыбопродуктивности и рыбопродукции будут равны. Если посадочным материалом для выростных прудов служат подрощенные личинки или мальки, то при расчете рыбопродуктивности следует учитывать их начальную массу. Формула для расчета рыбопродуктивности (кг/га) выростных прудов примет вид

$$P_0 = AP(b - b_0)/100.$$

**Формулы для расчета по количеству выловленной рыбы:**

в нагульные пруды

$$P_0 = A_B(B - b); G = A_B \cdot B;$$

в выростные пруды

$$P_0 = A_B \cdot b; G = A_B \cdot b$$

или  $P_0 = A_B \cdot (b - b_0)$ , если сажают подрощенных личинок или мальков,

где  $A$  – плотность посадки рыб в пруды, тыс. шт./га;  $A_B$  – выход рыбы, тыс. шт/га;  $P$  – выход рыбы из прудов, % посадки;  $P_0$  – рыбопродуктивность, кг/га;  $G$  – рыбопродукция, кг/га;  $B$  – масса товарной рыбы, г;  $b$  – масса сеголетка, годовика, г;  $b_0$  – масса подрощенных личинок, мальков, г.

**Задания.** Рассчитать величину рыбопродуктивности и рыбопродукции выростных и нагульных прудов для различных зон рыбоводства.

1. По плотности посадки карпа (тыс. шт/га) в виде таблицы:

Зона рыбоводства	Выростные пруды		Нагульные пруды	
	личинки из нерестовых прудов	личинки от заводского способа	годовики	двухгодовики
I	50	100	2,6	2,5
II	55	115	2,8	3,0
III	60	120	3,0	—
IV	65	120	3,5	—
V	70	125	3,7	—
VI	75	125	3,8	—
VII	80	130	4,0	—

2. По количеству выловленной рыбы—карпа (тыс. шт/га):

Зона рыбоводства	Количество выловленной рыбы		
	выростной пруд	нагульный пруд	
		двухлетки	трехлетки
I	35	2,2	2,6
II	40	2,7	2,8
III	45	2,9	—
IV	50	3,2	—
V	55	3,5	—
VI	60	3,6	—
VII	70	3,8	—

Результаты решения задач представить в виде таблицы:

Категория прудов	I		II		III		IV		V и т. д.	
	$P_0$	$G$	$P_0$	$G$	$P_0$	$G$	$P_0$	$G$	$P_0$	$G$

По плотности посадки

Выростные  
Нагульные

По количеству выловленной рыбы

Выростные  
Нагульные

**Пример** расчета для I зоны рыбоводства. Если плотность посадки личинок в выростные пруды (из нерестовых прудов) 50 тыс. шт/га, средняя масса сеголетка 25 г, выход сеголетков из выростных прудов 65 % посадки личинок, плотность посадки годовиков карпа в нагульные пруды 2,5 тыс. шт/га, масса годовика 22 г, двухлетка — 350 г, выход двухлетков из нагульных прудов 90 % посадки годовиков, то рыбопродуктивность выростных прудов составит:

$$P_0 = 50 \cdot 25 \cdot 65/100 = 812,5 \text{ кг/га.}$$

Величина рыбопродукции (если пренебречь начальной массой личинок) будет равна рыбопродуктивности, т. е. 812,5 кг/га.

Рыбопродуктивность нагульных прудов составит:

$$P_0 = 2,5 \cdot 90 (350 - 22)/100 = 738 \text{ кг/га.}$$

Рыбопродукция равна

$$G = 2,5 \cdot 90 \cdot 350/100 = 787,5 \text{ кг/га.}$$

## Тема 21. РАСЧЕТ ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ РЫБ В ПРУДЫ

Плотность посадки рыб во многом определяет как выход рыбной продукции с единицы эксплуатируемой площади пруда, так и индивидуальную массу рыбы.

Количество рыб на единице площади пруда определяют двумя показателями: достижением рыбой за вегетационный сезон стандартной массы и более полным использованием естественной кормовой базы пруда.

Посадка, при которой карп достигает стандартной массы при выращивании на естественной кормовой базе пруда без применения средств интенсификации, называется нормальной. Увеличение плотности посадки рыб до определенного уровня способствует эффективному использованию кормовой базы пруда и за счет этого повышению естественной рыбопродуктивности. Однако дальнейшее повышение плотности посадки приводит к снижению как индивидуальной массы, так и суммарного прироста рыбы.

Между плотностью посадки, рыбопродуктивностью и индивидуальным приростом карпа существует определенная взаимосвязь. Эта взаимосвязь видна из диаграммы Нордкавита (рис. 37).

Рыбопродуктивность, достигнув максимума при плотности посадки 720 шт/га, при дальнейшем уплотнении посадки начинает резко уменьшаться, так как пищевые запасы пруда истощаются, а индивидуальный прирост начинает падать настолько значительно, что вызывает снижение и суммарного прироста. При высокой степени уплотнения посадки естественная рыбопродуктивность может практически оказаться равной нулю, так как все доступные рыбе пищевые ресурсы пруда будут использоваться только для поддержания организма на определенном весе. Это положение относится к экстенсивной форме ведения прудового хозяйства.

Повышение плотности посадки рыб в пруды должно базироваться на определенном уровне интенсификации рыбоводства. Посадка, при которой достигаются наибольшие рыбопродуктивность пруда и стандартная масса рыбы при определенном уровне интенсификации (мелиорация, интродукция кормовых организмов, удобрение прудов, кормление рыбы и др.), называется уплотненной.

Уплотненная посадка в зависимости от степени интенсификации может превышать нормальную в 2–5 раз и более. Отношение уплотненной посадки к нормальной называется кратностью посадки. Таким обра-

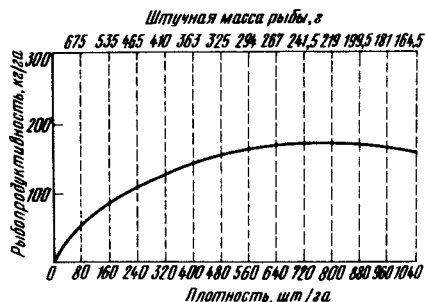


Рис. 37. Зависимость рыбопродуктивности от плотности посадки карпа

зом, правильно подобранная плотность посадки при соответствующем уровне интенсификации должна обеспечить наиболее высокую рыбопродуктивность пруда и получение рыбы стандартной массы.

Повышения рыбопродуктивности прудов на фоне применяемых интенсификационных мероприятий можно достичь за счет уплотнения посадки рыб одного вида и возраста, применения смешанной посадки, посадки добавочных рыб, поликультуры.

Смешанной посадкой называют посадку в пруд рыб одного вида, но разных возрастов. Например, в нагульный пруд к годовикам карпа подсаживают личинок или мальков карпа для получения осенью сеголетков массой 25–30 г. Добавочными рыбами считают различные виды рыб, подсаживаемые в пруд для одновременного выращивания с основной рыбой. Например, к карпу, питающемуся в основном бентосными организмами, подсаживают рыб, питающихся зоопланктоном или фитопланктоном, и др. Одновременное выращивание в одном пруду нескольких видов рыб, различающихся по характеру питания и обладающих хорошим темпом роста, называется поликультурой. Наиболее широкое распространение в нашей стране получила поликультура карпа и растительноядных рыб (белого амура, белого и пестрого толстолобиков).

Величину плотности посадки рыб в пруды определяют такие рыбоводные показатели, как рыбопродуктивность, масса рыбы при посадке в пруд и вылове, штучный выход рыб в процентах от посадки в пруд; штучный выход рыб в процентах от посадки.

#### **Формулы для расчета плотности посадки рыб (шт/га) в пруды:**

нагульные

нормальная посадка

$$A = P_{\text{исх}} \cdot 100 / (B - b) p;$$

уплотненная посадка

$$A = P_0 \cdot 100 / (B - b) p;$$

выростные

нормальная посадка

$$A = P_{\text{исх}} \cdot 100 / bp;$$

уплотненная посадка

$$A = P_0 \cdot 100 / bp,$$

где  $A$  – плотность посадки рыб, шт/га;  $P_{\text{исх}}$  – исходная естественная рыбопродуктивность, кг/га;  $P_0$  – общая рыбопродуктивность, кг/га;  $B$  – масса двухлетка, трехлетка, кг;  $b$  – масса сеголетка, годовика, кг;  $p$  – штучный выход рыбы из прудов, % посадки;  $P_K$  – прирост рыбы за счет искусственного корма, кг/га (см. ниже).

Общий прирост рыб  $P_0$  складывается из прироста за счет использования рыбой естественной пищи пруда ( $P_e$ ) и искусственных кормов ( $P_K$ ):  $P_0 = P_e + P_K$ .

При расчете величины естественной рыбопродуктивности прудов, кроме природных особенностей местности (качество почв, продолжительность вегетационного периода и др.), следует учитывать эффектив-

ность действия применяемых в рыбоводстве интенсификационных мероприятий, в частности: мелиорацию, внесение удобрений, а также применение смешанных посадок рыб, посадку добавочных рыб, поликультуру и др. Следовательно, величина естественной рыбопродуктивности является суммарной величиной, включающей исходную естественную рыбопродуктивность, нормативную для каждой рыбоводной зоны, указанную в соответствующих руководствах, и планируемый прирост рыбной продукции за счет проводимых мелиоративных мероприятий (например, летование прудов), удобрения прудов и др.

**Пример.** Применение летования прудов увеличивает исходную естественную рыбопродуктивность в среднем на 30 %, минеральных удобрений в нагульных прудах — на 2 ц/га, в выростных — на 3 ц/га (по карпу). Применение искусственных кормов повышает рыбопродуктивность в 2–5 раз и более. Смешанная посадка, посадка добавочных рыб и поликультура также повышают естественную рыбопродуктивность прудов за счет более полного выедания кормовых организмов.

Рассмотрим расчеты плотности посадки карпа в нагульные пруды в зависимости от степени интенсификации (по нормам Рыбоводной зоны)

Исходная естественная рыбопродуктивность, кг/га	70
Масса посадочного материала сеголетка карпа, г	25
Масса товарной рыбы (каarp-двухлеток), г	350
Уменьшение массы сеголетков за зиму, %	12
Выход двухлетков из нагульных прудов, %	90
Рыбопродуктивность, кг/га	800
Плотность посадки	Без применения интенсификации

Нормальная посадка составит:

$$A = P_{\text{исх}} \cdot 100 / (B - b) p = 70 \cdot 100 / 0,328 \cdot 90 = 230 \text{ шт/га.}$$

За счет применения летования естественная рыбопродуктивность увеличится в среднем на 30 % исходной, поэтому прирост рыбы за счет летования составит:  $70 \cdot 30 / 100 = 21$  кг/га.

Следовательно, плотность посадки увеличится на  $21 \cdot 100 / 0,328 \cdot 90 = 72$  шт/га.

За счет удобрения прудов естественная рыбопродуктивность увеличится на 200 кг/га, а плотность посадки на  $200 \cdot 100 / 0,328 \cdot 90 = 700$  шт/га.

Прирост рыб за счет искусственных кормов можно рассчитать по разности между общей и естественной рыбопродуктивности. Общая рыбопродуктивность для I зоны рыбоводства 800 кг/га. Суммарная естественная рыбопродуктивность с учетом мелиорации и удобрения составит:  $70 + 21 + 200 = 291$  кг/га. Следовательно, прирост за счет кормов составит:  $800 - 291 = 509$  кг/га.

Повышение плотности посадки карпа при кормлении составит:  $509 \cdot 100 / 0,328 \cdot 90 = 1750$  шт/га, а при мелиорации и удобрении  $230 + 72 + 700 = 1002$  шт/га.

Плотность посадки с учетом всех средств интенсификации составит:  $230 + 72 + 700 + 1750 = 2752$  шт/га.

Следовательно, нормальная плотность посадки увеличилась при этом в  $(2752 : 230) = 12$  раз.

**Пример.** Расчет смешанной посадки карпа в нагульный пруд, если соотношение в посадке годовиков и личинок составляет 1 : 10, выход сеголетков 50 %.

Суммарная естественная рыбопродуктивность нагульного пруда с учетом мелиорации и удобрения составляет 291 кг/га, а плотность посадки годовиков карпа 1002 шт/га (см. пример выше). Плотность посадки личинок карпа составит:  $1002 \cdot 10 = 10020$  шт/га. Повыше-

ние рыбопродуктивности за счет посадки личинок без применения кормления при выходе сеголетков 50 % массой 25 г составит:  $10020 \cdot 50 \cdot 0,025/100 = 125$  кг/га.

**Пример.** Расчет плотности посадки годовиков пеляди при совместном выращивании с карпом в нагульном пруду, если рыбопродуктивность пеляди составляет 100 кг/га, выход двухлетков пеляди 85 %, масса сеголетков пеляди 15 г, двухлетков 250 г. Плотность посадки годовиков пеляди составит:  $100 \cdot 100/85 \cdot 0,235 = 500$  шт/га.

Суммарная плотность посадки годовиков карпа и пеляди в нагульный пруд будет равна:  $2750 + 500 = 3250$  шт/га.

**Задания.** 1. Рассчитать плотность посадки карпа в нагульный и выростной пруды для I–VII рыбоводных зон: а) без применения интенсификации, исходя из величины исходной естественной рыбопродуктивности прудов, указанной для рыбоводной зоны; б) с применением летования; в) с применением удобрения; г) с применением искусственных кормов; д) с применением всех вышеуказанных интенсификационных мероприятий.

2. Рассчитать плотность смешанной посадки карпа и увеличение выхода продукции в нагульном пруду при соотношении в посадке годовиков и личинок 1:10, выживании сеголетков 50 %.

3. Рассчитать плотность посадки карпа и растительноядных рыб в нагульный и выростной пруды.

4. Рассчитать плотность посадки годовиков карпа и пеляди в нагульный пруд.

## **Тема 22. РАСЧЕТ ПЛОЩАДЕЙ ПРУДОВ ОСНОВНЫХ КАТЕГОРИЙ В ХОЗЯЙСТВАХ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ И ОБОРОТОВ**

**Типы, системы, обороты прудовых хозяйств.** Прудовые рыбоводные хозяйства представлены двумя типами: холодноводным и тепловодным. В основе этого деления лежат различия в биологии основных объектов разведения и выращивания и их отношение к условиям внешней среды, главным образом к температуре и химическому составу воды.

Тепловодные прудовые хозяйства занимаются разведением и выращиванием карпа, белого амура, белого и пестрого толстолобиков, серебряного и золотого карасей, линя, буффало, щуки, судака, стерляди, бестера, форелеокуня, американского сомика и др. В холодноводных прудовых хозяйствах разводят и выращивают в основном радужную и ручьевую форель и некоторые виды сиговых рыб (рипус, ряпушка, пелядь и др.).

Различают полносистемные прудовые хозяйства, которые занимаются разведением и выращиванием посадочного материала и товарной продукции от икринок до товарной массы, и неполносистемные прудовые хозяйства, работающие с неполным технологическим циклом, выращивающие посадочный материал (личинок, мальков, годовиков) или товарную рыбу. К ним относятся специализированные воспроизводительные комплексы, рыбопитомники и однолетние нагульные хозяйства.

Воспроизводительные комплексы занимаются разведением рыб и подращиванием их личинок. Конечной продукцией этих хозяйств являются личинки (подрощенные или неподрощенные).

Рыбопитомники занимаются разведением и выращиванием посадочного материала. Их конечной продукцией являются годовики или двухгодовики.

Нагульные рыбоводные хозяйства используют рыбопосадочный материал из других хозяйств. Их конечной продукцией является товарная рыба.

В зависимости от продолжительности выращивания товарной продукции различают рыбоводные хозяйства с одно-, двух- или трехлетним оборотами. Под оборотом в прудовом рыбоводном хозяйстве понимают отрезок времени, необходимый для выращивания рыбы от икринки до товарной продукции. В нашей стране в основном принят двухлетний оборот. В районах с неблагоприятными климатическими условиями (в I и II зонах рыбоводства) используют и трехлетний оборот хозяйства.

При однолетнем обороте хозяйства карпа выращивают до товарной массы за одно лето. Он поступает в продажу через 5–6 мес. При двухлетнем обороте товарную рыбу получают в течение двух лет (через 16–17 мес). В первый год получают посадочный материал – годовиков карпа массой 25–30 г. В течение второго лета из посадочного материала выращивают товарную рыбу – карпа массой 350–500 г, форель – 150–200 г. При трехлетнем обороте товарную продукцию получают в течение трех лет (через 28–30 мес). Масса товарного трехлетнего карпа 750–800 г.

Пруды рыбоводных хозяйств по своему назначению подразделяют на четыре группы: водоснабжающие – головные, согревательные, пруды-отстойники; производственные – их используют для разведения и выращивания рыбы – преднерестовые, нерестовые, мальковые, выростные, зимовальные, нагульные и маточные; санитарно-профилактические, карантинно-изоляционные; подсобные – пруды-садки.

Производственные пруды делят на летние и зимние. К летним прудам относят: преднерестовые для содержания производителей перед нерестом; нерестовые пруды – для нереста производителей карпа и получения личинок; мальковые – для подращивания личинок, полученных заводским способом; выростные первого порядка – для выращивания сеголетков; выростные второго порядка – для выращивания двухлетков при трехлетнем обороте; нагульные для выращивания товарной рыбы (двух- или трехлетков); летние маточные и летние ремонтные – для летнего содержания производителей и ремонтного поголовья.

К зимним прудам относят зимовальные – для зимнего содержания рыбопосадочного материала (сеголетков); зимовальные второго порядка – для зимнего содержания двухлетков (в хозяйствах с трехлетним оборотом); зимние маточные и зимние ремонтные – для зимнего содержания производителей и ремонтного поголовья.

Карантинно-изоляционные пруды служат для временного содержания завезенной партии рыб, а также изоляции заболевшей рыбы; пруды-садки – для длительного содержания (осенью и зимой) товарной рыбы после облова нагульных прудов, а весной – годовиков до их реализации.

Рыбоводные пруды должны отвечать определенным требованиям

по форме, размерам, глубинам, распределению площади по интервалам глубин, взаимному размещению в общей схеме рыбоводного хозяйства. Кроме того, пруды должны иметь независимое водоснабжение и сброс воды. Заполнение прудов водой и их опорожнение также должны проводиться за определенное (нормативное) время (табл. 32).

**Расчет площадей прудов основных категорий.** Площади прудов основных категорий в полносистемных рыбоводных хозяйствах и рыбопитомниках должны находиться в строго определенном процентном отношении. Это является необходимым условием нормальной работы хозяйства. Процентное соотношение площадей прудов отдельных категорий зависит от типа, системы, оборота, мощности хозяйства, принятой технологии разведения и выращивания рыб, степени интенсификации, рыбоводно-биологических нормативов. Площади маточных и специальных (карантинно-изоляторные, садки и др.) прудов устанавливаются исходя из общей мощности хозяйства независимо от процентного соотношения площади прудов основных категорий.

В полносистемном хозяйстве с двухлетним оборотом, когда весь посадочный материал, выращенный в выростных прудах, используют для зарыбления только своих нагульных прудов, процентное соотношение площади прудов основных категорий будет следующим: нерестовые — 0,1–0,5; выростные — 3,0–7,0, зимовальные — 0,2–1,0; нагульные — 91,0–96,0. В прудовых хозяйствах с трехлетним оборотом процентное соотношение площадей прудов отдельных категорий иное: нерестовые 0,25–0,50; выростные первого порядка 10–12; выростные второго порядка 20–25; зимовальные 3–4; нагульные 60–65. В рыбопитомнике основную часть площади занимают выростные пруды — примерно 90–95 %, нерестовые — 2–3, зимовальные — 3–7 % общей площади хозяйства.

Приведенные соотношения площадей прудов основных категорий для хозяйств различных систем и оборотов являются примерными. Они будут изменяться в зависимости от поставленных перед хозяйством задач, особенностей технологии, уровня интенсификации и др. Например, если проектируется рыбопитомник, который, помимо основной продукции (посадочный материал — годовик), должен реализовывать другим хозяйствам определенное количество личинок, то соотношение площадей прудов будет иным, так как потребуется большая нерестовая площадь. Если в рыбопитомнике предусматривается получение личинок заводским способом, то отпадает необходимость в нерестовых прудах. Это также приведет к изменению соотношения площади выростных и зимовальных прудов.

В каждом конкретном случае площади прудов отдельных категорий рассчитывают на основании рыбоводно-биологических нормативов, так как в них заложены и особенности технологии, и уровень интенсификации. За исходную величину для расчета принимают или мощность хозяйства, или пригодную земельную площадь, или мощность источника водоснабжения.



Показатели	Выростные		Нагульные						
	VI	VII	I	II	III	IV	V	VI	VII
Площадь одного пруда, га	10-15								
Максимальная глубина у донного водоспуска, м	50-100								
Средняя глубина, м	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3-2,2	1,5	1,7	2,2
Распределение площади по интервалам глубин, %	До 0,5 увеличение не допускается								
Средняя глубина, м	До 0,5 увеличение не допускается								
до 0,5 м	До 0,5 увеличение не допускается								
от 0,5 до 1,0 м	До 0,5 увеличение не допускается								
от 1,0 до 1,5 м	До 0,5 увеличение не допускается								
свыше 1,5 м	До 0,5 увеличение не допускается								
свыше 2,0	До 0,5 увеличение не допускается								
Продолжительность наполнения одного пруда:	допуск ±10								
площадь пруда до 50 га	допуск ±10								
свыше 50 га	допуск ±10								
свыше 100 га	допуск ±10								
всех прудов	допуск ±10								
Продолжительность спуска:	допуск ±10								
одного пруда	допуск ±10								
всех прудов	допуск ±10								
Водообмен, сут	допуск ±10								

**Пример 1.** Рассчитать общую площадь и площадь прудов основных категорий полисистемного карпового хозяйства мощностью 6 тыс. ц товарного карпа (двухлетка). Хозяйство расположено в III зоне рыбоводства. Для расчета приняты рыбоводно-биологические нормативы по выращиванию посадочного материала и товарной рыбы: рыбопродуктивность выростных прудов 13, нагульных 12 ц/га; средняя масса сеголетка 25, товарного двухлетка 400 г; уменьшение массы сеголетка за зиму 12 %, выход рыбы от посадки сеголетков от личинок из нерестовых прудов 65, годовиков 75, двухлетков 90 %; выход личинок от одного гнезда производителей 90 тыс. шт., нерестовая площадь для одного гнезда производителей 0,05 га, плотность посадки сеголетков в зимовальные пруды 600 тыс. шт/га.

В состав полисистемного прудового хозяйства с 2-летним оборотом входят следующие основные категории прудов: нерестовые, выростные, зимовальные, нагульные. Для того чтобы определить площади прудов, необходимо исходя из заданной мощности хозяйства рассчитать количество карпа по этапам его выращивания с учетом выхода рыбы от посадки. Количество двухлетков карпа составит:  $600\ 000 : 0,4 = 1\ 500\ 000$  шт.; годовиков —  $1\ 500\ 000 \cdot 100/90 = 1\ 666\ 670$  шт.; сеголетков —  $1\ 666\ 670 \cdot 100/75 = 2\ 222\ 230$  шт.; личинок —  $2\ 222\ 230 \cdot 100/65 = 3\ 419\ 000$  шт.

Для получения такого количества личинок потребуется гнезд производителей:  $3\ 419\ 000 : 90\ 000 = 38$  шт. Одно гнездо производителей — это одна самка и два самца, для него необходимо 0,05 га нерестовой площади. Следовательно, площадь нерестовых прудов будет  $38 \cdot 0,05 = 1,9$  га с учетом 10 % резерва; нерестовая площадь составит 2,1 га, или 21 пруд по 0,1 га каждый.

Площадь выростных прудов при средней массе сеголетков 25 г и рыбопродуктивности 13 ц/га составит  $2\ 222\ 230 \cdot 0,025/1300 = 42,7$  га, или 4 пруда по 10,7 га.

Площадь зимовальных прудов для сеголетков при норме посадки 600 тыс. шт/га составит  $2\ 222\ 230 : 600\ 000 = 3,7$  га, или 4 пруда по 0,93 га.

Площадь нагульных прудов при среднештучном приросте двухлетков 378 г ( $400 - 22$ ) и рыбопродуктивности прудов 12 ц/га составит  $1\ 500\ 000 \cdot 0,378/1200 = 472,5$  га, или 5 прудов по 94,5 га.

Общая площадь прудов основных категорий для хозяйства мощностью 6 тыс. ц товарного карпа составит  $2,1 + 42,7 + 3,7 + 472,5 = 521$  га.

Соотношение площадей прудов (в % общей площади) будет равно: нерестовых — 0,4, выростных — 8,2, нагульных — 90,7, зимовальных — 0,7.

**Пример 2.** На площади земельного участка 350 га необходимо построить полисистемное прудовое хозяйство с расширенной питомной частью с выпуском товарной продукции — двухлетков карпа и дополнительно годовиков (200 тыс. шт.) для продажи другим хозяйствам. Расчеты выполняем по рыбоводно-биологическим нормативам для III рыбоводной зоны (см. пример 1).

Вначале определяем площадь прудов, необходимую для получения 200 тыс. шт. годовиков. Площадь зимовальных прудов при выходе годовиков 75 % и плотности посадки сеголетков 600 тыс. шт/га составит  $200 \cdot 100/75 \cdot 600 = 0,44$  га.

Площадь выростных прудов при средней массе сеголетков 25 г и рыбопродуктивности 1300 кг/га составит  $200 \cdot 100 \cdot 25/75 \cdot 1300 = 5,13$  га.

Количество гнезд производителей при выходе сеголетков от посадки личинок 65 %, выходе годовиков от посадки сеголетков 75 % и выходе личинок от одного гнезда производителей 90 тыс. шт. составит  $200 \cdot 100 \cdot 100/75 \cdot 65 \cdot 90 = 6$  гнезд производителей. Значит, площадь нерестовых прудов будет  $0,05 \cdot 6 = 0,3$  га.

Всего для получения 200 тыс. шт. годовиков карпа хозяйству потребуется дополнительно  $0,44 + 5,13 + 0,3 = 5,87$  га.

Для маточных прудов и прудов специального назначения (карантинных, садков и др.) выделяем 2 % заданной площади хозяйства (350 га), или 7 га. Для выращивания товарного карпа-двухлетка останется  $350 - 5,87 - 7 = 337,13$  га.

Чтобы распределить эту площадь по прудам основных категорий, условно принимаем площадь выростных прудов за одну часть и определяем соотношение площадей прудов в частях. Соотношение нерестовой и выростной площади составит

$$\frac{S_{\text{нер}}}{S_{\text{выр}}} = \frac{A_{\text{п}}}{M \cdot 20} \cdot 1,1,$$

где  $S_{\text{нер}}$  — площадь нерестовых прудов, га;  $S_{\text{выр}}$  — площадь выростных прудов, га;  $A_{\text{п}}$  — плотность посадки личинок в выростные пруды, тыс. шт/га;  $M$  — выход личинок от одного гнезда производителей;  $M \cdot 20$  — количество личинок с 1 га нерестовой площади, тыс. шт/га, если на одно гнездо производителей норма 0,05 га нерестовой площади; 1,1 — коэффициент, учитывающий 10 %-ный резерв нерестовой площади.

Плотность посадки личинок в выростные пруды при выходе сеголетков 65 %, рыбопродуктивности 1300 кг/га и средней массе сеголетка 25 г будет равна:  $A_{\text{п}} = 1300 \cdot 100/0,025 \cdot 65 = 80$  тыс. шт/га.

Соотношение нерестовой и выростной площади составит  $80 \cdot 1,1/90 \cdot 20 = 0,049$ .

Соотношение зимовальной и выростной площади:

$$S_{\text{зим}}/S_{\text{выр}} = A_{\text{в}}/A_{\text{п}}$$

где  $S_{\text{зим}}$  — площадь зимовальных прудов;  $A_{\text{в}}$  — выход сеголетков с 1 га выростной площади, тыс. шт/га;  $A_{\text{п}}$  — плотность посадки сеголетков в зимовальные пруды, тыс. шт/га.

Выход сеголетков с 1 га выростной площади (тыс. шт/га) при средней массе сеголетка 25 г и рыбопродуктивности 1300 кг/га составит:  $1300 : 0,025 = 52$  тыс. шт/га.

Соотношение зимовальной и выростной площади будет равно:  $52 : 600 = 0,087$ .

Соотношение нагульной и выростной площади составит:

$$\frac{S_{\text{наг}}}{S_{\text{выр}}} = \frac{A_{\text{в}} \cdot p}{A_{\text{п}} \cdot 100}$$

где  $S_{\text{наг}}$  — площадь нагульных прудов, га;  $A_{\text{в}}$  — выход сеголетков, тыс. шт/га выростного пруда;  $A_{\text{п}}$  — плотность посадки годовиков в нагульные пруды, тыс. шт/га;  $p$  — выход годовиков от посадки сеголетков.

$$A_{\text{п}} = \frac{1200 \cdot 100}{(0,400 - 0,22)90} = 3530 \text{ шт/га.}$$

Соотношение нагульной и выростной площади составит  $52 \cdot 75/3,53 \cdot 100 = 11,05$ .

Сумма всех частей составит  $0,049 + 1 + 0,087 + 11,05 = 12,19$ .

Площадь выростных прудов будет равна:  $337,13 \text{ га} : 12,19 = 27,66 \text{ га}$ , нерестовых  $27,66 \cdot 0,049 = 1,35 \text{ га}$ , зимовальных  $27,66 \cdot 0,087 = 2,4 \text{ га}$  и нагульных прудов  $27,66 \cdot 11,05 = 305,5 \text{ га}$ .

Результаты расчетов представляем в табл. 33.

### 33. Распределение общей площади хозяйства по категориям прудов

Категория прудов	Площадь для получения товарных годовиков, га	Площадь для выращивания двухлетков		Общая площадь	
		части	га	га	%
Нерестовые	0,44	0,049	1,35	1,8	0,5
Выростные	5,13	1,000	27,66	32,8	9,4
Зимовальные	0,30	0,087	2,40	2,7	0,8
Нагульные	—	11,050	305,50	305,5	87,3
Маточные и специальные пруды	—	—	—	7,0	2,0
Итого	5,87	12,190	337,13	350,0	100,0

**Пример 3.** Когда лимитирующим фактором является мощность источника водоснабжения, в первую очередь определяют площадь зимовальных прудов по формуле

$$S = \frac{D \cdot 86400C}{H \cdot 1000 \cdot 10000},$$

где  $S$  — возможная площадь зимовальных прудов, га;  $D$  — зимний расход воды в источнике, л/с;  $C$  — срок полного водообмена в пруду, сут;  $H$  — глубина непромерзающего слоя, м; 1000 — количество литров в 1 м<sup>3</sup>; 10 000 — количество квадратных метров в 1 га; 86 400 — количество секунд в 1 сут.

**Пример 4.** Мощность источника водоснабжения в зимний период 60 л/с, водообмен 20 сут, глубина непромерзающего слоя воды 1,2 м.

Площадь зимовальных прудов составит

$$S = \frac{60 \cdot 86400 \cdot 20}{1,2 \cdot 1000 \cdot 10000} = 8,64 \text{ га.}$$

Зная площадь зимовальных прудов, можно рассчитать площадь остальных прудов на основании рыбоводно-биологических норм (табл. 34).

**34. Варианты задач для расчета площадей прудов основных категорий в хозяйствах различной системы и оборота по заданной продукции и общей площади**

Варианты	Хозяйства	По заданной продукции			По заданной площади хозяйства, га	Условия получения потомства	
		годовики, млн. шт.	двухлетки, тыс. ц	трехлетки, тыс. ц		е	з
1	Рыбопитомник						
	а	2,5	—	—	50,0	х	
	б	4,0	—	—	100,0		х
	в	5,0	—	—	150,0	50,0	50,0
2	Полносистемное с 2-летним оборотом						
	а	—	3,0	—	400,0	х	х
	б	—	10,0	—	800,0		
	в	—	20,0	—	1000,0	30,0	70,0
3	Полносистемное с 2-летним оборотом и расширенной питомной частью						
	а	0,2	10,0	—	1200,0	х	
	б	2,0	5,0	—	500,0		х
	в	1,5	8,0	—	850,0	60,0	40,0
4	Полносистемное с 3-летним оборотом						
	а	—	—	50,0	300,0	х	
	б	—	—	10,0	500,0		х
	в	—	—	12,0	800,0		х

Примечания: 1. е — получение потомства от естественного нереста производителей. 2. з — заводской способ получения личинок. 3. Каждый вариант задачи может быть выполнен для любой зоны рыбоводства.

### Тема 23. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА РЫБ В МАТОЧНОМ СТАДЕ КАРПА И ПЛОЩАДЕЙ ЛЕТНИХ И ЗИМНИХ МАТОЧНЫХ ПРУДОВ

Структура маточных стад в репродукторах и промышленных хозяйствах должна обеспечивать возможность проведения неродственного промышленного скрещивания. С этой целью в хозяйстве содержат две группы рыб, условно называемые линиями. Это могут быть разные породы, породные группы, отводки одной породы и т. д. Например, в Центральной зоне РСФСР можно скрещивать парского и среднерусского карпов, в южных районах – украинского и казахстанского карпов. Одна из линий может быть представлена местным материалом какой-либо отселекционированной группы карпа или амурским сазаном. Каждую из этих групп воспроизводят "в чистоте", в то время как для товарного выращивания используют гибридов первого поколения.

Важной проблемой в работах с рыбами является предотвращение инбридинга, так как карп отличается высокой плодовитостью и при получении потомства используют, как правило, сравнительно небольшое число рыб. Инбредная депрессия у рыб может быть выражена очень сильно: одно поколение тесного инбридинга может снизить рыбопродуктивность на 15–20 % и более. В целях предотвращения инбридинга при закладке маточного стада и дальнейшем его воспроизводстве следует использовать не менее 20 пар производителей (не менее 10 пар в каждой линии). При получении потомства на племя обычно проводят групповое скрещивание, при котором смесь икры от нескольких самок осеменяют смесью спермы нескольких самцов. Полученное потомство выращивают совместно в одном пруду при оптимальных условиях, исключающих сильную конкуренцию. Чтобы не допустить обеднения генофонда, применяя невысокую напряженность отбора. Использование межлинейных гибридов на племя не допускается.

**Определение численности производителей.** Численность маточного стада определяют количеством гнезд производителей. Под гнездом понимают одну самку и двух самцов, высаживаемых на нерест. При заводском воспроизводстве самцов требуется гораздо меньше, поэтому принимают, что число гнезд соответствует числу самок, а число самцов может быть различным в зависимости от способа получения потомства.

Отправными моментами для расчета численности производителей являются: план хозяйства по реализуемой продукции (икре, личинкам, сеголеткам, товарным двухлеткам и т. п.) и продуктивность самок, под которой понимают количество и общую массу потомства в определенном возрасте от одной самки (табл. 35).

При естественном нересте продуктивность самок принимают на 40 % меньше, чем при заводском способе получения потомства. Следует иметь в виду, что продуктивность самок беспородного карпа, отселекционированных пород и породных групп может значительно различаться. Так, например, средняя рабочая плодовитость одной

**35. Примерная продуктивность самок карпа при заводском методе получения потомства по зонам рыбоводства**

Показатели	I	II	III	IV	V	VI и VII
Рабочая плодовитость самок по икре, тыс. шт.	300	350	400	450	500	500
Количество выдержанных личинок на одну самку, тыс. шт.	150	175	200	225	250	250
Количество сегопектов, тыс. шт.	45	56	64	74	85	88
Количество годовиков, тыс. шт.	32	42	48	59	68	75
Количество двухлетков, тыс. шт. (при выходе 80 %)	29	34	38	43	48	48
Средняя масса двухлетков, г	350	370	400	430	460	500
Общая масса двухлетков, т	9,1	12,5	15,2	20,2	24,8	30,0

самки парского карпа при заводском методе воспроизводства составляет 600–700 тыс. икринок, выход личинок – 400–460 тыс. шт., общая масса выращенных двухлетков – 30–40 т. Рабочая плодовитость элитных самок достигает 1,3 млн икринок, выход личинок составляет 550–650 тыс. шт., выход товарной продукции – 50–60 т.

Приведенные значения отражают потенциальные возможности самок, которые реализуются только при соблюдении всех технологических норм выращивания и производителей, и потомства. По мере совершенствования технологии получения потомства, биотехники его выращивания, а также при улучшении качества самих производителей фактическая продуктивность самок может возрастать. Необходимое количество самок или гнезд производителей определяют, пользуясь данными табл. 34. По соотношению полов определяют количество самцов. При заводском способе выращивания соотношение самок и самцов должно быть 1:1 (допускается 1:0,7), при естественном нересте 1:2. Кроме того, при расчете требуемой численности маточного стада принимают 100 %-ный запас производителей.

**Пример.** Рассчитать численность производителей для хозяйства, расположенного во II зоне прудового рыбоводства, с плановым заданием ежегодной реализации 1 тыс. т товарной рыбы.

При заводском способе получения потомства ориентировочная продуктивность самок составляет 12,5 т товарной рыбы (см. табл. 35). Следовательно, для получения 1 тыс. т товарной рыбы необходимо иметь 80 рабочих самок. С учетом 100 %-ного запаса общее количество самок составит 160. Для обеспечения требуемого соотношения по полу 1:1 в стаде необходимо иметь 160 самцов. При получении потомства естественным нерестом численность самок должна быть выше на 40 %, т. е. 224 самки. Для обеспечения требуемого соотношения полов в этом стаде должно быть 448 самцов. Если хозяйство является репродуктором, который обеспечивает икрой, пичинкой или молодь несколько рыбхозов, то расчет требуемого количества производителей необходимо вести с учетом суммарного плана по товарной продукции этих хозяйств.

**Определение численности ремонтного поголовья.** Продолжительность использования производителей может быть различной. Обычно

самки карпа могут иметь нормальную плодовитость в течение 5–7 лет, а самцы – 4–5 лет. Однако многие производители не доживают до этого срока в связи с выбраковкой и гибелью. При рыбоводных расчетах предельный срок эксплуатации производителей принимают равным для самок 7 лет, для самцов – 5 лет, в то время как средняя продолжительность использования производителей для всех зон рыбоводства составляет 4 года. Пополняют маточное стадо производителями из ремонтной группы.

Ремонтом называют племенных рыб, предназначенных для пополнения маточного стада, до достижения ими половозрелого возраста. Возраст полового созревания производителей зависит прежде всего от климатических условий, в которых находится хозяйство; впервые созревающих самок и самцов для получения продукции обычно не используют. С учетом этих обстоятельств возраст впервые используемых самок колеблется от 4 лет в V–VII зонах рыбоводства до 6 лет в I зоне. Самцы обычно созревают на год раньше самок, поэтому их переводят в стадо производителей в 3–5-летнем возрасте. Зная возраст карпа, впервые используемого в данной зоне в качестве производителя, устанавливают возрастной состав ремонта для соответствующей рыбоводной зоны.

Общую численность ремонтного поголовья определяют исходя из количества производителей, подлежащих ежегодной замене (старых, больных, травмированных, отставших в росте и др.). При использовании производителей в течение четырех лет ежегодное пополнение стада должно составлять 25 % общей численности, а с учетом отхода рыбы в летних и зимовальных прудах (около 10 %) – до 35 %. Если хозяйство выращивает производителей для продажи, учитывают также плановый объем реализации. Это количество производителей пополняют за счет старшей возрастной группы ремонтного поголовья. Зная процент отбора в каждой последующей возрастной группе, определяют численность рыб в этих группах.

Массовый отбор среди рыб, выращенных на племя, является основным методом комплектования стада. Его производят в три этапа: среди годовиков, двухлетков и при достижении рыбами половой зрелости. Среди годовиков и двухлетков отбирают примерно 50 % общего числа рыб (более крупных, с хорошими экстерьерными показателями, не имеющих уродств, травм и заболеваний).

Среди остальных групп ремонтного поголовья проводят корректирующий отбор, при этом выбраковывают около 5 % рыб, отставших в росте, больных, уродливых или травмированных. При переводе рыб в стадо производителей обязательно принимают во внимание степень выраженности половых признаков. В зависимости от качества выращенных рыб в стадо производителей переводят от 50 до 75 % самок. Напряженность отбора среди самцов может быть различной, что определяется их конкретной потребностью: при заводском воспроизводстве она соответствует жесткости отбора самок, при естественном нересте сохраняют практически всех выращенных самцов, среди

которых проводят корректирующий отбор 5 % сильно отстающих в росте, больных и уродливых рыб.

Подсчитано, что при использовании производителей парского карпа в течение 5–6 лет для пополнения стада, состоящего из 500 гнезд, ежегодно требуется примерно 125 гнезд молодых производителей (с учетом ежегодного пополнения стада до 25 %). При приведенных нормах отбора в рыбхозе на каждые 100 гнезд производителей должно выращиваться не менее 6500 сеголетков, 1100 двухлетков, 443 трехлетков и 360 четырехлетков.

При формировании гнезд производителей для естественного нереста численность каждой ремонтной группы увеличивают примерно на 30 % в связи с необходимостью выращивания большого количества самцов. При наличии больших стад (свыше 300–400 гнезд) закладку ремонтных групп и пополнение стада производителей можно производить через год. Численность каждой ремонтной группы в этом случае соответственно увеличивается в 2 раза. Кроме того, при двухлинейном разведении в четные годы можно формировать пополнение ремонта одной линии, например местного карпа, а в нечетные годы – другой линии, например среднерусского карпа.

**Пример.** Рассчитать численность ремонтной группы для хозяйства, расположенного в V зоне рыбоводства, если количество ежегодно выбракованных производителей равно 10 самкам и 20 самцам.

Производителей самок в V зоне рыбоводства пополняют за счет четырехгодовиков – самок из ремонтной группы, а самцов – за счет трехгодовиков. При жесткости отбора 75 % количество четырехгодовиков самок составит

$$\begin{array}{l} 10 \text{ экз.} - 75 \% \\ x = 100 \% \end{array} \quad x = \frac{10 \cdot 100}{75} = 13 \text{ экз.}$$

Количество четырехлетних самок при норме отбора 95 % составит 14 экз., а численность трехгодовиков самок при норме отбора 95 % – 15 экз. Трехгодовиков самцов при напряженности отбора 75 % необходимо иметь

$$\begin{array}{l} 20 \text{ экз.} - 75 \% \\ x - 100 \% \end{array} \quad x = \frac{20 \cdot 100}{75} = 27 \text{ экз.}$$

Всего количество трехгодовиков самок и самцов составит  $15 + 27 = 42$  экз., численность трехлетков (жесткость отбора 95 %) – 45 экз., двухгодовиков (норма отбора 95 %) – 48 экз. Напряженность отбора среди двухлетков и годовиков составляет 50 %, поэтому их количество составит соответственно 96 и 192 экз. Полученную таким образом численность ремонта разных возрастных групп необходимо откорректировать с учетом нормы по выходу рыб из прудов. Например, выход четырехлетков составляет 95 %, следовательно, их нужно отобрать 15 экз., трехгодовиков самок – 17 экз., трехгодовиков самцов – 29 экз., общее количество трехгодовиков – 46 экз. (выход 95 %), трехлетков – 54 экз. (выход 90 %), двухгодовиков – 63 шт. (выход 90 %), двухлетков 149 шт. (выход 85 %), годовиков – 350 экз. (выход 85 %). Общая численность рыб в ремонтном стаде составит 677 экз. Она является (наряду с численностью производителей) исходной величиной для расчета летних и зимних прудов с учетом норм посадки и средней массы рыб (см. нормы).

**Расчет площадей летних и зимних маточных прудов.** Для содержания и выращивания маточного стада следует предусмотреть зимние и

летние пруды. Количество летних и зимних прудов для производителей и ремонтного поголовья, плотность посадки самок и самцов, а также различных возрастных групп ремонта, средняя масса рыб по возрастным группам устанавливаются рыбоводными нормами. Площадь прудов рассчитывают для летних маточных прудов по формуле (га):

$$S = N/n,$$

для зимних маточных прудов по формуле (га):

$$S = NB/m,$$

где  $S$  — площадь прудов, га;  $N$  — количество рыб, шт.;  $n$  — плотность посадки в летние пруды, шт/га;  $m$  — плотность посадки в зимние пруды, кг/га;  $B$  — средняя масса, кг.

Прудовая база для племенного материала должна включать не менее чем по одному пруду на каждую возрастную группу ремонта и по одному для раздельного содержания самок и самцов. Оптимальное количество — не менее 10 летних и 8 зимних прудов. Однако в небольших хозяйствах, имеющих малочисленное маточное стадо, эти условия не всегда удается соблюсти.

Акты о зарыблении и облове и отчет о составе и движении ремонта и производителей представляются по форме.

**Задание.** Рассчитать количество рыб в маточном стаде карпа, площади летних и зимних маточных прудов в полносистемных и неполносистемных хозяйствах различной мощности по вариантам задач, представленным в табл. 34.

## Тема 24. ИЗВЕСТКОВАНИЕ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ

Известкование прудов применяют для улучшения условий внешней среды и повышения рыбопродуктивности. Соли кальция идут на построение костного скелета, определяют нормальное развитие зародышей и тканей рыб, регулируют работу нервно-мышечной системы. Они потребляются всей водной флорой и фауной. Кроме того, они вызывают важные изменения в почве пруда. Из пруда ежегодно уносится большое количество кальция при спуске и облове, поэтому его необходимо восполнять. Известкование проводят в целях профилактики от болезней, обогащения воды кальцием как питательным элементом, мелиорации.

Мелиоративное действие извести является наиболее важным и служит в большинстве случаев необходимой предпосылкой для эффективного использования минеральных удобрений. Известкование нейтрализует кислую реакцию воды и почвы, ускоряет процессы минерализации органических веществ почвы и толщи воды, способствует обогащению воды биогенными элементами, ограничивает развитие болотной растительности.

Не все пруды одинаково нуждаются в извести. В ряде случаев известкование излишне и даже вредно (например, при повышенной

щелочности). Одним из показателей потребности прудов в известковании может служить величина почвенной кислотности (рН). Наиболее пригодной в практическом отношении является кислотность, определяемая в хлоркалевой вытяжке и обозначаемая символом  $pH_c$ . Потребность в известковании с целью нейтрализации почвенной кислотности начинает проявляться, если рН почвы в солевой вытяжке ниже 6,0. Путем известкования следует доводить рН до 6,5.

Наибольшую нейтрализующую способность и скорость действия на почвенную кислотность имеет негашеная известь. Гашеная известь имеет в 1,3, а известняк — в 1,8 раза меньшую нейтрализующую способность, поэтому нормы внесения разных видов извести неодинаковы. Для внесения в водоемы предпочтительнее пользоваться гашеной известью в виде тонкого порошка "пушонки". Она оказывает наиболее быстрое нейтрализующее действие. Нормы внесения разных видов извести в зависимости от рН солевой вытяжки приведены в табл. 36.

36. Количество извести, необходимое для нейтрализации почвенной кислотности прудов, ц/га

$pH_c$	Негашеная известь CaO	Гашеная известь Ca(OH) <sub>2</sub>	Известняк CaCO <sub>3</sub>
4,0	23,0	26,0	36,0
4,5	15,0	19,5	27,0
5,0	10,0	13,0	18,0
5,5	5,0	6,5	9,0
6,0	3,0	3,5	5,4

Большое значение имеет степень измельчения извести. По данным Д. Н. Прянишникова, около 60 % частиц CaCO<sub>3</sub> диаметром более 2 мм остаются в почве недействительными даже через 6 лет после их внесения.

Известковать пруды лучше по влажному дну, после спуска воды осенью или весной. При использовании негашеной извести ее раскладывают небольшими кучками по 30–40 кг, покрывают слоем влажной земли и периодически смачивают водой. После окончания процесса гашения известь, превратившуюся в порошок, равномерно разбрасывают по дну. Известкование должно быть закончено за 2–3 нед до заполнения прудов водой и посадки рыбы. Размолотые гашеную известь и известняк распределяют ровным слоем по дну. При этом рабочих необходимо обеспечить средствами химической защиты (комбинезон и противогаз). Углекислый кальций можно вносить непосредственно перед наполнением прудов и посадкой рыбы.

Кроме того, известь широко применяют для дезинфекции ложа рыбоводных прудов в количестве 25–30 ц/га. Нерестовые и зимовальные пруды, а также рыбосборные ямы, осушительную сеть и заболочен-

ные участки прудов дезинфицируют сразу же после облова и пересадки рыбы в выростные и нагульные пруды.

Для дезинфекции небольших прудов целесообразно применять известковое молоко (негашеная известь с водой), равномерно разливая его по дну.

Помимо известкования по ложу, в интенсивно эксплуатируемые пруды с обильным кормлением рыбы в случае возникновения опасности замора рекомендуется вносить известь по воде в летнее время из расчета 2–3 ц/га при каждом внесении.

**Задание.** Определить необходимое количество извести для известкования прудов общей площадью: нерестовые – 1,0, выростные – 20,0 га, зимовальные – 2,0 га, нагульные – 100,0 га.

Пруды построены: I вариант – на болотистых почвах, рН<sub>c</sub> 5,0–5,5; II вариант – на подзолистых почвах, рН<sub>c</sub> 6,0; III вариант – на черноземных почвах рН<sub>c</sub> 7,0.

Для выполнения задания необходимо установить цель известкования прудов разных категорий по каждому варианту задачи, вид применяемой извести и подобрать соответствующие нормы. Расчеты произвести отдельно для каждой категории прудов, подсчитать общее количество извести для каждого варианта задания. Результаты представить в виде таблицы.

#### **Тема 25. РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПОРЯДОК ИХ ВНЕСЕНИЯ**

Цель внесения минеральных удобрений в пруды – повышение рыбопродуктивности за счет обеспечения питательными веществами (азот и фосфор) водорослей. Не нуждаются в удобрениях пруды, в которых наблюдается интенсивное цветение водорослей, вода окрашена в зеленый цвет, прозрачность 30–40 см и менее, содержание азота в воде более 2 мг/л, фосфора 0,5 мг/л, в грунтах пруда более 40 мг общего азота или 5 мг аммиачного азота на 100 г сухого грунта и 27 мг общего или 15 мг подвижного фосфора на такое же количество грунта.

Внесение в пруды излишнего количества минеральных удобрений недопустимо, так как в прудах могут возникнуть заморные явления, обусловленные интенсивным развитием фитопланктона и поглощением кислорода. Могут возникать токсикозы рыб, обусловленные отклонениями рН и содержанием свободного аммиака в воде прудов. Поэтому количество вносимых в пруд удобрений должно быть строго обоснованным.

Потребное количество минеральных удобрений определяется с учетом прироста рыбной продукции за счет удобрений и удобрительного коэффициента.

Планируемый прирост рыбной продукции за счет минеральных удобрений для выростных прудов оценивается в 300 кг/га, для нагульных – 200 кг/га. Расход удобрений на единицу прироста рыбной продукции (удобрительный коэффициент) для аммиачной селитры 1–1,5, для суперфосфата 2–1,5 (т. е. в сумме 2,0–3,0). Зная эти величины, можно рассчитать количество удобрений, вносимых на 1 га площади пруда за вегетационный сезон (кг/га):

$$Y = \Pi_y Y / K,$$

где  $Y$  – величина фосфорных или азотных удобрений, кг/га;  $\Pi_y$  – планируемый прирост рыбной продукции за счет минеральных удобрений, кг/га;  $Y/K$  – удобрительный коэффициент соответствующего удобрения.

За период выращивания рыбы удобрения вносят многократно. Значительная часть добавленных биогенных элементов быстро утилизируется фитопланктоном, и он получает "подкормку" на протяжении всего вегетационного сезона. Частоту внесения удобрений определяют по степени развития фитопланктона. При каждом внесении удобрений концентрацию биогенных элементов в воде необходимо доводить до 2,0 мг/л азота и до 0,5 мг/л фосфора. Величину любой дозы минеральных удобрений с учетом фактического содержания биогенных элементов в воде (в кг/га) рассчитывают по формуле

$$Y = (K - k) H_{cp} \cdot 1000/P,$$

где  $Y$  – величина дозы (первой и последующей) фосфорного или азотного удобрения, кг/га;  $K$  – оптимальная концентрация биогенов, мг/л;  $k$  – фактическая концентрация азота или фосфора по результатам анализа, мг/л;  $H_{cp}$  – средняя глубина пруда, м;  $P$  – содержание чистого вещества в удобрении, %.

Результаты расчетов удобно представить в виде таблицы.

Категории прудов	Площадь, га	Количество удобрений на сезон, кг/га		
		азотные	фосфорные	всего

Количество удобрений на площадь прудов, кг	Первая доза, кг/га			На площадь, кг
	азотные	фосфорные	всего	

Составляют календарный план внесения удобрений на весь вегетационный сезон в зависимости от температуры воды, так как эффективность действия удобрений зависит от температуры. В нагульные пруды первую дозу вносят при весеннем прогреве воды до 12 °С; в первой половине сезона каждая последующая доза должна вноситься через 10 дней, во второй половине сезона через 15 дней, а последнюю вносят при осеннем охлаждении воды в пруду до 12 °С или за 20–30 дней до облова. Удобрение выростных прудов следует начинать за 7–10 дней до начала зарыбления, еще до залития прудов, в первой половине сезона удобрения вносят через 5 дней, во второй половине через 10 дней. При понижении температуры до 12 °С и замедлении биологических процессов удобрение прудов следует прекращать.

Календарный график представляют в следующей форме (пример)

Категории прудов	Первая доза	Последующие дозы					
		месяцы	V		IV		
			декады	II	III	I	II
Выростной	15.V		15 20	25 30	5 10	15 20	25 30

Продолжение

Категории прудов	Последующие дозы							Последняя доза
	VII			VIII			IX	
	I	II	III	I	II	III	I	
Выростной	5 10	15 20	30	10	20	30	10	10.IX

Даты внесения первой и последней доз устанавливают по средним многолетним датам устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 12 °С весной и осенью для соответствующей зоны. Так устанавливается количество возможных порций удобрений; в течение вегетационного сезона оно корректируется в зависимости от фактического состояния пруда по вышеприведенным критериям. Для пересчета доз одного вида удобрений на другое используют данные табл. 37.

### 37. Расчет норм потребности прудов в минеральных удобрениях (кг/га)

Содержание действующего вещества в удобрениях, %	Количество вносимого действующего вещества азота или фосфора, кг/га									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
14	70	140	214	289	357	429	500	571	643	714
18	56	111	167	222	278	333	389	444	500	556
20	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
25	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
28	35	71	107	143	179	214	250	286	321	357
29	34	69	100	198	172	207	241	276	310	345
30	33	66	100	133	167	200	233	267	300	333
33	30	61	91	121	151	182	212	242	273	304
34	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
35	29	57	86	114	143	171	200	229	257	286
38	26	53	79	105	132	158	184	211	237	263
40	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
42	24	48	71	98	119	143	167	190	214	238
44	23	45	68	91	114	136	159	182	205	227
45	22	44	67	89	111	133	156	178	200	222

Содержание действующего вещества в удобрениях, %	Количество вносимого действующего вещества азота или фосфора, кг/га									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
46	22	43	65	87	109	130	152	174	196	217
52	19	38	58	77	96	115	135	154	183	192
54	19	37	56	74	93	111	130	148	167	187
56	18	36	54	71	89	107	125	143	161	179
60	16	33	50	60	83	100	117	133	150	167
70	14	29	43	57	71	86	100	114	129	143
82	12	24	37	49	61	73	85	98	110	122

Примечание. По азотным удобрениям расчет ведут на N, по фосфорным —  $P_2O_5$ , калийным —  $K_2O$ .

**Пример.** Требуется внести на 1 га пруда 200 кг аммиачной селитры. Ввиду отсутствия селитры ее заменяют сульфатом аммония, содержащим 20,8 % азота (действующего вещества). Пересчет ведут по содержанию азота в сульфате аммония. Определяют количество азота (в кг), которое должно быть внесено на 1 га пруда за сезон в виде 200 кг селитры (если в 100 кг селитры содержится 34 кг азота, то в 200 кг селитры — 68 кг азота).

Норму сульфата аммония находят по таблице по дозе азота, которую надо внести в пруд. Для этого по вертикальной шкале устанавливают процент азота в сульфате аммония (20 %). По горизонтальной верхней шкале устанавливают цифру 70, что соответствует количеству азота, вносимого за сезон в пруд. При пересечении линий определяют дозу — 350. Это значит, что за сезон надо внести 350 кг сульфата аммония на 1 га пруда.

**Задание.** Рассчитать количество аммиачной селитры и суперфосфата, а также их заменителей, необходимое для удобрения прудов полносистемного прудового хозяйства (площадь и место расположения хозяйства указывает преподаватель). Составить план их внесения.

## Тема 26. РАСЧЕТ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА КОРМОВ ДЛЯ КАРПОВОГО И ФОРЕЛЕВОГО ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВ

Кормление рыбы — один из основных методов интенсификации товарного рыбоводства, который дает возможность значительно увеличить выход продукции с единицы водной площади.

При кормлении необходимо учитывать большую зависимость интенсивности питания рыбы от температуры воды, содержания в ней растворенного кислорода и экологических условий. Карп реагирует на самые незначительные колебания температуры изменением количества потребляемой пищи. Оптимальная температура для питания двухлетков карпа 23–29 °С, молоди 25–30 °С.

Кормление молоди в выростных прудах следует начинать при достижении карпом массы 0,5–1 г, а в нагульных прудах при повышении температуры до 14–15 °С. Прекращают кормление рыбы при устойчивом понижении температуры воды до 14–15 °С осенью, так как при более низкой температуре усвоение корма резко снижается, что приводит к непроизводительным затратам кормов.

Показателями эффективности использования кормов в рыбоводстве являются кормовой коэффициент и коэффициент оплаты корма.

Кормовой коэффициент — это отношение массы съеденного (потребленного) рыбой корма к приросту, а коэффициент оплаты корма — отношение массы заданного (внесенного) в пруд корма к приросту. В связи с трудностью точного учета естественной рыбопродуктивности в прудовом рыбоводстве используют показатель оплаты корма. Его величина зависит от состава комбикорма, способа его приготовления, техники кормления, экологических факторов, возраста, физиологического состояния рыбы и др. Для определения величины коэффициента оплаты корма используют формулу, приведенную на с...

Для расчета необходимого (планового) количества корма коэффициент оплаты для гранулированных кормов принят 4,7, для тестообразных — 5.

Количество корма, необходимое для кормления карпа в течение вегетационного сезона, рассчитывают в соответствии с мощностью хозяйства. Оно зависит от выпуска товарной продукции, посадочного материала, прироста рыбы за счет корма и коэффициента оплаты. Расчет ведут по формуле (кг):

$$K = S\Pi_{\text{к}} a, \text{ или } K = S (\Pi_{\text{о}} - \Pi_{\text{е}}) a,$$

где  $K$  — общее количество кормов, кг;  $S$  — площадь прудов, га;  $\Pi_{\text{к}}$  — кормовая рыбопродуктивность (прирост рыбы за счет искусственного корма), кг/га;  $a$  — коэффициент оплаты корма;  $\Pi_{\text{е}}$  — естественная рыбопродуктивность, кг/га;  $\Pi_{\text{о}}$  — общая рыбопродуктивность.

Планируемый прирост карпа за счет искусственного корма ( $\Pi_{\text{к}}$ ) можно определить, исходя из общей рыбопродуктивности ( $\Pi_{\text{о}}$ ) и кратности посадки  $N$  (кг/га):

$$\Pi_{\text{к}} = \Pi_{\text{о}} - \Pi_{\text{о}}/N.$$

В соответствии с действующими рыбоводно-биологическими нормативами предусматривается дополнительный расход корма на растительноядных рыб в количестве 10 %.

Рассчитанное таким образом количество корма необходимо распределить по месяцам и декадам вегетационного сезона на основании планируемого прироста карпа. При этом предварительно устанавливают плановый период кормления по средним многолетним датам устойчивого перехода средней суточной температуры воздуха через 15 °С весной и осенью.

Ориентировочные данные о приросте сеголетков и двухлетков карпа представлены в табл. 38. По ним определяют прирост по месяцам, а также общий прирост за сезон. Исходя из плотности посадки определяют долю прироста за счет естественного и искусственного корма в весовых единицах и в процентах. Полученные данные по распределению прироста рыбы за счет искусственного корма (в процентах) используют для расчета потребного количества корма по декадам и месяцам.

**38. Примерный прирост карпа в различных зонах рыбоводства, г**

Месяцы и декады	Сеголетки			Двухлетки		
	I-III	IV-V	VI-VII	I-II	III-IV	V-VI
Май						
II	—	—	—	—	—	5
III	—	—	—	10	15	20
Июнь						
I	—	—	—	15	20	20
II	—	1	2	20	25	30
III	1	1	2	30	35	40
Июль						
I	2	2	3	30	45	50
II	3	3	4	40	55	50
III	4	4	5	50	60	60
Август						
I	5	5	5	50	55	55
II	4	5	5	30	45	50
III	3	4	4	20	35	40
Сентябрь						
I	2	2	2	20	25	25
II	1	1	2	—	10	15
III	—	1	1	—	—	10
Октябрь						
I	—	1	1	—	—	—
Всего за сезон	25	30	35	315	425	470

Величину суточного рациона на каждую декаду в процентах от массы рыбы рассчитывают по формуле (%):

$$P = K \cdot 100/m,$$

где  $P$  — суточный рацион, % массы рыбы на данный период;  $K$  — количество корма в сутки, г или кг;  $m$  — масса рыбы, г или кг.

**39. Распределение корма по месяцам вегетационного сезона**

Месяцы, декады	Общий прирост	Прирост карпа за счет		Прирост, % общего за сезон	Количество корма на декаду (месяц, сутки)	
		естественной пищи, г	искусственного корма, г		на одну рыбу, г	на всех рыб, ц
Июнь, III	2,0	0,5	1,5	12	7,5	—
Итого за сезон	25,0	12,5	12,5	100	62,5	—

**Пример** (табл. 39). Общий прирост молоди карпа за III декаду июня составил 2 г, за сезон — 25 г. При двукратной плотности посадки прирост за счет естественного корма в среднем за сезон составит  $25,0 : 2 = 12,5$  г, столько же — за счет искусственного корма. Если прирост за счет искусственного корма за декаду составит 1,5 г, или 12 % сезонного прироста ( $1,5 \cdot 100 : 12,5 = 12\%$ ), то и количество корма, необходимого на этот период, должно быть 12 % общего количества за сезон. При коэффициенте оплаты корма, равным 5, на одну рыбу за сезон потребуются  $12,5 \cdot 5 = 62,5$  г корма, из них на III декаду июня —  $1,5 \cdot 5 = 7,5$  г (или 12 %). Суточный рацион составит  $P = 0,75 \cdot 100 : 5 = 15\%$  при средней массе рыбы 5 г.

В отличие от карпа пищевые потребности радужной форели обеспечиваются практически полностью за счет искусственных кормов. Поэтому расчет необходимого количества корма для выращивания форели упрощен, достаточно знать кормовой коэффициент корма и планируемый прирост массы рыб. Кормовые коэффициенты: для стартовых гранулированных форелевых кормов — 1,2–1,5, пастообразных — 2–3, продукционных — 1,5–2 и 3–4, для производителей — 2 и 3–5. Прирост массы сеголетков за вегетационный сезон составляет 20 г, двухлетков 130 г, производителей 500 г.

**Пример.** Рассчитать необходимое количество корма для выращивания 20000 двухлетков форели на вегетационный сезон. Оно составит:  $K = aPN = 2 \cdot 0,13 \cdot 20000 = 5200$  кг, где  $a$  — кормовой коэффициент;  $P$  — прирост массы рыб, г;  $N$  — количество рыб, шт.

Здесь было показано, как рассчитать планируемое количество корма для карпа и форели на сезон, месяц, декаду, сутки. Количество вносимого в пруд корма может отличаться от планового. Это касается прежде всего суточных доз и связано с изменением условий выращивания. ВНИИПРХом разработаны инструкции по нормированию кормления сеголетков, двухлетков (для трехлетнего оборота), товарных двухлетков, трехлетков карпа, производителей и ремонтного поголовья в зависимости от массы рыб, температурного и кислородного режимов прудов для разных зон рыбоводства. Такие же инструкции разработаны и для нормирования кормления форели. В них приводятся таблицы для расчета суточной нормы корма.

Д. Хаскеллом применительно к условиям постоянной температуры выращивания предложена следующая формула для расчета суточного рациона форели (%):

$$Y = 3K\Delta l \cdot 100/l,$$

где  $Y$  — искомая суточная доза кормов, % массы тела;  $3$  — постоянная величина;  $\Delta l$  — среднесуточный прирост длины рыбы, см;  $l$  — длина рыбы, см.

Другой вариант расчетов предложен Х. Виллогби. Он предлагает учитывать изменение содержания кислорода в притекающей в пруд воде. Формула выглядит следующим образом:

$$Y = (K_n - K_k) 1,44n/220,$$

где  $Y$  — искомое количество корма в день, кг/сут;  $K_n$  — начальное содержание кислорода в притекающей воде (12 мг/л);  $K_k$  — конечное минимальное содержание кислорода в вытекающей воде (7 мг/л); 1,44 — количество воды (т/сут) при интенсивности подачи 1 л/мин; 220 — необходимое количество кислорода для усвоения рыбой 1 кг гранулированного корма (в данном случае для корма с калорийностью 2640 ккал/кг; при другой калорийности корма надо учитывать, что на 1 ккал сухого сбалансированного корма необходимо 83,3 мг кислорода (это значит, что для корма с калорийностью 3500 ккал/кг в знаменателе формулы будет иное число —  $3,5$  ккал  $\cdot$  83,3 мг  $O_2 = 292$  г);  $n$  — водообмен, л/мин (площадь пруда 500 м<sup>2</sup>, глубина 1 м).

**Пример.**  $Y = (12-7)1,44 \cdot 8333/220 = 272,7$  кг/сут. Таким образом, в стандартный пруд площадью 500 м<sup>2</sup>, глубиной 1 м при соблюдении указанных в условии задания характеристик можно вносить 272,7 кг гранулированного корма в 1 сут.

В обоих приведенных вариантах расчетов косвенно учитывают массу рыб и температуру воды, поэтому широкое распространение получили таблицы для расчета суточной нормы корма. При повышении температуры воды до 22 °С суточную норму уменьшают вдвое. При более высокой температуре кормление, как правило, прекращают.

При кормлении форели очень важно, чтобы калорийность корма соответствовала оптимальному уровню: для сухого стартового корма – 3–3,5 тыс. ккал/га; продукционного – 2,5–3 тыс. ккал/га. Если содержание энергии выходит за пределы нормы, необходимо делать корректировку суточной дозы корма:

$$Y = ab/c,$$

где  $Y$  – искомая суточная доза корма с калорийностью, не соответствующей оптимальному уровню, % массы тела рыбы;  $a$  – оптимальная калорийность корма;  $b$  – суточная норма кормления, % массы тела рыбы (данные таблицы);  $c$  – калорийность корма, предназначенного к использованию, ккал/кг.

**Задание.** Используя данные табл. 40, определить общее количество корма, необходимое для кормления сеголетков и двухлетков карпа, и распределить его по месяцам и декадам вегетационного сезона. Рассчитать суточные рационы (каждый вариант задания может быть выполнен для любой рыбоводной зоны; для III–VII зон учесть дополнительный расход кормов на растительных рыб.

#### 40. Варианты заданий

Номер варианта	Категории прудов	Площадь прудов, га	Кратность посадки	Вид корма
1	Выростные	20,0	3	Гранулированный
	Нагульные	100,0	4	"
2	Выростные	50,0	2	Тестообразный
	Нагульные	250,0	4	"
3	Выростные	100,0	3	Гранулированный
	Нагульные	750,0	5	Тестообразный
4	Выростные	80,0	2	Гранулированный
	Нагульные	800,0	5	Тестообразный

#### Тема 27. СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРУДОВ ПОЛНОСИСТЕМНОГО КАРПОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Сроки эксплуатации рыбоводных прудов устанавливают в зависимости от климатических условий местности в соответствии со схемой технологического процесса. Конкретные даты тех или иных производственных процессов определяют прежде всего с учетом биологических особенностей разводимого объекта – сроков размножения, эмбрионального и личиночного периодов развития, роста, условий питания и зимовки и зависимости этих показателей от температуры

воды. Учитывают также технические и организационные условия: мощность хозяйства, количество и площади тех или иных прудов, обеспеченность хозяйства водой, наличие рабочей силы, уровень механизации и др.

Первым рыболовным процессом в календарном году является облов зимовальных прудов, "разгрузка", профилактическая обработка рыбы и зарыбление нагульных прудов. Начало облова зимовальных прудов и зарыбление нагульных соответствуют дате устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 5 °С.

В зависимости от количества зимовальных прудов, наличия трудовых ресурсов, транспортных средств и уровня механизации, профилактической обработки, с учетом количества посаженной на зимовку рыбы и с учетом запланированного выхода ее из зимовалов составляется план облова-зарыбления.

Подачу воды в зимовальный пруд прекращают в день его облова (не раньше чем за 1 сут до него). Нагульные пруды начинают заполнять заранее. При их наполнении желательно стремиться к тому, чтобы к моменту зарыбления пруды были заполнены не более чем на 25–30 % полного объема, если это позволяют гидрологические условия источника водоснабжения, продолжительность весеннего паводка, объем водохранилища. Затем на протяжении времени, определенного рыбо-водно-биологическими нормативами, их объем доводят до НПУ. Такое заполнение прудов приведет к более равномерному во времени развитию кормовой базы, обеспечит выращиваемую рыбу естественными живыми кормами более длительный период и будет способствовать улучшению ее темпа роста.

Водообмен в нагульных прудах прекращают за 20–25 сут до начала осенних обловов. Начало обловов этих прудов соответствует дате устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 10 °С в период спада. В это время рост рыбы резко замедляется и ее отправляют на реализацию, часть пересаживают в садки.

Сразу после окончания зарыбления нагульных прудов, а по возможности параллельно с их зарыблением начинают облов зимних маточных прудов и бонитировку производителей. При проведении бонитировки производителей, отобранных для получения потомства, отсаживают в садки самок отдельно от самцов. Для этих целей можно использовать также преднерестовые и освободившиеся зимовальные пруды. При повышении температуры воды до 10 °С производителей начинают подкармливать искусственными кормами с высоким содержанием белка, а также пророщенным зерном ржи, ячменя или пшеницы. Производителей, которые в данном сезоне не будут использоваться в процессе воспроизводства, высаживают сразу в летние маточные пруды. Завершив бонитировку производителей и распределив их по садкам и отведенным для них прудам, приступают к облову зимовальных прудов и пересадке ремонта в летние маточные пруды.

Облов зимовальных прудов следует проводить как можно быстрее и в максимально ранние сроки.

Следующим производственным процессом является проведение нереста для карпа или заводской инкубации икры для карпа и растительноядных рыб.

Для проведения нереста карпа в нерестовых прудах их заполнение водой необходимо производить за день до посадки производителей на нерест. Заливать пруды раньше не следует, так как это будет способствовать развитию хищных беспозвоночных животных – врагов личинок карпа, кроме того, могут начаться процессы гниения нерестового субстрата, что ухудшает условия дыхания развивающейся икры и личинок. Нерестовые пруды должны быть подготовлены: пророборонваны, освобождены от прошлогодней отмершей растительности, произвесткованы и промыты. В них должен быть заранее подготовлен нерестовый субстрат. Срок посадки производителей на нерест обычно соответствует дате устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 18 °С, температура воды в нерестовике должна быть 17–18 °С. При таких условиях начинается нерест. Облов нерестовых прудов проводят, когда личинки достигнут 3–5-дневного возраста (на этапе смешанного питания). Затягивать его нежелательно, так как из-за нехватки кормовых организмов в перенаселенном пруду начнется голодание личинок, что приведет к их повышенной гибели и ухудшению качества выращаемого потомства.

При проведении заводской инкубации икры весь процесс следует организовать так, чтобы получить 3–5-дневных личинок, перешедших на смешанное питание, ко времени устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 15 °С в период подъема. Поэтому сроки получения зрелых производителей при заводском методе воспроизводства, сроки инкубации икры и выдерживания личинок должны быть строго обоснованы.

Наполнение выростных прудов нельзя начинать раньше чем за 7 дней до начала зарыбления. К началу зарыбления выростные пруды должны быть заполнены не более чем на 20 % их общего объема. Дальнейшее залитие до НПУ проводится в течение времени, определенного нормативами. Таким образом, достигается наиболее полное развитие и использование зоопланктона – основного корма личинок рыб.

Водообмен в выростных прудах прекращают за 10 дней до начала осеннего облова. Начало облова соответствует дате устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 5 °С в период спада. Заливают водой зимовальные пруды за 10–15 дней до посадки рыбы после необходимых мелиоративных работ. Перед посадкой сеголетков в зимовальные пруды следует провести их сортировку по видам и размерам, а также профилактическую обработку. Закончить пересадку рыбы на зимовку необходимо до того, как среднесуточная температура воздуха понизится до 0 °С, иначе будут подморожены жабры и повышенный отход по этой причине произойдет уже в начале зимовки. В те же сроки пересаживают на зимовку производителей и ремонтное поголовье.

**Задание 1.** Установить даты зарыбления и облова прудов различных категорий для полносистемного прудового хозяйства, расположенного в ... (район расположения указывает преподаватель).

**2.** Определить сроки наполнения и спуска прудов (начало наполнения и его продолжительность, прекращение подачи воды, начало и продолжительность опорожнения прудов, продолжительность подачи воды в пруды по сезонам года). Образец выполнения задания приведен в табл. 41.

#### 41. Календарные сроки эксплуатации прудов

Категории прудов	Наполнение прудов до НПУ			Зарыбление	
	начало	продолжительность	конец	начало	конец
Выростные	17.05	15	1.06	23.05 6.06	24.05 7.06
Зимовальные	5.10	10	15.10	15.10	25.10
Нагульные	1.04	30	30.04	15.04	20.04
Зимние маточные	13.10	1	14.10	15.10	16.10
Зимние ремонтные	13.10	1	14.10	15.10	21.10
Летние ремонтные	15.04	3	18.04	25.04	27.04
Летние маточные	15.04	3	18.04	25.04	27.04
Садки:					
1—3-й	22.09	1	23.09	24.09	14.10
4-й	22.09	1	23.09	24.09	14.10
5—7-й	22.09	1	23.09	24.09	14.10

*Продолжение*

Категории прудов	Прекращение подачи воды	Спуск	Облов	
			начало	конец
Выростные	5.10	11.10	15.10	25.10
Зимовальные	20.04	15.04	15.04	20.04
Нагульные	25.08	14.09	24.09	14.10
Зимние маточные	27.04	27.04	27.04	27.04
Зимние ремонтные	27.04	25.04	25.04	27.04
Летние ремонтные	10.10	14.10	15.10	21.10
Летние маточные	10.10	14.10	15.10	16.10
Садки:				
1—3-й	26.12	20.12	20.12	26.12
4-й	22.02	20.02	20.02	22.02
5—7-й	6.03	1.03	1.03	6.03

Для определения календарных сроков проведения рыбоводных работ следует воспользоваться средними многолетними датами устойчивого перехода среднесуточной температуры воздуха через 0,5, 10, 15, 18 и 20 °С весной и осенью в периоды весеннего подъема и осеннего

спада температуры для данной местности. Их определяют по графикам и картам А. Н. Лебедева (1960). Поскольку проведение различных производственных процессов связано с использованием прудов соответствующих категорий, то с учетом климатических характеристик устанавливают даты начала зарыбления и облова тех или иных прудов, а с учетом технических норм (продолжительности наполнения и спуска прудов), нормы выработки на одного работающего по объему облавливаемой и зарыбляемой рыбы, норм для санитарной обработки рыбы и др. определяют продолжительность облова и зарыбления.

## **Тема 28. РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ВОДЫ, КИСЛОРОДА И ТАРЫ**

В связи с развитием инфраструктуры рыбоводных хозяйств, кооперацией и специализацией в рыбоводстве, расширением акклиматизационных и трансплантационных мероприятий, выходящих не только на общесоюзный, но и на межгосударственный уровень, значительно возрастают роль и место перевозок икры, молоди и производителей рыб.

Ключевыми моментами при перевозке икры, молоди и производителей рыб являются: определение оптимального соотношения объема транспортной емкости, воды и рыбы в ней; определение потребного количества кислорода; расчет необходимого количества тары.

Исследования показывают, что даже длительные (до 10 сут) перевозки молоди и взрослых рыб при насыщении воды кислородом 160–360 % не оказывают отрицательного влияния на организм. И в то же время на состояние перевозимых гидробионтов оказывает неблагоприятное воздействие накопление продуктов обмена, в частности  $\text{CO}_2$ , в результате которого даже при содержании в воде кислорода 10 мг/л и более наступает угнетенное состояние рыб. Критическими значениями содержания  $\text{CO}_2$  для карпа являются 140 мг/л, для форели – 60 мг/л. Накапливание также в воде солевого аммиака до 25–50 мг/л приводит к угнетению рыб. Увеличение продолжительности перевозки приводит к большим потерям в партии, отличающейся большей разнородностью перевозимого материала (икра, молодь, взрослые особи) даже при невысокой плотности посадки. Соотношение объема перевозимых организмов и воды должно быть около 1 : 10, соотношение же массы рыбы и массы воды составляет около 1 : 100. Особенно важно соблюдать их при перевозке мелких объектов, более восприимчивых к механическим воздействиям и имеющих более высокий уровень обменных процессов. Для крупных рыб это соотношение может быть от 1 : 2 до 1 : 6.

При перевозке икры в полиэтиленовых пакетах с водой целесообразно размещать их в вертикальном положении для смягчения механических ударов. При перевозке личинок, имеющих более высокий обмен веществ, целесообразно мешки размещать горизонтально для более эффективного удаления углекислого газа из воды. Если

перевозят более крупных рыб и производителей в канах, контейнерах, живорыбном транспорте, то рекомендуется оставлять прослойку воздуха, через которую осуществляется газообмен, не более 4–6 см от горловины емкости. При большем расстоянии возникает опасность укачивания и механического повреждения рыбы.

При расчете количества воды, заливаемой в емкости при перевозке икры, личинок, молоди и производителей, можно исходить из рекомендуемых норм загрузки организмов и соотношения воды и живой массы (табл. 42).

#### 42. Усредненные нормативы плотности посадки икры, молоди и производителей

Объекты транспортирования	Перевозка в пакетах, кг/л**			Перевозка в живорыбном автотранспорте, кг/л**	
	икра	молодь	производители	молодь	производители
Карповые	—	0,03–0,1	0,6	0,03–0,1	0,1–0,2
Лососевые	0,4 *	0,02–0,1	0,4–0,6	0,01–0,03	0,1
Осетровые	0,2–0,4	0,02–0,1	0,3–0,6	0,01–0,03	0,05–0,1

*Продолжение*

Объекты транспортирования	Перевозка в живорыбных вагонах, кг/л***	Перевозка в контейнерах**	
	производители	икра, г/см <sup>2</sup>	производители, кг/л
Карповые	0,1	0,02–0,1	1–2
Лососевые	0,1	2,0	1–2
Осетровые	0,1	0,3–1,0	1–2

\* Икра сиговых.

\*\* Перевозка до 24 ч.

\*\*\* Перевозка до 3–5 сут.

Более точно рассчитать требуемое для успешной перевозки количество воды можно по формуле

$$L = (ВДПК)/У,$$

где  $L$  – требуемое количество воды, л;  $B$  – масса рыбы, кг;  $D$  – длительность транспортирования, ч;  $P$  – выделение  $CO_2$ , мл/(кг · ч);  $K$  – коэффициент растворения  $CO_2$ ;  $У$  – критический уровень содержания  $CO_2$  в воде, мл/л.

Значения коэффициента  $K$  растворения  $CO_2$  приведены ниже.

Температура, °С	5	10	15	20	25
Коэффициент $K$	0,58	0,55	0,50	0,48	0,40

Значения показателя выделения  $\text{CO}_2$  (потребления кислорода) и критический уровень его приведены в табл. 43.

**43. Выделение  $\text{CO}_2$  (потребление кислорода)\* и критический уровень  $\text{CO}_2$**

Средняя масса рыб, г	Критический уровень $\text{CO}_2$ , мл/л	Выделение $\text{CO}_2$ (потребление кислорода) рыбой, в мл/(кг·ч), при температуре в °С				
		5	10	15	20	25
<b>Карповые</b>						
0,0012–0,0015	80	—	—	350	420	500
0,02–0,03	100	—	—	210	270	430
0,2–0,5	100	—	—	130	180	250
1,0–2,0	100	40	70	100	150	200
5,0–10,0	120	30	60	80	120	150
20,0	120	20	40	70	90	120
Взрослые	140–160	0	20	40	60	100
<b>Осетровые</b>						
0,01–0,03	40	120	170	250	450	700
0,2	20	90	120	180	300	600
0,5	20	70	100	150	230	400
1,0–2,0	20	40	70	100	150	200
5,0–10,0	20	30	60	80	120	150
20,0	20	20	40	70	80	120
Взрослые	40	10	20	40	60	100
<b>Лососевые</b>						
0,0012–0,2	60	160	230	300	400	
0,5	60	70	130	200	280	
1,0–2,0	60	60	110	180	250	
5,0–10,0	60	50	100	150	210	
20,0–50,6	60	40	90	130	190	
Взрослые	60	30	50	80	110	

\* При дыхании рыбы на единицу потребляемого кислорода выделяется единица  $\text{CO}_2$ ; при соотношении воды и кислорода в пакете 1 : 1 в воде остается половина выделенного рыбой  $\text{CO}_2$ , другая половина поступает в пространство над водой.

Другая формула, которая дает возможность рассчитать требуемые объемы воды, учитывает содержание кислорода в воде и его потребление:

$$L = \frac{ВДП}{(K_1 - K_2)},$$

где  $L$  — количество воды, л;  $V$  — масса рыбы, кг;  $K_1$  — содержание кислорода в воде в начале транспортирования, мл/л;  $K_2$  — содержание кислорода, при котором наступает угнетение, мл/л;  $D$  — длительность транспортирования, ч;  $P$  — потребление кислорода рыбой, мл/(кг·ч).

Значения  $K_1$  определяют непосредственно при загрузке в емкость рыбы; значения  $K_2$  следует принимать для карповых и осетровых 3 мл/л; для лососевых 4 мл/л; значения  $P$  берут из таблицы.

**Пример.** Требуется перевезти 250 кг 50-граммовой форели в течение 10 ч; выделение  $CO_2$  при температуре 10 °С составляет 90 мл/(кг·ч), коэффициент растворения  $CO_2$  0,55, критический уровень  $CO_2$  60 мл/л. Так как  $L = ВДПК/У$ , подставив значения, получим результат:  $L = 250 \cdot 10 \cdot 90 \cdot 0,55/60 = 2063$  л. Объем емкости живорыбной машины 2300 л, поэтому для перевозки такого груза понадобится использовать одну машину.

Для расчета количества кислорода, обеспечивающего нормальную перевозку живого материала, используют следующие нормы: 1 баллон (емкость 6 кг кислорода) используют для зарядки 200 малых (40 л) или 30 больших (300 л) полиэтиленовых пакетов и транспортирования их продолжительностью по времени до 1 сут; 1 баллон используют для насыщения кислородом живорыбной емкости (2–3 м<sup>3</sup>) на автомашине для перевозки в течение 10–12 ч. В малых емкостях (бидоны, каны) расход кислорода составляет 0,07 л/ч.

При перевозке в полиэтиленовых пакетах живых объектов используют упаковочную тару и сопутствующие материалы (табл. 44).

#### 44. Нормы расхода тары и материалов при изготовлении и упаковке пакетов

Наименование материалов	Норма расхода на один двухслойный пакет	Ориентировочная цена, руб.
Полиэтилен, г	200–300	1–05
Шланг резиновый, г	20	0,65 ÷ 1–64
Изоляционная лента, см	50	3–00
Сеточник хлопчатобумажный, г	200	1–49 ÷ 2–50
Марля, см	25	0–12 ÷ 0–14
Картонная тара, шт.	1,5	0–44 ÷ 0–80
Восковые карандаши, шт. на 20 пакетов	1	0–10
Свечи парафиновые, шт.	1	3–00
Лейкопластырь, рулонов на 200 пакетов	1	0–40 ÷ 1–00
Металлический зажим, шт.	1	0–82 ÷ 2–40

**Задание.** Рассчитать количество воды, кислорода и тары при перевозке икры, молоди и производителей рыб в полиэтиленовых пакетах, контейнерах, канах, на автомобильном и железнодорожном живорыбном транспорте (объем перевозки определяется преподавателем).

---

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

---

- Временные нормы технологического проектирования прудовых рыбоводных хозяйств. — М., 1982. — 166 с.
- Каспин Б. А., Луныков А. Д. Проектирование рыбоводных предприятий. — М.: Агропромиздат, 1990. — 300 с.
- Катасонов В. Я., Гомельский Б. И. Селекция рыб с основами генетики. — М.: Агропромиздат, 1991. — 208 с.
- Никольский Г. В. Частная ихтиология. — М.: Высшая школа, 1971. — 471 с.
- Коллектив авторов. Комбикорма для рыб. — М.: Агропромиздат, 1989.—168 с.
- Титарев Е. Ф. Форелеводство. — М.: Пищевая промышленность, — 1981.— 167 с.

---

## ОГЛАВЛЕНИЕ

---

Введение .....	3
<b>Глава I. Биологические особенности рыб, разводимых и выращиваемых в прудах</b> .....	<b>5</b>
Тема 1. Биологическая и хозяйственная характеристика рыб .....	5
Тема 2. Эмбриональный, личиночный и мальковый периоды развития карпа .....	17
Тема 3. Эмбриональный, личиночный и мальковый периоды развития растительноядных рыб .....	27
Тема 4. Эмбриональное развитие форели .....	43
Тема 5. Эмбриональное развитие сиговых рыб (на примере омуля) .....	52
<b>Глава II. Заводской способ получения потомства рыб</b> .....	<b>58</b>
Тема 6. Гормональная стимуляция созревания производителей рыб .....	58
Тема 7. Обесклеивание икры при заводском способе получения личинок (на примере карпа) .....	66
Тема 8. Инкубационные аппараты и инкубация икры .....	70
<b>Глава III. Естественная кормовая база прудов</b> .....	<b>75</b>
Тема 9. Методы определения величины первичной продукции .....	75
Тема 10. Макрофиты прудов и их хозяйственное использование .....	79
Тема 11. Определение естественной кормовой базы прудов .....	85
<b>Глава IV. Производственные процессы в рыбоводстве</b> .....	<b>90</b>
Тема 12. Контроль за выращиванием рыбопосадочного материала и товарной рыбы .....	90
Тема 13. Оценка качества и прогноз зимовки сеголетков карпа .....	94
<b>Глава V. Интенсификация прудового рыбоводства</b> .....	<b>98</b>
Тема 14. Племенная работа: породные группы карпа, определение экстерьерных показателей .....	98
Тема 15. Удобрения, применяемые в прудовом рыбоводстве. Определение потребности прудов в удобрении .....	112
Тема 16. Корма, применяемые в прудовом рыбоводстве .....	117
Тема 17. Методы определения пищевых потребностей рыб .....	121
Тема 18. Методы определения калорийности водных организмов и искусственных кормов .....	129
<b>Глава VI. Холоднолюбное форелевое хозяйство</b> .....	<b>132</b>
Тема 19. Оценка качества производителей форели и их полсовых продуктов .....	132
<b>Глава VII. Рыбоводно-биологические расчеты</b> .....	<b>135</b>
Тема 20. Рыбопродукция и рыбопродуктивность прудов .....	135

Тема 21. Расчет плотности посадки рыб в пруды .....	140
Тема 22. Расчет площадей прудов основных категорий в хозяйствах различных систем и оборотов .....	143
Тема 23. Расчет количества рыб в маточном стаде карпа и площадей летних и зимних маточных прудов .....	151
Тема 24. Известкование рыбоводных прудов .....	155
Тема 25. Расчет необходимого количества минеральных удобрений и порядок их внесения .....	157
Тема 26. Расчет необходимого количества кормов для карпового и форелевого прудовых хозяйств .....	160
Тема 27. Составление календарного графика эксплуатации прудов полносистемного карпового хозяйства .....	164
Тема 28. Расчет количества воды, кислорода и тары .....	168
Список рекомендуемой литературы .....	172

*Учебное издание*

**Саковская Валентина Григорьевна**  
**Ворошилова Зинаида Платоновна**  
**Сыров Всеволод Сергеевич**  
**Хрустальев Евгений Иванович**

**ПРАКТИКУМ ПО ПРУДОВОМУ РЫБОВОДСТВУ**

Зав. редакцией *Б. Ф. Дубинин*  
Художественный редактор *Т. И. Мельникова*  
Технический редактор *Н. А. Зубкова*  
Корректор *Н. В. Михайлова*

ИБ № 6703

Сдано в набор 25.10.90. Подписано в печать 22.01.91. Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная № 2.  
Гарнитура Пресс-Роман. Печать офсетная. Усл. п. л. 10,78. Усл. кр.-отт. 11,02.  
Уч.-изд. л. 12,22. Тираж 7 000 экз. Изд. № 116. Заказ № 922. Цена 50 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО "Агропромиздат", 107807, ГСП-6, Москва, Б-78,  
ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 8 Государственного комитета СССР по печати. 101898, Москва,  
Хохловский пер., 7.

**ВО "АГРОПРОМИЗДАТ"**

**в 1992 г. выпустит книгу**

**Федорченко В.И., Новоженин Н.П., Зайцев В.Ф. Товарное рыбоводство: Учебник для вузов. — М.: Агропромиздат, 1992. — 20 л.**

Описаны процессы получения и подращивания личинок, выращивания посадочного материала и товарной рыбы, а также интенсификации, селекционно-племенной работы и воспроизводства рыб в прудовом рыбоводстве. Дана характеристика индустриального, озерного, морского рыбоводства.

Заказы на интересующие Вас издания принимают книжные магазины, распространяющие научно-техническую литературу.