

Н. Г. ПАШИНОВА, Г. А. МОСКУЛ

# ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ



Краснодар  
2014

Министерство образования и науки Российской Федерации  
КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Н. Г. ПАШИНОВА, Г. А. МОСКУЛ

ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО  
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Краснодар  
2014

УДК 639.3(076.5)

ББК 47.2я7

П 221

Рецензенты:

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор

*В. Я. Скляров*

Доктор биологических наук, доцент

*В. В. Тюрин*

**Пашинова, Н. Г., Москул, Г. А.**

П 221 Товарное рыбоводство: лабораторный практикум / Н. Г. Пашинова, Г. А. Москул. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2014. 155 с. 100 экз.  
ISBN 978-5-8209-1022-7

В лабораторном практикуме освещены вопросы биологии основных прудовых рыб, производственных процессов прудового рыбоводства, племенной работы, перевозки живой рыбы и икры. Описаны методы естественного и заводского воспроизводства прудовых рыб, а также периоды эмбрионального, личиночного и малькового развития карпа и растительных рыб.

Составлен в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура».

Адресуется студентам, обучающимся по направлению подготовки 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура».

УДК 639.3(076.5)

ББК 47.2я7

ISBN 978-5-8209-1022-7

© Кубанский государственный  
университет, 2014

© Пашинова Н.Г., Москул Г.А., 2014

## ВВЕДЕНИЕ

После значительного спада производства товарной рыбы в России в результате экономического кризиса (с минимумом в 1996 г. 53,31 тыс. т) в последние годы прослеживается чёткая тенденция увеличения объёмов выращивания товарной рыбной продукции.

Согласно Стратегии развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года, объёмы производства товарной рыбной продукции должны достигнуть 410 тыс. т, в том числе: прудовое рыбоводство — 215, индустриальное рыбоводство — 55, пастбищное рыбоводство — 60 и марикультура — 80 тыс. т. Как видно, более 50 % продукции аквакультуры планируется получать в прудовых рыбоводных хозяйствах.

Как показывает опыт передовых рыбоводных хозяйств, товарное рыбоводство — высокопродуктивная, доходная и перспективная отрасль. Дальнейшее его развитие будет происходить на основе повышения уровня интенсификации, внедрения новых индустриальных методов производства, механизации и автоматизации производственных процессов. Всё это требует совершенствования подготовки соответствующих специалистов.

Представленный практикум, составленный в соответствии с государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 111400 «Водные биоресурсы и аквакультура», содержит лабораторные работы по курсу «Товарное рыбоводство». Для лучшего усвоения теории в каждой лабораторной работе указаны цель занятия, задание, материалы и оборудование, содержание и методика проведения занятия, приведены теоретические данные, примеры, расчёты, рекомендуемая литература, контрольные вопросы.

Издание предназначено для оказания помощи студентам при выполнении лабораторных работ по следующим темам: «Биологическая и хозяйственная характеристика основных рыб, разводимых и выращиваемых в товарных хозяйствах»; «Типы прудовых хозяйств, устройство прудов различных категорий»; «Естественное и искусственное размножение прудовых рыб»; «Выра-

щивание рыбы в выростных и нагульных прудах»; «Зимовка карпа и растительноядных рыб»; «Племенная работа в рыбоводстве»; «Кормление карпа и удобрение прудов»; «Облов прудов и учёт результатов выращивания сеголеток и товарной рыбы»; «Перевозка живой рыбы и икры».

Цель лабораторных занятий — дать студентам комплекс конкретных знаний о методах воспроизводства и выращивания товарной рыбы в прудовых хозяйствах, основная задача — закрепление теоретического материала по дисциплине «Товарное рыбоводство».

При составлении лабораторного практикума были использованы как собственные данные, так и литературные источники (*Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство. М., 2004; *Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005; *Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство (практикум). Калининград, 2005).

**Лабораторная работа № 1**  
**БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ**  
**ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ РЫБ, РАЗВОДИМЫХ**  
**И ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ТОВАРНЫХ РЫБОВОДНЫХ**  
**ХОЗЯЙСТВАХ**

**Цель занятия.** Ознакомиться с биологией основных видов рыб, разводимых и выращиваемых в товарных рыбоводных хозяйствах Российской Федерации. Установить хозяйственно полезные признаки прудовых рыб, выяснить возможность их использования при интенсивном ведении товарного рыбоводства.

**Задание.** Изучить биологические особенности разводимых и выращиваемых в прудовых хозяйствах рыб. Ознакомиться с биологическими и морфологическими различиями каждой из этих рыб. Выписать основные биологические и морфологические особенности изучаемых рыб и нарисовать их.

Составить сводную таблицу, в которой отразить основные сведения в следующей последовательности:

- русское и латинское название;
- географическое распространение;
- места акклиматизации (год и откуда завезена рыба);
- характер питания;
- возраст полового созревания;
- плодовитость (абсолютная, относительная, рабочая);
- диаметр икринки;
- условия нереста (субстрат, температура воды и др.);
- продолжительность инкубации икры при разной температуре воды;
- продолжительность (в сутках и градусо-днях) развития предличинок;
- продолжительность (в сутках и градусо-днях) развития личинок и мальков;
- методы получения потомства в условиях рыбоводных хозяйств (естественный нерест производителей в прудах, заводской, комбинированный);
- выращивание в условиях прудовых, озёрных и других хозяйств в монокультуре, поликультуре, в качестве добавочных рыб;

– рыбоводно-биологические нормативы (возраст, масса посадочного материала и товарной продукции, выход (%) от посадки, рыбопродуктивность (кг/га) и др.).

Ответить на контрольные вопросы.

**Материалы и оборудование.** Живая или фиксированная рыба, личинки и мальки различных видов рыб, ванночки, пинцеты, весы, измерительная доска, мерные ленты, циркули, препаровальные иглы, линейки, ножницы, лупы, чашки Петри, препараты чешуи, таблицы, цветные рисунки, плакаты, определители, учебники по товарному рыбоводству, справочная литература, микроскоп, бинокляр, счётная техника, салфетки.

## СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ

В товарных хозяйствах Российской Федерации разводят и выращивают различные виды рыб. Далее представлена краткая биологическая характеристика основных видов.

**Карп (*Cyprinus carpio* LINNAEUS, 1759)** — одомашненный и улучшенный путём длительной селекционной работы сазан, основной объект разведения в тепловодных хозяйствах России и других стран. Неприхотлив к условиям среды, интенсивно питается и растёт при температуре воды 22—28 °С, отличается вкусным, нежным и жирным мясом. Содержание жира колеблется от 3 до 10 %.

По чешуйчатому покрову карпы делятся на чешуйчатых, зеркальных, рамчатых, линейных (с разбросанной чешуёй) и голых (рис. 1).

Существует несколько пород карпа, которые отличаются от обычного карпа более высоким темпом роста, плодовитостью и оплатой корма. В большинстве хозяйств РФ разводят чешуйчатого и зеркального с разбросанной чешуёй карпов. Они характеризуются хорошей зимостойкостью, быстрым ростом, высокой жизнестойкостью по сравнению с линейным и голым карпами.

Половозрелыми карпы становятся в возрасте 3—4 лет. В центральных районах страны полноценными производителями считаются самцы с 5-летнего и самки с 6-летнего возраста. В южных районах — на один год раньше. Процесс икротетания повторяется

ежегодно и происходит при температуре воды 16—18 °С, а иногда и при более низкой. Икра клейкая, размером 1,2—1,4 мм. Самка массой 6 кг вымётывает около 1 млн икринок, из которых через 3—6 дней (в зависимости от температуры воды) появляются личинки. От одного гнезда производителей (1 самка и 2 самца) получают в среднем около 100 тыс. мальков (10 % от отложенной самкой икры).

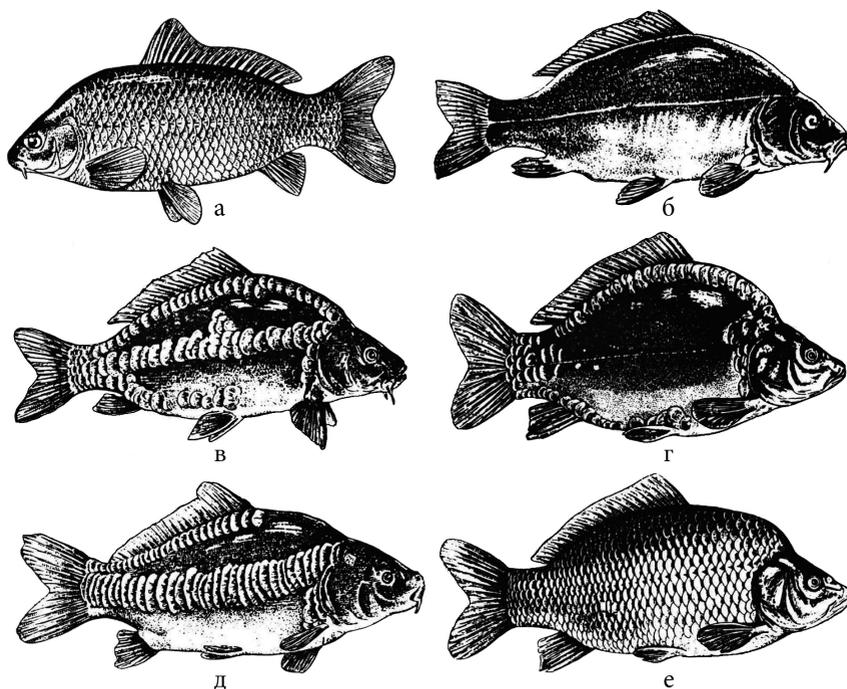


Рис. 1. Карп обыкновенный — *Cyprinus carpio* LINNAEUS, 1759:  
а — чешуйчатый; б — голый; в — зеркальный разбросанный; г — рамчатый; д — зеркальный линейный; е — украинский чешуйчатый

Для повышения выхода личинок и получения их в более ранние сроки разработан заводской метод воспроизводства карпа. Суть его заключается в получении зрелых половых продуктов путём гипофизарных инъекций. Икра искусственно оплодотворяется, обесклеивается, подвергается инкубации в аппаратах Вейса или в лотках в приклеенном состоянии по методу Садова — Коханской.

Заводской метод позволяет получить молодь на 1—1,5 мес. раньше и в значительно большем количестве, чем в нерестовых прудах.

Карп относится к всеядным рыбам. В первый период развития молодь питается зоопланктоном, с ростом начинает больше потреблять бентосные организмы. Взрослая рыба поедает мягкую растительность, водоплавающих насекомых, моллюсков и т. д. Карп также хорошо потребляет и усваивает комбикорма, которые состоят в основном из растительных компонентов.

По принятым в прудовых хозяйствах нормативам на первом году жизни карп должен достигнуть массы 25—30 г, а на втором — 450—550 г. При хороших условиях выращивания за одно лето некоторые экземпляры достигают 200—500 г. В лучших хозяйствах страны получают по 2,0—3,0 т товарного карпа с 1 га, а в отдельных случаях — до 4,0 т.

**Белый толстолобик** (*Hypophthalmichthys molitrix* (VALENCIENNES, 1844)) — пресноводная стайная рыба. Тело высокое, покрыто очень мелкой светлой чешуёй. Глаза расположены ниже средней линии тела, рот обращён кверху. Глоточные зубы однорядные. Максимальная масса — 30 кг (рис. 2).

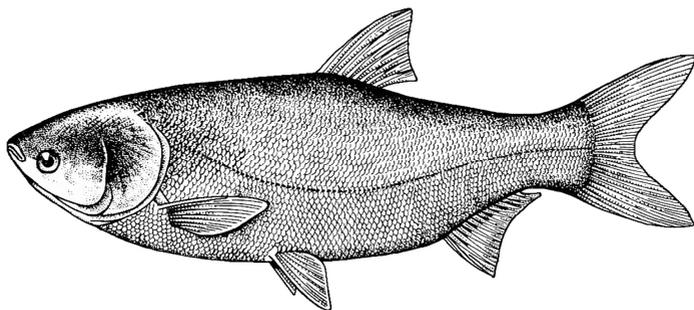


Рис. 2. Белый толстолобик — *Hypophthalmichthys molitrix* (VALENCIENNES, 1844)

Белый толстолобик — обитатель Амура и других рек Юго-Восточной Азии. Как объект рыбоводства широко расселён в странах Азии и Европы. В настоящее время выращивается во многих прудовых хозяйствах России и республик бывшего СССР.

Половой зрелости достигает в 4—5-летнем возрасте. Нерест в естественных водоёмах (река Амур и её притоки) проходит во время летнего паводка при температуре воды более 20 °С. Икра пелагическая. Плодовитость — до 2 млн икринок.

Питается белый толстолобик фитопланктоном. Жаберные тычинки у него очень тонкие, прилегают одна к другой, создают сетчатую пластинку, которая переплетена перемычками, образуя ячеистую сетку. Это позволяет задерживать мелкие водоросли. Оптимальная температура для роста и питания — 26—32 °С.

Рекомендуется для выращивания в прудовых хозяйствах в поликультуре, что позволяет дополнительно получать в южных районах страны (Краснодарский край) до 3,0 т/га, а в центральных областях России — до 1,0 т/га товарного толстолобика.

**Пёстрый толстолобик (*Aristichthys nobilis* (RICHARDSON, 1846))** обитает в тех же реках, что и белый толстолобик, с которым имеет много общего в биологии. Пёстрый толстолобик отличается более тёмным цветом чешуи и более крупной головой (рис. 3). Менее требователен к теплу. При благоприятных кормовых условиях по темпу роста опережает белого толстолобика. Максимальная масса в Краснодарском водохранилище — 45 кг. Пёстрый толстолобик питается зоопланктоном, а также детритом и водорослями.

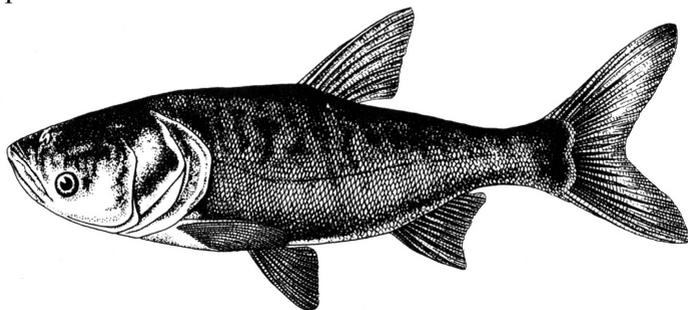


Рис. 3. Пёстрый толстолобик — *Aristichthys nobilis* (RICHARDSON, 1846)

Размножение пёстрого толстолобика и белого толстолобика сходно.

Выращивают, как и белого толстолобика, в поликультуре. Продуктивность пёстрого толстолобика составляет до 1,0 т/га.

**Гибридный толстолобик кросс (*Aristichthys vinogradovy*).** Гибридный толстолобик отличается от обоих родительских видов по ряду признаков. Окраска пёстрая с мелкими пятнышками по всему телу. Киль заканчивается, не доходя до межжаберного промежутка, и несколько меньше по высоте, чем у белого толстолобика, питается как средними формами фитопланктона, так и зоопланктоном.

**Белый амур (*Ctenopharyngodon idella* (VALENCIENNES, 1844))** акклиматизирован и выращивается в естественных водоёмах и прудовых хозяйствах европейской части России. Половой зрелости белый амур достигает в Краснодарском крае в возрасте 4—5 лет, в Московской области — 7—8 лет. В естественных условиях мечет икру на участках реки с быстрым течением при температуре воды 24—25 °С. Икра пелагическая, развитие её продолжается 30—40 ч. В прудовых хозяйствах применяется заводской метод инкубации икры (рис. 4).

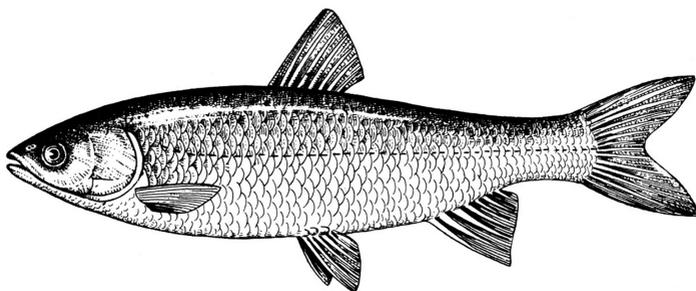


Рис. 4. Белый амур — *Ctenopharyngodon idella* (VALENCIENNES, 1844)

Основная пища белого амура — высшая водная растительность. Это ценный биологический мелиоратор в заросших растительностью прудах, оросительных и ирригационных системах, каналах и водохранилищах. При недостатке растительности белый амур потребляет задаваемые карпу комбикорма.

Белый амур — быстрорастущая рыба. Максимальная масса — 40 кг и более. В Краснодарском крае при оптимальной температуре воды и достаточном количестве пищи за первое лето выращивания может достичь массы 400—600 г, а за второе — 2—3 кг. Его обычно выращивают в поликультуре с карпом и другими

теплолюбивыми рыбами, за счёт чего дополнительно получают с 1 га водной площади от 50 до 500 кг рыбной продукции.

**Чёрный амур** (*Mylopharyngodon piceus* (RICHARDSON, 1846)) — крупная пресноводная рыба, достигающая 1,2 м и массы 36 кг, в Китае встречаются особи массой 55—60 кг. Растёт быстро. В десятилетнем возрасте достигает массы 35—38 кг при длине 110—120 см (рис. 5).

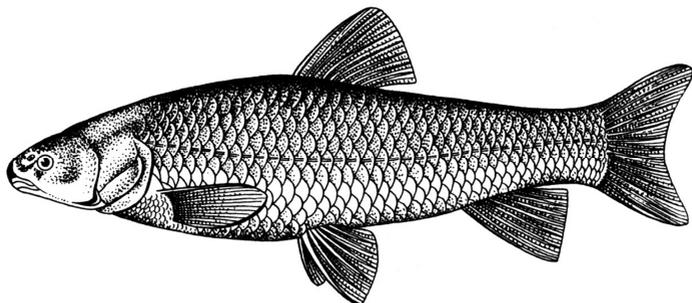


Рис. 5. Чёрный амур — *Mylopharyngodon piceus* (RICHARDSON, 1846)

Половозрелым становится в водоёмах Краснодарского края в возрасте 6—7 лет при длине 70—75 см. Нерест происходит в июне-июле на быстром течении в период подъёма уровня воды в реках, вызываемого сильными ливнями. Температура воды во время нереста — 22—26 °С. Икра пелагическая, вымётывается в один приём и сносится течением. Плодовитость самок колеблется от 300 до 800 тыс. икринок.

Чёрный амур питается в основном моллюсками, выполняя функции биологического мелиоратора и санитара как в прудовых хозяйствах, так и в естественных водоёмах. Интенсивно поедает моллюсков *Viviparus*, *Dreissena*, раковины которых измельчает мощными глоточными зубами, а также водными насекомыми и ракообразными. В прудовых хозяйствах, при совместном выращивании с карпом, охотно поедает гранулированные комбикорма.

Чёрный амур массового распространения в хозяйствах не получил. Промыслового значения в естественных водоёмах не имеет. Единичные экземпляры встречаются в среднем течении Кубани и Краснодарском водохранилище.

**Буффало (*Ictiobus RAFINESQUE, 1820*).** В Россию первую партию личинок завезли из США в 1971 г. В настоящее время в некоторых хозяйствах страны разводят большеротого — *Ictiobus cyprinellus* (RAFINESQUE, 1819), малоротого — *Ictiobus bubalus* (RAFINESQUE, 1818) и чёрного буффало — *Ictiobus niger* (RAFINESQUE, 1819) (рис. 6).

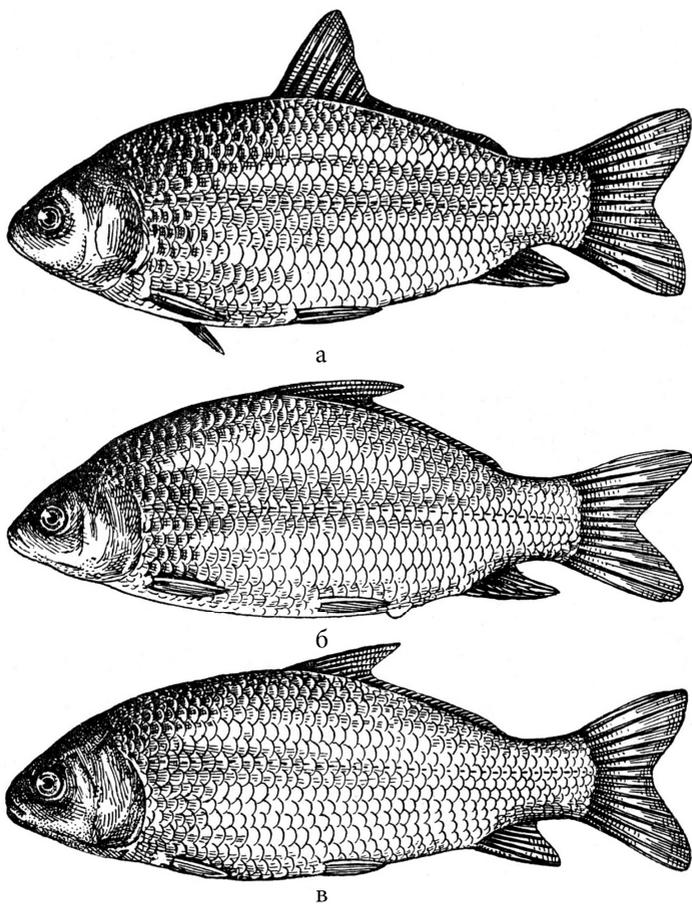


Рис. 6. Виды рода буффало:  
а — большеротый буффало — *Ictiobus cyprinellus* (VALENCIENNES, 1844);  
б — малоротый буффало — *Ictiobus bubalus* (RAFINESQUE, 1818); в — чёр-  
ный буффало — *Ictiobus niger* (RAFINESQUE, 1820)

По темпам роста преимущество имеют большеротый и чёрный буффало. Сеголетки их в условиях Краснодарского края вырастают до 40—50 г, а двухлетки — до 550—650 г. Большеротый буффало, в отличие от других видов, употребляет в основном зоопланктон, чёрный и малоротый отдают предпочтение бентосным организмам. Все виды буффало питаются комбикормом. Рекомендуется выращивать их в поликультуре с растительноядными рыбами.

**Канальный сом (*Ictalurus punctatus* (RAFINESQUE, 1818))** — рыба, имеющая высокие вкусовые качества. Завезена в РФ из США в 1972 г. Весьма теплолюбива (оптимум температуры — выше 25 °С). Канальный сом быстро растёт, характеризуется хорошей оплатой корма. Сеголетки, выращиваемые в прудах Краснодарского края, достигают массы 30—70 г, а двухлетки — 600—800 г. Эта теплолюбивая рыба может стать основным объектом для садковых и бассейновых хозяйств, использующих подогретую сбросную воду тепловых и атомных электростанций. В прудовых хозяйствах южных районов канального сома можно выращивать в поликультуре с карпом, растительноядными рыбами и буффало (рис. 7).

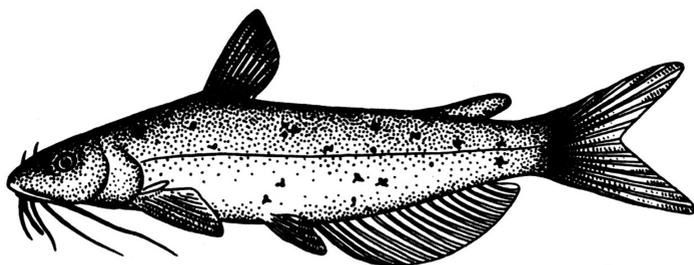


Рис. 7. Канальный сом — *Ictalurus punctatus* (RAFINESQUE, 1818)

**Тиляпии (*Tilapia*)** — рыбы семейства Цихлиды, отряд Окунеобразные. Семейство насчитывает более 70 видов, принадлежащих к 3 родам, различающихся по характеру репродуктивного поведения. У одних видов икра инкубируется в ротовой полости родителей, у других — на естественном субстрате. Наибольший интерес для аквакультуры представляют тиляпии

рода Ореохромис, у которых инкубация икры и вынашивание эмбрионов происходит в ротовой полости самки (это голубая, мозамбикская, красная, нильская тилапии, а также их межвидовые гибриды) (рис. 8).

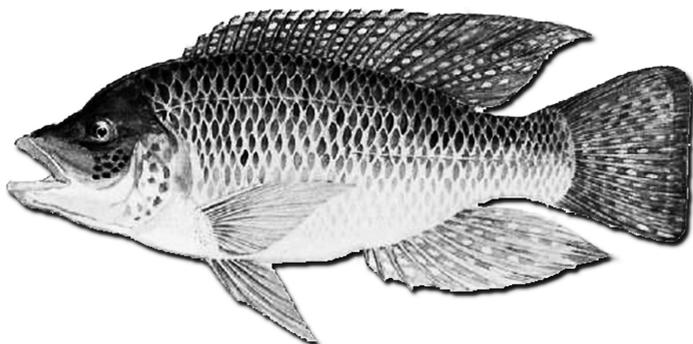


Рис. 8. Тилапия мозамбикская — *Oreochromis mossambicus* (PETERS, 1852)

Оптимальная температура для этих рыб — 25—35 °С, содержание растворенного в воде кислорода должно быть не ниже 3,0 мг/л, рН 6,8—7,6. При таких условиях выращивания тилапии быстро растут, достигая за 7—8 мес. товарной массы 250 г и более. В естественных условиях их масса может достигать 3—5 кг.

Половая зрелость наступает в 6—9 мес. С этого возраста тилапии способны нереститься до 16 раз в год. Рабочая плодовитость разных видов колеблется от 500 до 2 000 икринок.

В Российской Федерации тилапии могут стать одними из дополнительных объектов культивирования в пресноводных хозяйствах, где водоёмы действуют на отработанных тёплых водах энергетических объектов (ТЭЦ, ГРЭС, АЭС), геотермальных водах, а также в промышленных рыбоводных цехах с оборотной системой водоснабжения.

В Краснодарском крае тилапий разводят и выращивают в Мостовском районе на геотермальных водах.

**Стерлядь (*Acipenser ruthenus* LINNAEUS, 1758)** — речная рыба. Обитает в реках бассейнов Чёрного, Азовского, Каспийского и Балтийского морей. Стерлядь — самая мелкая из осетровых рыб (рис. 9).

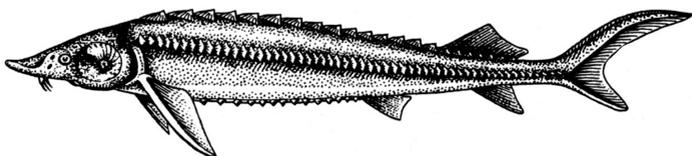


Рис. 9. Стерлядь — *Acipenser ruthenus* LINNAEUS, 1758

Длина половозрелых самок колеблется от 37 до 50 см, самцов — от 32 до 45 см. Масса самок — 1,8—2,5 кг, самцов — 1,5—2,0 кг. Половозрелости достигает на третьем-пятом году жизни. Плодовитость колеблется от 3 до 130 тыс. икринок. Нерест происходит в мае при температуре воды 14—17 °С. Инкубационный период длится 4—5 суток.

Стерлядь — ценная рыба, однако не имеющая промыслового значения из-за малочисленности.

В настоящее время ведутся работы по заводскому воспроизводству и выращиванию в прудах, бассейнах и водохранилищах.

**Бестер** (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*) — гибрид, полученный при скрещивании самки белуги и самца стерляди, кратко называется **БС** — **бестер**. Эта рыба сочетает в себе ценные свойства родительских видов. Бестер сохраняет унаследованную от белуги осморегуляторную способность, и его можно выращивать как в пресной, так и в морской воде с солёностью до 18 ‰. Он унаследовал от белуги хищные инстинкты, быстрый рост и высокие пищевые потребности, лежащие в основе приучения этой рыбы к неживым кормам (рыбному фаршу). От стерляди бестер унаследовал способность к раннему половому созреванию. Бестер обладает высоким темпом роста и скороспелостью. Половое созревание наступает у самок на шестом-восьмом, у самцов — на третьем-четвёртом году жизни, т. е. вдвое быстрее, чем у белуги. Масса сеголеток достигает 300—400, двухлеток — 1 600—1 800, трёхлеток — 2 500—3 000 г.

При скрещивании самки белуги и самца бестера (**Б** × **БС**) получается возвратный гибрид **ББС** — белшип, который растёт ещё быстрее, чем бестер. Сеголетки достигают 500, трёхлетки — 3 500 г.

Эти гибриды являются перспективными для товарного осетроводства.

**Веслонос (*Polyodon spathula* (WALBAUM, 1792))** — пресноводная рыба. Питается зоопланктоном. По спектру питания веслонос близок к пёстрому толстолобику. Характер питания определяется особенностями строения жаберного аппарата: через систему многочисленных длинных жаберных тычинок фильтруется корм. Однако веслонос способен и к активному захвату кормовых объектов, например, мелкой рыбы и комбикорма, что существенно расширяет спектр его питания.

В естественных условиях веслонос обитает в реках, впадающих в Мексиканский залив (р. Миссисипи, Миссури и др.). В Россию завезён из США в 1974 г. (рыбозаводный завод «Горячий Ключ»), в 1984 г. впервые было получено потомство от выращенных производителей.

Веслонос — крупная быстрорастущая рыба, достигающая длины более 2 м и массы 80 кг. Веслонос имеет своеобразное, отличающееся от других видов рыб, строение тела, его голова заканчивается удлинённым рылом — рострумом. Рострум составляет от 2,8 до 5,5 % от общей массы тела (рис. 10).

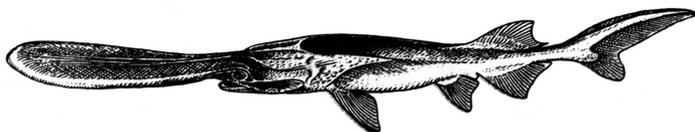


Рис. 10. Веслонос — *Polyodon spathula* (WALBAUM, 1792)

Тело у него удлинённое, прогонистое, суживающееся к хвосту. Окраска спины тёмно-серая, боков и брюха — светлая, рыло длинное, веслообразное, достигает около  $\frac{1}{3}$  общей длины тела. Чешуя отсутствует, нет и жучек, характерных для осетровых рыб.

Самцы веслоноса в условиях Краснодарского края созревают на шестом году жизни, а самки — в 9—10 лет. Половой диморфизм выражен слабо. Нерест проходит весной, на течении, при температуре 15—20 °С. Икра откладывается на песчано-галечниковый грунт. Плодовитость зависит от размера рыбы и условий её содержания. У самок массой 10 кг плодовитость составляет 60—100 тыс. икринок. Диаметр неоплодотворённых икринок колеблется от 2,2 до 3,0 мм.

При выращивании в прудах совместно с растительноядными рыбами и буффало, т. е. в условиях достаточно жёстких, веслонос растёт хорошо: сеголетки достигают массы от 150 до 900 г, двухлетки — 3—4 кг, пятилетки — до 8,5 кг. При отсутствии конкуренции в питании и хорошей кормовой базе прирост старших возрастных групп достигает за сезон 6—8 кг.

Эти рыбы хорошо переносят зимовку, что свидетельствует о возможности успешного выращивания веслоносов в различных рыбоводных зонах страны.

**Пиленгас** (*Liza haematocheilus* (TEMMINCK & SCHLEGEL, 1845)). Нативным ареалом является залив Петра Великого, Амурский залив до Амурского лимана. В 1970 г. пиленгас акклиматизирован в Чёрном, а позднее и в Азовском море. Пиленгас (рис. 11) — весьма эвригалинный и эвритермный вид, обитающий в водах с широким диапазоном солёности (от пресной до океанической) и выдерживает сезонные колебания температуры воды от отрицательной до +34 °С. Нерестится в солёной воде, а зимует в пресной. Является объектом прудового рыбоводства.

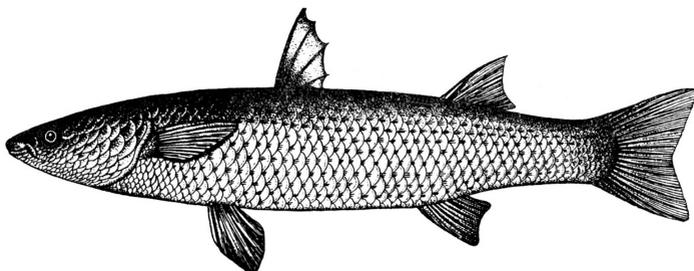


Рис. 11. Пиленгас — *Liza haematocheilus* (TEMMINCK & SCHLEGEL, 1845)

В 1994–1996 гг. проводились экспериментальные работы в рыбколхозе «Голубицкий» (Темрюкский район) по разработке биотехнологии совместного выращивания пиленгаса с прудовыми рыбами (каarp, белый и пёстрый толстолобики, белый амур).

Весной отловленных в гирлах и каналах, соединяющихся с Азовским морем, годовиков пиленгаса выпускали в нагульные пруды к карпу и растительноядным рыбам из расчёта 100—500 экз./га. К осени масса двухлетков пиленгаса составляла

350—750 г. Рыбопродуктивность по двухлеткам и трёхлеткам пиленгаса колебалась по прудам от 40 до 350 кг/га, в зависимости от плотности посадки и сроков выращивания (Москул, 1995). В настоящее время пиленгас является промысловой рыбой как в Чёрном, так и Азовском море. Уловы колеблются по годам от 5 до 10 тыс. т. Пиленгас — перспективный объект прудового рыбодства.

**Щука (*Esox lucius* LINNAEUS, 1758)** имеет удлинённое тело с вытянутым сплюсненным рылом (рис. 12). Относится к прибрежным хищникам. Выращивается в прудах совместно с двухлетками карпа, где она питается сорной рыбой, лягушками, моллюсками, жуками и головастиками.

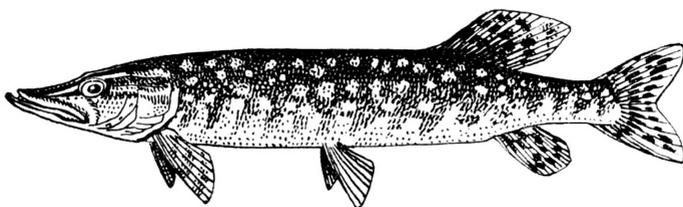


Рис. 12. Щука — *Esox lucius* LINNAEUS, 1758

Щука растёт быстро, двухлетки достигают массы до 1 кг. Зарыбление нагульных прудов мальками щуки осуществляется из расчёта 50—100 экз./га, к осени масса сеголетков составляет 100—150 г.

**Судак (*Sander lucioperca* (LINNAEUS, 1758))** — ценная промысловая рыба семейства окунёвых (рис. 13). Тело покрыто ктеноидной чешуёй, имеются два спинных плавника. Взрослый судак — хищник, молодь питается зоопланктоном.

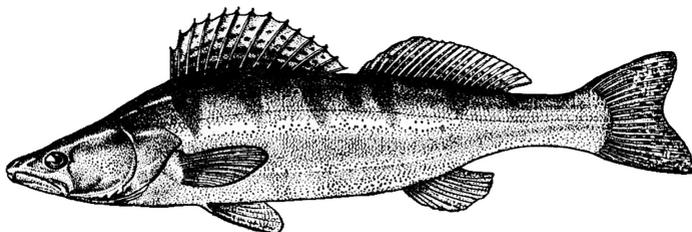


Рис. 13. Судак — *Sander lucioperca* (LINNAEUS, 1758)

Половозрелым становится на третьем-четвёртом году. Плодовитость судака колеблется от 50 до 850 тыс. икринок. Нерест происходит в апреле при температуре воды не ниже 12 °С. Икра липкая, мелкая, нерест единовременный. Место для кладки икры выбирает самец, расчищает его, устраивает небольшое гнездо, затем отложенную самкой икру оплодотворяет и охраняет до появления личинок. Продолжительность инкубации икры — от 3 до 8 дней. Первое время личинки питаются ракообразными, а в мальковом возрасте переходят на питание личинками и мальками других рыб (уклея, плотва, густера и др.).

В нагульных прудах судак выполняет роль биологического мелиоратора, поедая сорных и малоценных видов рыб. Судака можно выращивать совместно с карпом и растительноядными рыбами в прудах, где содержание кислорода не опускается ниже 4 мг/л. Сеголетки при плотности посадки 100—150 экз./га достигают массы 80—150 г. Рыбопродуктивность по судаку колеблется от 15 до 20 кг/га.

**Обыкновенный, или европейский сом (*Silurus glanis* LINNAEUS, 1758)** — одна из наиболее крупных пресноводных рыб. Длина сома достигает 210 см, масса — 100—120 кг (рис. 14). Темп роста сома довольно высок. Годовики вырастают до 25—28 см, масса составляет 180—200 г. Плодовитость сома, в зависимости от размеров и возраста, сильно колеблется. У самки длиной тела 65 см и массой 1,8 кг было обнаружено 5,2 тыс. икринок, а у самки длиной 120 см и массой 25 кг — 430 тыс. икринок. Средняя плодовитость сома Краснодарского водохранилища — 90 тыс. икринок.

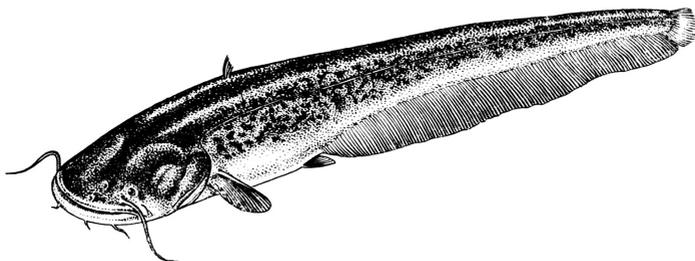


Рис. 14. Европейский сом — *Silurus glanis* LINNAEUS, 1758

Сом — типичный хищник. При достижении 10—15 см основной рацион сома составляет рыба, а до этого он питается головастиками и беспозвоночными.

По сравнению с другими хищными рыбами (щукой, судаком) сом имеет ряд важных преимуществ. Он не нуждается в обширных площадях и с успехом может нагуливаться в небольших прудах, ямах, каналах, карьерах с хорошим гидрохимическим режимом. Благодаря склонности к зимней спячке зимовка сома значительно упрощается — нет необходимости содержать в прудах рыб для его питания, как при зимовке щуки и судака.

Жизнестойкая рыба, хорошо переносит пересадки. Наибольший отход молоди сома происходит в возрасте до 1 мес. Сеголетков сома можно выращивать вместе с двухлетками карпа и растительноядных рыб. Норма посадки годовиков сома совместно с двухлетками карпа — 100—150 экз./га. При выращивании в монокультуре плотность посадки может быть выше и составлять 800—1 000 экз./га. Растёт сом быстро и ко второму году выращивания может достигать массы 1—1,5 кг и более.

**Радужная форель (*Oncorhynchus mykiss* WALBAUM, 1792)** в естественных условиях живёт и размножается в реках Северной Америки, от Аляски до Мексики (рис. 15). В 1880 г. радужная форель была завезена в Европу, а в 1895 г. — в Россию из Германии. Товарное выращивание радужной форели начали с 1936 г. В Ленинградской и Курской областях, в настоящее время этот вид культивируется практически повсеместно.

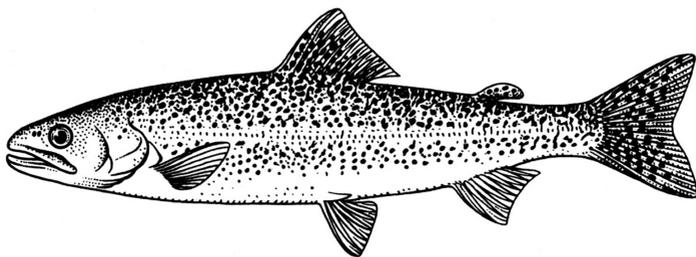


Рис. 15. Радужная форель — *Oncorhynchus mykiss* WALBAUM, 1792

Оптимальной для её выращивания является температура 14—18 °С и содержание кислорода на уровне 10—12 мг/л. Угне-

тение дыхания наступает при снижении содержания кислорода до 5 мг/л, пороговое содержание находится на уровне 3 мг/л.

В естественных водоёмах радужная форель питается ручейниками, жуками, стрекозами, лягушками, личинками комаров. На втором году жизни крупная форель потребляет и рыбу. При выращивании в прудовых хозяйствах, бассейнах и садках для кормления используют комбикорма с высоким содержанием протеина. Растёт радужная форель быстро: сеголетки достигают массы 10—20 г, двухлетки — 150—200 г, трёхлетки — 300—900 г. При выращивании в садках на морской воде за 2 года она достигает массы 2—3 кг.

Половая зрелость наступает на втором-третьем году жизни. Плодовитость изменяется с возрастом и массой самок. Четырёхлетние самки дают до 2,5 тыс. икринок, семилетние — 4,2—4,4 тыс. Икра в диаметре 4—5 мм, жёлтая с оранжево-жёлтой окраской. Цвет икры зависит от качества и окраски корма.

Нерест проходит в южных районах с декабря-января по март, в центральных и северных районах — с марта до начала мая при температуре воды 7—9 °С. Развитие икры при такой температуре продолжается 50—40 сут, что в среднем составляет около 360 градусо-дней.

Кроме чистого вида радужной форели, полученной из природы, в аквакультуре используются селекционированные породы и гибриды. Селекционирование позволяет путём отбора икры и производителей по многочисленным признакам создать высокопродуктивное стадо (например, форель Адлерская янтарная, Дональдсона, Камлоопс и др.).

В 1965 г. в Советский Союз из США была доставлена оплодотворённая икра стальноголового лосося (проходная форма радужной форели) в количестве 100 тыс. шт. Осенью этого же года 60 тыс. сеголетков в возрасте 5 месяцев были выпущены в низовья рек, впадающих в восточную часть Чёрного моря (Бзыбь, Псоу, Черох) и в Псекупс — приток р. Кубани. На Адлерский племзавод стальноголовый лосось был доставлен в 1985 г. из Чернореченского форелевого хозяйства Абхазии.

**Пелядь (*Coregonus peled* (GMELIN, 1789))** — озёрно-речная рыба, распространена от р. Мезени на западе до Колымы на во-

стоке (рис. 16). Акклиматизирована в водоёмах Харьковской, Челябинской, Свердловской, Московской, Тульской, Курской, Псковской, Белгородской областей, Латвии, Литвы и др. Питается в основном зоопланктоном. Озёрная крупная пелядь имеет длину 40—50 см и массу 1,5—2 кг.

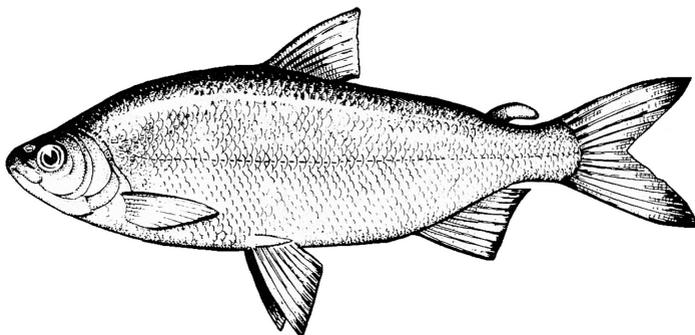


Рис. 16. Пелядь — *Coregonus peled* (GMELIN, 1789)

Половой зрелости речная форма пеляди достигает на четвертом-пятом году жизни, озёрная — на третьем-четвёртом 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 трёх лет 25 тыс. икринок.

Нерест происходит осенью, с конца ноября по декабрь, при температуре воды 0,2—6,0 °С. Пелядь откладывает икру на песок или гальку. Диаметр икринки — 1,2—1,5 мм. Продолжительность развития икры при температуре воды 0,2—6,0 °С составляет 128—63 сут. Личиночный период длится 8—10 сут при температуре 10—12 °С.

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

## Контрольные вопросы и задания

1. Назовите основных представителей карповых рыб, выращиваемых в прудовых хозяйствах, дайте их краткую биологическую характеристику.
2. Какие виды осетровых рыб выращиваются в прудовых хозяйствах? Дайте их краткую биологическую характеристику.
3. Перечислите представителей кефалевых рыб, выращиваемых в прудовых хозяйствах, дайте их краткую биологическую характеристику.
4. Назовите виды хищных рыб, выращиваемых в прудовых хозяйствах, и дайте их биологическую характеристику.
5. Какие представители чукучановых рыб выращиваются в прудовых хозяйствах? Дайте их краткую биологическую характеристику.
6. Перечислите представителей лососёвых и сиговых рыб, выращиваемых в прудовых хозяйствах, дайте их краткую биологическую характеристику.
7. Каковы биологические особенности тилапий?
8. Распределите выращиваемых рыб в группы, по характеру питания.
9. Назовите сроки полового созревания и тип икротетания выращиваемых рыб.
10. Каковы нормативы массы и возраста товарной продукции по видам выращиваемых рыб?

## Рекомендуемая литература

- Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. / под ред. Ю. С. Решетникова. М., 2002.
- Богерук А. К.* Породы радужной форели. М., 2006. 316 с.
- Москул Г. А.* Рыбы водоёмов бассейна Кубани: определитель. Краснодар, 1998. 177 с.
- Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство. М., 2004. 455 с.

## **Лабораторная работа № 2**

### **ТИПЫ ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВ, КАТЕГОРИИ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ, ИХ НАЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ**

**Цель занятия.** Ознакомиться с различными по типу прудовыми хозяйствами (устройство, расположение и назначение прудов отдельных категорий).

**Задания.** Изучить систему прудов полносистемного рыбоводного хозяйства (экскурсия). Нарисовать схему полносистемного прудового рыбоводного хозяйства при интенсивном ведении производства. Рассчитать площадь различных категорий прудов. Ответить на контрольные вопросы.

**Материалы и оборудование.** Макеты, плакаты, схемы, таблицы, рисунки, фотографии, счётная техника.

#### **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ**

Существуют тепловодные (карповые) и холодноводные (форелевые) рыбоводные прудовые хозяйства. Они различаются по своему устройству, степени проточности, глубине и размерам прудов.

По своему назначению хозяйства делятся на полносистемные и неполносистемные.

В полносистемных хозяйствах рыба выращивается от икринки до товарной массы. Такие хозяйства имеют пруды следующих категорий: нерестовые, мальковые, выростные, зимовальные, нагульные, маточные и карантинно-изоляционные (рис. 17). В неполносистемных хозяйствах осуществляется выращивание посадочного материала в рыбопитомниках или товарной продукции в однолетних нагульных хозяйствах.

По продолжительности выращивания товарной рыбы хозяйства подразделяются на однолетние, двухлетние и трёхлетние.

## Краткая характеристика основных категорий рыбоводных прудов

*Нерестовые пруды* предназначаются для размножения (нереста) рыбы. Посаженная в них рыба нерестится, инкубируется икра, а вылупившиеся из икринок личинки содержатся несколько дней до перехода на внешнее питание.

Оптимальная площадь таких прудов — 0,1 га, средняя глубина — 60 см, максимальная (у водоспуска) — 1,0 м, на мелководную зону (глубина — 30—50 см) приходится 70 % площади. Ложе нерестовых прудов должно быть покрыто мягкой луговой растительностью, которая служит субстратом для клейкой икры рыб. Каждый пруд наполняют водой и спускают её в течение 2 ч.

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

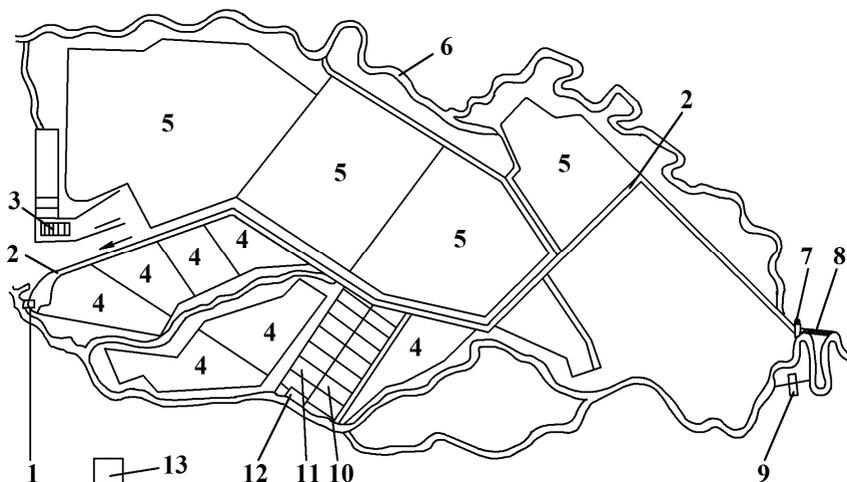


Рис. 17. Полносистемное рыбоводное хозяйство:

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

*Мальковые пруды* используют для подращивания молоди в первые 25—30 дней. Личинок в возрасте 3—4 сут пересаживают сюда из нерестовых прудов или из инкубационного цеха.

Площадь мальковых прудов — 0,2—1,0 га, средняя глубина — 0,8—1,0 м. Продолжительность наполнения и спуска одного пруда не должна превышать 12 ч. Данные пруды желательно располагать на плодородных почвах, способствующих массовому развитию пищевых организмов для молоди рыб.

Иногда мальковые пруды используют для проведения нереста и выращивания сеголетков. Во многих рыбоводных хозяйствах они вообще отсутствуют. В таком случае личинок из нерестовых прудов сразу же пересаживают в выростные.

*Выростные пруды* предназначены для выращивания сеголетков. В них сажают молодь из нерестовых или мальковых прудов и содержат до октября. К этому сроку сеголетки вырастают до 25—30 г. Площадь выростных прудов — 10—15 га, средняя глубина — 1,0 м. Их желательно располагать вблизи нерестовых и мальковых прудов на плодородных почвах. Рекомендуемая продолжительность заполнения пруда — 10—15 сут, спуска — 3—5 сут.

При трёхлетнем обороте в хозяйстве необходимо иметь выростные пруды первого и второго порядка, в последних выращивают двухлетков, которые ещё не являются товарной рыбой.

*Нагульные пруды* используются для выращивания товарной рыбы. Это самые большие по площади пруды, их оптимальный размер — 50—100 га. Средняя глубина — 1,3—1,5 м. Время наполнения зависит от площади и колеблется от 10 до 25 сут, время спуска — от 5 до 10 сут. Пруд не должен быть сильно заилен, высшая водная растительность развита умеренно. Нагульные пруды подразделяются на одамбированные и русловые. Русловые пруды создаются путём перегораживания плотиной русла реки, соответственно имеют большие перепады глубины (до 5 м и более). Нагульные пруды заполняются паводковыми водами. Их эксплуатируют в Краснодарском крае с марта по ноябрь.

*Зимовальные пруды* служат для содержания посадочного материала (сеголетков), а также ремонтного молодняка и производителей в зимнее время. Их площадь — 0,5—1,0 га, глубина —

1,8—2,0 м. Глубина непромерзающего слоя воды — 1,3—1,5 м. Форма пруда прямоугольная. Дно суглинистое или супесчаное, плотное. Полный водообмен воды в этих прудах должен осуществляться в течение 15—20 сут. Время наполнения и спуска воды из пруда составляет 0,5—1,0 сут. Располагают такие пруды рядом с источником водоснабжения.

В последнее время для зимовки посадочного материала используют зимовальные бассейны.

*Маточные пруды* предназначены для содержания и выращивания производителей и ремонтного молодняка в летнее (летние маточные) и зимнее (зимние маточные) время. Летние маточные пруды должны отвечать требованиям, предъявляемым к нагульным прудам, а зимние — к зимовальным. Их площадь зависит от количества имеющихся в хозяйстве производителей и ремонтного молодняка.

*Карантинные пруды* служат для содержания рыбы, завезённой из других хозяйств, с целью проверки её здоровья. Оптимальная площадь их — 0,2—0,4 га, средняя глубина — 1,0—1,3 м. Дно должно быть плотным и ровным. Эти пруды располагают на окраинах территории хозяйства, чтобы предотвратить возможное распространение инфекции в случае вспышки заболевания у завезённой рыбы. Водоснабжение и сброс воды в них должны быть независимыми. Спускать воду из прудов можно только после дезинфекции воды.

*Изоляторные пруды* предназначены для содержания больной рыбы. По устройству и расположению аналогичны карантинным, но поскольку их эксплуатация возможна и в зимнее время, то до 60 % их площади должно иметь глубину, равную таковой в зимовальных прудах (150—180 см).

*Садки* относятся к подсобным прудам-бассейнам. Они используются в основном осенью для краткосрочного содержания живой рыбы до её реализации. Могут быть использованы и весной для временного содержания рыбы различных возрастных групп. Размер садков — 500—1 000 м<sup>2</sup>, глубина — до 2 м. Располагают их вблизи источников водоснабжения.

## Соотношение площадей прудов различных категорий

Площади различных прудов в хозяйстве должны находиться в определённом соотношении. Однако они сильно колеблются в разных хозяйствах и зависят в первую очередь от культуры ведения рыбоводства и уровня интенсификации производственных процессов.

В табл. 1 приведены примеры соотношения площадей прудов, в том числе в одном из лучших прудовых хозяйств страны — Синюхинском рыбхозе.

Таблица 1

Соотношение площадей прудов различных категорий, %

Категории прудов	Экстенсивное полносистемное рыбководное хозяйство с двухлетним оборотом	Интенсивное полносистемное рыбководное хозяйство	
		Синюхинский рыбхоз	Рыборазводный завод растительных рыб
Нерестовые	0,2	0,3	—
Мальковые	0,3	0,2	0,6
Выростные	6,0	15,5	76,6
Зимовальные	0,2	1,7	9,4
Нагульные	92,0	81,8	—
Маточные	0,8	0,1	12,5
Карантинные	0,1	0,1	0,5
Дополнительные пруды	0,4	0,3	0,4
<i>Всего</i>	100,0	100,0	100,0

В рыбопитомниках при экстенсивном ведении производства соотношение прудов разных категорий примерно следующее (%): выростные — 94—95, зимовальные — 3—4 и нерестовые — 2. Эти цифры изменяются по хозяйствам. Характеристика отдельных категорий прудов приведена в табл. 2.

Площадь маточных, карантинных, изоляторных прудов и садков планируют независимо от соотношения прудов других категорий. Летние маточные пруды составляют примерно 1—3 %, а карантинно-изоляторные — около 1 % площади выростных. Размеры садков зависят от мощности хозяйства и сроков реализации живой рыбы.

Таблица 2  
Характеристика различных категорий прудов полносистемного рыбоводного хозяйства

Показатели	Категории прудов							
	Нагуль- ные	Вырас- тные	Маточ- ные	Зимо- вальные	Нере- стовые	Маль- ковые	Пру- ды-садки	Каран- тинные
Размеры прудов, га	20—100	2—10	1—2	0,2—1,0	0,05—0,1	0,5—1,0	0,05—1	0,1—0,5
Глубина прудов, м: у водоспуска средняя по пруду	3—4	1,2—1,5	1,2—1,5	1,0—1,2	1,0—1,2	1,2—1,5	1,5	1,5
	1,2—2,5	1,0	1,2	1,3—1,8	0,4	0,5—0,8	1,3	1,2
Сроки наполнения водой, сут: желательный допустимый	10—15	10—20	0,5	0,3—0,5	0,2	1,0	0,2	0,3
	25	30	1,0	1,0	0,3	2,0	0,3	0,5
Сроки спуска, сут: желательный допустимый	10	3—5	0,3	1,0—1,5	0,1	0,5	0,2	0,2
	30	10	0,5	2	0,2	0,8	0,3	0,3
Проточность на 1 га пруда, включая по- тери воды на испаре- ние и фильтрацию, л/сут	0,5—1,0	1,0—1,5	0,5—1,0	15	5	1	20	20

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

### П р и м е р

Необходимо рассчитать общую площадь и площадь отдельных категорий прудов для хозяйства мощностью 500 т товарной рыбы, которое будет построено в одном из районов Краснодарского края. Далее приведены нормы технологического проектирования, необходимые для расчёта.

Рыбопродуктивность, т/га:

нагульных прудов — 1,5;

выростных прудов — 1,7.

Выход, %:

сеголетков из выростных прудов — 70;

годовиков из зимовальных прудов — 80;

двухгодовиков из нагульных прудов — 85;

ремонтного молодняка и производителей из маточных прудов — 100.

Мальков от одного гнезда производителей (одна самка и два самца), тыс. экз. — 100.

Нерестовая площадь пруда, необходимая для посадки 1 гнезда, га — 0,05.

Средняя масса, г:

сеголетков — 30;

двухлетков (товарных) — 500;

двухлетков (ремонтных) — 650;

трёхлетков — 1 600;

четырёхлетков — 2 600;

пятилетков — 3 600;

производителей — 5 000.

Плотность посадки:

личинок в выростные пруды, тыс. экз./га — 60;

годовиков в нагульные пруды, тыс. экз./га — 4,0;  
сеголетков в зимовальные пруды, тыс. экз./га — 500;  
ремонтного молодняка и производителей в зимне-маточные пруды, т/га — 10,0;

производителей в летне-маточные пруды, экз./га — 120;  
ремонтного молодняка в летне-маточные пруды, экз./га:  
годовиков — 1 100;

двухгодовиков — 500;

трёхгодовиков — 320;

четырёхгодовиков — 170;

товарной рыбы в садки, кг/м<sup>2</sup> — 100;

ежегодная выбраковка производителей, % — 25.

Расчёты ведутся следующим образом.

1. Количество двухлетков, которых надо вырастить, чтобы получить 500 т рыбной продукции:

$$500000 : 0,5 = 1\,000\,000 \text{ экз.}$$

2. Численность годовиков, которых нужно посадить на выращивание, чтобы осенью выход двухлетков составил 1 000 000 экз.:

$$1\,000\,000 \cdot 100 : 85 = 1\,176\,470 \text{ экз.}$$

3. Площадь нагульных прудов, необходимая для выращивания двухлетков до товарной массы:  $P = 1\,176\,470 : 4000 = 294,12$  га, или 5 прудов по 58,82 га каждый.

4. Количество сеголетков, которых следует посадить на зимовку, чтобы весной получить 1 176 470 годовиков:

$$1\,176\,470 \cdot 100 : 80 = 1\,470\,588 \text{ экз.}$$

5. Площадь зимовальных прудов для зимовки сеголетков:  
 $P = 1\,470\,588 : 500\,000 = 2,94$  га, или 5 прудов по 0,59 га каждый.

6. Количество личинок, которых необходимо посадить на выращивание, чтобы осенью выход сеголетков составил 1 470 588:

$$1\,470\,588 \cdot 100 : 70 = 2\,100\,840 \text{ экз.}$$

7. Площадь выростных прудов для выращивания сеголетков:  
 $P = 2\,100\,840 : 60\,000 = 35,01$  га, или 4 пруда по 8,75 га каждый.

8. Число гнёзд производителей (при условии, что 1 гнездо даёт 100 тыс. мальков):  $2\,100\,840 : 100\,000 = 21$  гнездо (21 самка и 42 самца).

9. Площадь нерестовых прудов, если для 1 гнезда требуется

0,05 га:  $\Pi = 21 \cdot 0,05 = 1,05$  га, или 10 прудов по 0,10 га каждый (1 пруд — 2 гнезда = 2 самки и 4 самца).

10. Количество производителей, необходимое в хозяйстве, при условии, что гнездо представлено самкой и двумя самцами и, кроме рассчитанного основного маточного поголовья, есть резерв (100 %):

$$21 \text{ самка} + 42 \text{ самца} = 63 \cdot 2 = 126 \text{ производителей.}$$

11. Количество выбраковываемых производителей при ежегодной замене 25 %:

$$126 \cdot 25 : 100 = 32 \text{ экз., или } 10 \text{ гнёзд.}$$

12. Количество ремонтного молодняка при условии, что на каждое выбракованное гнездо производителей приходится 24 годовика, 12 двухгодовиков, 4 трёхгодовика, 3 четырёхгодовика:

$$\text{годовиков} — 10 \cdot 24 = 240 \text{ экз.}$$

$$\text{двухгодовиков} — 10 \cdot 12 = 120 \text{ экз.};$$

$$\text{трёхгодовиков} — 10 \cdot 4 = 40 \text{ экз.};$$

$$\text{четырёхгодовиков} — 10 \cdot 3 = 30 \text{ экз.};$$

пятигодовиков переводят в производители.

13. Общая площадь летних маточных прудов при плотности посадки (экз./га): для производителей — 250, годовиков — 1 400, двухгодовиков — 600, трёхгодовиков — 400, четырёхгодовиков — 250 (прил. 1):

$$\Pi = 0,5 (126 : 250) + 0,17 (240 : 1400) + 0,2 (120 : 600) + 0,1 (40 : 400) + 0,12 (30 : 250) = 1,09 \text{ га, или } 3 \text{ пруда по } 0,36 \text{ га каждый.}$$

14. Площадь зимних маточных прудов определяют, высчитывая сначала общее количество ремонтного молодняка и производителей, а затем с учётом плотности посадки находят искомую величину:

а)  $126 \text{ экз.} : 1\,000 \text{ экз./га} = 0,13 \text{ га, для производителей;}$

$$240 \cdot 100 : 85 = 282 \text{ экз.} \cdot 0,09 \text{ кг} = 25,65 \text{ кг годовиков;}$$

$$120 \cdot 100 : 90 = 133 \text{ экз.} \cdot 1,3 \text{ кг} = 172,9 \text{ кг двухгодовиков;}$$

$$40 \cdot 100 : 90 = 44 \text{ экз.} \cdot 2,6 \text{ кг} = 114,4 \text{ кг трёхгодовиков;}$$

$$30 \cdot 100 : 90 = 33 \text{ экз.} \cdot 3,8 \text{ кг} = 125,4 \text{ кг четырёхгодовиков;}$$

$$\text{всего: } 25,65 + 172,9 + 114,4 + 125,4 = 438,35 \text{ кг;}$$

б)  $438,35 : 15\,000 = 0,03 \text{ га для ремонтного молодняка.}$

15. Если товарная рыба реализуется не сразу, то для её перерезки необходимо иметь живорыбные садки (плотность посадки

рыбы на  $1 \text{ м}^2$  — 100 кг). Их площадь будет равна:

$$П = 500\,000 : 100 = 5\,000 \text{ м}^2, \text{ или } 0,5 \text{ га.}$$

16. В каждом хозяйстве предусматривают два карантинно-изоляторных пруда общей площадью 0,4 га.

Таким образом, для ежегодного выращивания 500 т товарной продукции карпа полносистемное рыбоводное хозяйство в условиях Краснодарского края, при соответствующих рыбоводных нормах (прил. 1) должно иметь общую прудовую площадь (не считая головного пруда) 335,27 га ( $294,12 + 2,94 + 35,01 + 1,05 + 1,09 + 0,13 + 0,03 + 0,5 + 0,4$ ), в том числе:

нагульных — 294,12 га (87,73 %);

зимовальных — 2,94 га (0,88 %);

выростных — 35,01 га (10,44 %);

нерестовых — 1,05 га (0,31 %);

летнематочных — 1,09 га (0,32 %);

зимнематочных — 0,16 га (0,05 %);

садков — 0,5 га (0,15 %);

карантинно-изоляторных — 0,4 га (0,12 %).

Всего: 335,27 га (100 %).

Если при проектировании рыбоводного хозяйства исходным показателем является общая продуктивная прудовая площадь (500 га без учёта головного пруда), то расчёт ведут от начала технологического процесса выращивания карпа. Находят общую продуктивную прудовую площадь хозяйства (335,27 га), рассчитывают, во сколько раз она больше или меньше запланированной ( $500 : 335,27 = 1,49$  раза), затем величину площадей прудов отдельных категорий умножают на этот коэффициент и получают необходимые площади прудов, которые хозяйство должно иметь при соответствующей общей площади (500 га).

нагульных —  $294,12 \text{ га} \cdot 1,491 = 438,53$  (87,71 %);

зимовальных —  $2,94 \text{ га} \cdot 1,491 = 4,38$  (0,88 %);

выростных —  $35,01 \text{ га} \cdot 1,491 = 52,20$  (10,44 %);

нерестовых —  $1,05 \text{ га} \cdot 1,491 = 1,57$  (0,31 %);

летнематочных —  $1,09 \text{ га} \cdot 1,491 = 1,63$  (0,33 %);

зимнематочных —  $0,16 \text{ га} \cdot 1,491 = 0,24$  (0,06 %);

садки —  $0,5 \text{ га} \cdot 1,491 = 0,75$  (0,15 %);

карантинно-изоляторных —  $0,4 \text{ га} \cdot 1,491 = 0,60$  (0,12 %).

Всего: 500 га (100 %).

П р и м е р

Определить площади отдельных категорий прудов можно, исходя из площади зимовальных прудов по величине зимнего дебита источника водоснабжения.

Вычисление производим по следующей формуле:

$$П = Д \cdot 86\,400 \cdot С : Н \cdot 1\,000 \cdot 10\,000, \quad (1)$$

где П — площадь зимовальных прудов, га;

Д — зимний расход воды в водоисточнике, л/с;

С — срок полного водообмена в пруду, сут;

Н — глубина зимовального пруда (принимается слой воды без льда), м;

86 400 — количество секунд в сутках;

1 000 — количество литров в 1 м<sup>3</sup>;

10 000 — количество метров квадратных в 1 га.

Зимний расход воды в водоисточнике (Д) равен 50 л/с, водообмен зимовальных прудов (С) — 15 сут, глубина непромерзающего слоя воды (Н) — 1,3 м.

Подставляем в формулу (1) числовые значения и после вычислений находим величину площади зимовальных прудов:

$$П = 50 \cdot 86\,400 \cdot 15 : 1,3 \cdot 1\,000 \cdot 10\,000 = 4,98 \text{ га.}$$

Зная возможную площадь зимовальных прудов, можно рассчитать площадь остальных категорий прудов на основании рыбоводно-биологических норм (см. прил. 1).

1. Количество сеголетков, которых следует посадить на зимовку в пруд площадью 4,98 га:

$$4,98 \cdot 250\,000 \text{ экз.} = 1\,245\,000 \text{ экз.}$$

2. Количество личинок, которых необходимо посадить на выращивание, чтобы осенью выход сеголетков составил 1 245 000 экз.:

$$1\,245\,000 \cdot 100 : 65 = 1\,915\,385 \text{ экз.}$$

3. Площадь выростных прудов для выращивания сеголетков:

$$П = 1\,915\,385 : 250\,000 = 7,66 \text{ га.}$$

4. Количество годовиков, которых нужно посадить на выращивание в нагульный пруд:

$$1\,245\,000 \cdot 80 : 100 = 996\,000 \text{ экз.}$$

5. Площадь нагульных прудов, необходимая для выращивания

двухлетков до товарной массы:

$$\Pi = 996\ 000 \text{ экз.} : 4\ 000 \text{ экз./га} = 249 \text{ га.}$$

6. Количество двухлетков:

$$996\ 000 \cdot 90 : 100 = 896\ 400 \text{ экз.}$$

7. Количество выращенной рыбы в нагульных прудах:

$$896\ 400 \cdot 0,5 = 448\ 200 \text{ кг.}$$

8. Рыбопродуктивность — 1 800 кг/га (448 200 кг : 249 га).

**П р и м е р**

1. Определить площадь зимовальных прудов для обеспечения нормальной деятельности прудового рыбного хозяйства, если известна мощность этого хозяйства по выходу товарной рыбы (двухлетков карпа — 500 т). В данном случае расход воды в источнике водоснабжения не ограничивает возможность строительства зимовальных прудов.

Вычисление производим по формуле

$$\Pi = T \cdot 100 : B \cdot P \cdot p, \quad (2)$$

где  $\Pi$  — площадь зимовальных прудов, га;

$T$  — намечаемый выход товарной рыбы из нагульных прудов, кг;

100 — постоянный расчётный коэффициент;

$B$  — средний прирост одной рыбы за лето, кг;

$P$  — выход товарных двухлетков осенью, %;

$p$  — планируемый выход годовиков с 1 га зимовальных прудов, экз.

Намеченный выход товарной рыбы из нагульных прудов ( $T$ ) составляет 500 000 кг, средний прирост двухлетков ( $B$ ) — 0,470 кг, выход двухлетков из нагульных прудов ( $P$ ) — 85 %, выход годовиков с 1 га зимовальных прудов ( $p$ ) — 510 тыс. экз.

Подставляем в формулу (2) числовые значения и после необходимых вычислений находим площадь зимовальных прудов ( $\Pi$ ):

$$\Pi = 500\ 000 \cdot 100 : 0,470 \cdot 90 \cdot 510\ 000 = 2,32 \text{ га.}$$

2. Определить общую площадь выростных прудов, если известна площадь зимовальных прудов. Для расчёта применяем следующую формулу:

$$\Pi = \pi \cdot K (B - b) : P, \quad (3)$$

где  $\Pi$  — площадь выростных прудов, га;

$\pi$  — площадь зимовальных прудов, га;

К — норма посадки сеголетков в выростные пруды, экз./га;  
В — средняя масса сеголетков, посаженных в зимовальные пруды, кг;

в — средняя масса мальков в момент пересадки из мальковых прудов в выростные, кг (если мальковые пруды в хозяйстве отсутствуют, то значение «в» из формулы исключается);

Р — средняя рыбопродуктивность выростных прудов, кг/га.

Площадь зимовальных прудов (П) — 2,32 га, количество сеголетков, сажаемых на 1 га (К) — 80 тыс. экз., средняя масса сеголетков (В) — 0,03 кг, средняя масса мальков при пересадке из мальковых прудов (в) — 0,005 кг, средняя рыбопродуктивность выростного пруда (Р) — 1 700 кг/га.

Подставляем в формулу (3) числовые значения и находим площадь выростных прудов (П):

$$П = 2,32 \cdot 80\ 000 \cdot 0,025 (0,03 - 0,005) : 1\ 700 = 2,73 \text{ га.}$$

3. Определить общую площадь нерестовых прудов, если известна площадь выростных прудов. Площадь рассчитываем по следующей формуле:

$$П = А \cdot Р \cdot Н \cdot 100 : В \cdot С \cdot К \cdot М, \quad (4)$$

где П — площадь нерестовых прудов, га;

А — площадь выростных прудов, га;

Р — средняя рыбопродуктивность выростных прудов, кг/га;

Н — площадь одного нерестового пруда, га;

100 — постоянный расчётный коэффициент;

В — средняя масса сеголетков, кг;

С — выход сеголетков осенью, %;

К — количество сеголетков, получаемых от одной самки, экз.;

М — количество самок, посаженных на нерест в один нерестовый пруд, экз.

Площадь выростных прудов (П) — 2,73 га; средняя рыбопродуктивность выростных прудов (Р) — 1 700 кг/га; площадь одного нерестового пруда (Н) — 0,05 га; средняя масса сеголетков (В) — 0,03 кг; выход сеголетков (в) — 65 %; количество сеголетков, получаемых от одной самки (К) — 65 000 экз.; количество самок на один пруд (М) — 1.

Буквенные обозначения в формуле (4) заменяем числовыми данными и после соответствующих вычислений находим, что

площадь нерестовых прудов равна

$$П = 2,73 \cdot 1\,700 \cdot 0,05 \cdot 100 : 0,03 \cdot 65 \cdot 65\,000 \cdot 1 = 0,18 \text{ га.}$$

4. Определить общую площадь мальковых прудов, если известна площадь выростных прудов.

Для вычисления используем формулу (5):

$$П = А \cdot Р \cdot В \cdot 100 : С \cdot К \cdot М, \quad (5)$$

где П — площадь мальковых прудов, га;

А — площадь выростных прудов, га;

Р — рыбопродуктивность выростных прудов, кг/га;

В — средний вес мальков при пересадке в выростные пруды, кг;

100 — постоянный расчётный коэффициент;

С — средний вес сеголетков осенью, кг;

К — штучный выход сеголетков из выростных прудов осенью, %;

М — рыбопродуктивность мальковых прудов, кг/га.

Площадь выростных прудов (А) — 2,73 га, рыбопродуктивность выростных прудов (Р) — 1 700 кг/га, средний вес мальков (В) — 0,005 кг, средний вес сеголетков (С) — 0,03 кг, выход сеголетков (К) — 65 %; рыбопродуктивность мальковых прудов (М) — 260 кг/га (80 000 экз./га. · 65 % : 100 = 52 000 экз./га · 0,005 кг = = 260 кг/га).

Буквенные обозначения в формуле (5) заменяем числовыми данными и после соответствующих вычислений находим площадь мальковых прудов:

$$П = 2,73 \cdot 1\,700 \cdot 0,005 \cdot 100 : 0,03 \cdot 65 \cdot 260 = 4,58 \text{ га.}$$

5. Определить площадь нагульных прудов, если известна площадь зимовальных прудов. Для расчёта применяем следующую формулу:

$$П = А \cdot (К - а) \cdot Л : Н, \quad (6)$$

где П — площадь нагульных прудов, га;

А — площадь зимовальных прудов, га;

К — норма посадки сеголетков в зимовальные пруды, экз./га;

а — отход сеголетков в зимнее время, экз./га;

Л — поправочный коэффициент на летование нагульных прудов;

Н — норма посадки годовиков в нагульные пруды, экз./га.

Площадь зимовальных прудов (А) — 2,73 га, норма посадки в них сеголетков (К) — 600 000 экз./га, отход сеголетков за зиму (а) — 90 000 экз./га (15 %), поправочный коэффициент на летоование (Л) — 1,2, норма посадки годовиков в нагульные пруды (Н) — 4 000 экз./га.

Буквенные обозначения в формуле (б) заменяем числовыми данными и после соответствующих вычислений находим площадь нагульных прудов:

$$П = 2,73 \cdot 510\,000 \cdot 1,2 : 4\,000 = 417,69 \text{ га.}$$

Таким образом, площадь прудов составит

$$2,32 + 2,73 + 0,18 + 4,58 + 417,69 = 427,5 \text{ га.}$$

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Какие существуют производственные и специальные пруды?
2. Перечислите категории рыбоводных прудов.
3. Как рассчитывается площадь производственных прудов?
4. Дайте характеристику отдельных категорий прудов.
5. Для чего нужны изоляторные пруды?

### **Рекомендуемая литература**

*Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005. 108 с.

*Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.

*Козлов В. И., Никифоров-Никишин А. Л., Бородин А. Л.* Аквакультура. М., 2006. 444 с.

*Мамонтов Ю. П., Скляр В. Я., Стецко Н. В.* Прудовое рыбоводство. М., 2010. 215 с.

*Москул Н. Г.* Лабораторный практикум по экологии рыб. Краснодар, 2007. 75 с.

*Пономарев С. В., Лагуткина Л. Ю.* Фермерское рыбоводство. М., 2008. 346 с.

*Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство., М. 2004. 455 с.

*Серпунин Г. Г.* Искусственное воспроизводство рыб. Калининград, 2005. 142 с.

### Лабораторная работа № 3

## ЕСТЕСТВЕННОЕ И ИСКУССТВЕННОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ПРУДОВЫХ РЫБ

**Цель занятия.** Ознакомиться с особенностями размножения рыб различных видов как естественным, так и искусственным путём. Провести расчёт количества производителей и ремонтного молодняка, которое необходимо содержать в хозяйстве.

**Задания.** Изучить методику расчёта количества производителей и ремонтного молодняка, которое необходимо иметь в хозяйстве.

Решить предложенные преподавателем задачи. Нарисовать схему инкубационного цеха с инкубационными аппаратами. Ответить на контрольные вопросы.

**Материалы и оборудование.** Плакаты, рисунки, рекомендации ВНИИПРХа, КрасНИИРХа, «Рыбоводно-биологические нормы для эксплуатации прудовых хозяйств», таблицы, определители, учебники по товарному рыбоводству, справочная литература, счётная техника.

### СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ

Половая зрелость и первое икрометание у рыб наступают при достижении определённого возраста, который зависит от вида рыбы и варьирует в пределах от нескольких месяцев (тилапии) до многих лет (осетровые). Очень поздно наступает половая зрелость у белуги (14—18 лет) и осётра (0—15 лет), у карповых и окунёвых рыб, как правило, на третьем-четвёртом году жизни.

Карп — основной объект прудового рыбоводства в России. Он обладает достаточно высокой плодовитостью. Абсолютная плодовитость его, т. е. количество икринок, находящихся в яичниках самки, колеблется от 150 тыс. до 1,5 млн и более. С ростом рыбы этот показатель повышается.

В прудовых хозяйствах размножение карпа происходит в основном в нерестовых прудах. Весной или летом, когда температура воды поднимается до 14—16 °С, в нерестовые пруды сажают

самок и самцов в соотношении 1 : 2. Если производители созрели, а экологическая среда благоприятна, происходит нерест: самки откладывают икру, а самцы, постоянно преследуя самок, оплодотворяют икру молоками. Икра после осеменения набухает, становится клейкой и прикрепляется к зелёным растениям, которые находятся в водоёме. При температуре воды 16—20 °C инкубация продолжается 3—4 дня. Из икринок вылупляются предличинки, которые питаются за счёт желточного мешка. Через 1—2 дня они переходят на потребление мелких ракообразных, они уже становятся личинками. В возрасте 10—15 дней личинок (они уже мальки) пересаживают в мальковые или выростные пруды для дальнейшего выращивания.

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

Например, самка карпа массой 6 кг выметала 500 000 икринок. Из этого количества 5 % (25 000 шт.) остаются неоплодотворёнными, 30 % (142 500 шт.) из 475 000 погибают в период эмбрионального развития, до 70 % (232 500 шт.) из 332 500 составляет отход на личиночной и мальковой стадиях развития. В результате при естественном размножении от 500 000 икринок к моменту пересадки в выростные пруды остаётся всего лишь немного больше 100 тыс. личинок, т. е. выход мальков (деловых личинок) от одного гнезда (500 000 икринок) составляет 20 % (100 000 мальков).

Кроме естественного нереста, применяют заводской метод искусственного воспроизводства карпа, который позволяет получить значительно больше личинок от одной самки и в более ранние сроки. Это очень важно при выращивании крупного стандартного посадочного материала.

Заводской метод воспроизводства основан на получении зрелых половых продуктов при помощи гипофизарных инъекций, оплодотворения икры в безводной среде и обесклеивания её суспензией талька, молока и др. Затем производится инкубация икры в аппаратах Вейса. Личинок подращивают до определённого возраста и массы в садках, прудах или бассейнах. От 500 000 икринок получают при заводском воспроизводстве более

250 000 мальков, а общая масса выращенных двухлетков составляет 59,5 т (табл. 3).

Таблица 3

Примерная продуктивность самок карпа при естественном и заводском методах получения потомства

Показатели	Естественный метод	Заводской метод
Количество икры, отложенной самкой, тыс. шт.	500	—
Рабочая плодовитость самок по икре, тыс. шт.	—	500
Количество мальков (подрощенных личинок) от одной самки, тыс. экз.	100	250
Количество сеголетков (при выходе 70 %), тыс. экз.	70	175
Количество годовиков (при выходе 80 %), тыс. экз.	56	140
Количество двухлетков при выходе 85 %), тыс. экз.	48	119
Средняя масса двухлетков, г	500	500
Общая масса двухлетков, т	24	59,5

Основным условием нормального функционирования полносистемного рыбоводного хозяйства и рыбопитомника является правильный подбор маточного поголовья и соответствующая его структура, т. е. необходимое количество самок и самцов, их рациональное соотношение, возрастной состав, наличие определённого стада ремонтного молодняка.

Для получения потомства рекомендуется использовать рыбу в 4—6-летнем возрасте. Выбраковку производителей производят в 7—8-летнем возрасте. Ежегодно во время бонитировки 25 % основного маточного стада заменяют ремонтным молодняком, который к этому времени переводят в старшую возрастную группу — группу производителей.

Кроме основного стада производителей в хозяйстве должно быть такое же по количеству особей запасное стадо. Согласно инструкции в хозяйстве ежегодно заменяется 25 % основного стада производителей. Для их замены в хозяйстве выращивается ремонтный молодняк, причём в одном пруду можно выращивать и две возрастные группы с разницей в возрасте не менее двух лет, например двухлетков и четырёхлетков.

Для отбора в маточное стадо лучших особей количество рыб в ремонтном стаде должно быть больше, чем число выбракованных

производителей. Установлено, что для замены одного выбывающего из стада производителя нужно иметь следующее количество ремонтного молодняка разных размерных групп: сеголетков — 24, двухлетков — 12, трёхлетков — 4, четырёхлетков — 3. Пятилетние карпы переводятся в запасное стадо производителей.

Приведём пример расчёта необходимого количества производителей и ремонтного молодняка.

Хозяйство расположено в шестой зоне рыбоводства, ежегодный объём товарной продукции карпа — 500 т. Нормативные данные по выходу карпа для прудов различных категорий имеются в соответствующих справочниках и рекомендациях.

Выход мальков от одного гнезда производителей ....100 тыс.

Выход сеголетков из выростных прудов.....70 %

Выход годовиков из зимовальных прудов.....80 %

Выход двухлетков из нагульных прудов.....85 %

Средняя масса двухлетков при облове пруда .....500 г

Сначала определяем, сколько товарной продукции можно получить от одного гнезда карпов-производителей. Под гнездом понимают одну самку и двух самцов, высаживаемых на нерест. Число гнезд соответствует числу самок, а число самцов может быть различным в зависимости от способа получения потомства (естественным или искусственным — заводским способом).

Расчёты производим следующим образом.

1. Выход сеголетков из выростных прудов:

$$100\ 000 \text{ мальков} \cdot 70\ \% : 100\ \% = 70\ 000 \text{ сеголетков.}$$

2. Выход годовиков из зимовальных прудов:

$$70\ 000 \text{ сеголетков} \cdot 80\ \% : 100\ \% = 56\ 000 \text{ годовиков.}$$

3. Выход двухлетков из нагульных прудов:

$$56\ 000 \text{ годовиков} \cdot 85\ \% : 100\ \% = 48\ 000 \text{ двухлетков.}$$

4. Масса товарной продукции от одного гнезда:

$$48\ 000 \text{ двухлетков} \cdot 0,5 \text{ кг} = 24\ 000 \text{ кг (24 т).}$$

5. Зная объём рыбной продукции, полученной и выращенной от одного гнезда производителей, и зная план реализации продукции, можно установить количество гнёзд, которое необходимо иметь в хозяйстве:

$$500\ 000 \text{ кг} : 24\ 000 \text{ кг} = 21 \text{ гнездо.}$$

6. Поскольку в хозяйстве нужно содержать резервных произ-

водителей в объёме 100 %, общее количество производителей составит 42 гнезда, или 126 экз. (42 самки и 84 самца).

7. Во время бонитировки 25 % производителей, т. е. 32 экз., выбраковывают.

В хозяйствах маточное стадо пополняют ремонтным молодняком. Так как молодняк выращивают в течение 4 лет, а выбраковку производят ежегодно, то в хозяйстве должно содержаться следующее поголовье ремонтного молодняка разного возраста: сеголетков:  $24 \cdot 32 = 768$  экз., двухлетков:  $12 \cdot 32 = 384$  экз., трёхлетков:  $4 \cdot 32 = 128$  экз., четырёхлетков:  $3 \cdot 32 = 96$  экз. Всего — 1 376 экз.

Таким образом, для получения 500 т товарной продукции необходимо иметь 126 производителей и 1 376 экз. ремонтного молодняка различного возраста.

Для определения количества производителей, необходимого для обеспечения мальками определённой выростной площади, применяется следующая формула:

$$K = E \cdot \Pi \cdot 100 \cdot N : M \cdot B \cdot A, \quad (7)$$

где  $K$  — количество самок, равное количеству гнёзд;

$E$  — средняя естественная рыбопродуктивность выростных прудов, кг/га;

$\Pi$  — площадь выростных прудов, га;

100 — постоянный расчётный коэффициент;

$N$  — кратность посадки с учётом кормления рыбы;

$M$  — планируемая масса сеголетков к осени, кг;

$B$  — выход сеголетков из выростных прудов, % от посадки мальков;

$A$  — выход мальков от одной самки, тыс. экз.

П р и м е р

Определить количество самок по следующим показателям: площадь выростных прудов ( $\Pi$ ) — 10 га, средняя естественная рыбопродуктивность карпа при применении минеральных удобрений ( $E$ ) — 400 кг/га, 100 — постоянный расчётный коэффициент, кратность посадки ( $N$ ) — 5, планируемая масса сеголетков к осени ( $M$ ) — 0,03 кг, выход сеголетков из выростных прудов ( $B$ ) — 70 %, выход мальков от одной самки ( $A$ ) — 100 тыс. экз.

Буквенные обозначения в формуле (7) заменяем числовыми

данными и после соответствующих вычислений находим количество самок:

$$K = 400 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 5 : 0,03 \cdot 70 \cdot 100\,000 = 9,52 = 10 \text{ самок.}$$

Приведённые значения отражают потенциальные возможности самок, которые реализуются только при соблюдении всех технологических норм выращивания как производителей, так и потомства.

По мере совершенствования технологии получения потомства, биотехники его выращивания, а также при улучшении качества самих производителей фактическая продуктивность самок может возрастать. По соотношению полов определяют количество самцов. При заводском способе разведения соотношение самок и самцов должно быть 1 : 1 (допускается 1 : 0,7), при естественном нересте — 1 : 2. Кроме того, при расчёте необходимой численности маточного стада принимают 100 %-ный запас производителей.

#### П р и м е р

Рассчитать численность производителей для хозяйства, расположенного в VI зоне прудового рыбоводства, с плановым заданием ежегодной реализации 500 т товарной рыбы.

При заводском способе получения потомства ориентировочная продуктивность самок составляет 60 т товарной рыбы (см. табл. 3). Следовательно, для получения 500 т товарной рыбы необходимо иметь 8 рабочих самок ( $500 \text{ т} : 60 \text{ т} = 8 \text{ самок}$ ). С учётом 100 %-ного запаса общее количество самок составит 16 экз. Для обеспечения соотношения по полу 1 : 1 в стаде необходимо иметь 16 самцов. При естественном способе воспроизводства продуктивность самок составляет 24 т товарной продукции, а для получения 500 т — необходимо иметь 21 самку и 42 самца. С учётом 100 % запаса количество производителей удваивается.

Если хозяйство является репродуктором, который обеспечивает икрой, личинкой или молодью несколько хозяйств, то расчёт количества производителей необходимо вести с учётом суммарного плана по товарной продукции этих хозяйств.

## Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите преимущества и недостатки естественного нереста карпа.
2. Как нужно организовать заводское воспроизводство карпа?
3. В чём заключаются преимущества заводского способа получения потомства по сравнению с естественным нерестом?
4. Назовите основное условие нормального функционирования полносистемного рыбоводного хозяйства.

### Рекомендуемая литература

*Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005. 108 с.

*Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.

*Козлов В. И., Никифоров-Никишин А. Л., Бородин А. Л.* Аквакультура. М., 2006. 444 с.

*Мамонтов Ю. П., Скляров В. Я., Стецко Н. В.* Прудовое рыбоводство. М., 2010. 215 с.

*Москул Н. Г.* Лабораторный практикум по экологии рыб. Краснодар, 2007. 75 с.

*Пономарев С. В., Лагуткина Л. Ю.* Фермерское рыбоводство. М., 2008. 346 с.

*Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство. М., 2004. 455 с.

*Серпунин Г. Г.* Искусственное воспроизводство рыб. Калининград, 2005. 142 с.

*Скляров В. Я.* Корма и кормление рыб в аквакультуре. М., 2008. 149 с.

## **Лабораторная работа № 4** **ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ, ЛИЧИНОЧНЫЙ И МАЛЬКОВЫЙ** **ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ КАРПА**

**Цель занятия.** Ознакомиться с периодами развития карпа.

**Задания.** Изучить этапы развития карпа в ранние периоды жизни; научиться определять этапы развития по характерным морфологическим и анатомическим признакам; изучить критические этапы и стадии развития карпа. Нарисовать этапы развития карпа. Ответить на контрольные вопросы.

**Материалы и оборудование.** Фиксированная икра, личинки, мальки на разных этапах развития, рисунки, таблицы, бинокулярные лупы, микроскопы, чашки Петри, предметные стёкла, кисточки, препаровальные иглы, пипетки, марлевые салфетки.

### **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ**

#### *Эмбриональное развитие карпа*

(Ворошилина и др., 2005)

Эмбриональный период развития карпа состоит из семи этапов.

На *первом этапе* происходит образование перивителлинового пространства и бластодиска (рис. 18, б). У неоплодотворённой икринки (рис. 18, а) оболочка плотно прилегает к желтку. Первый этап онтогенеза начинается с образования 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 один час. Диаметр икры увеличивается в среднем на одну треть. Одновременно в период набухания образуется зародышевый диск или бластодиск (рис. 18, б).

На *втором этапе* происходит дробление бластодиска от двух бластомеров до бластулы, увеличивается число клеток и уменьшаются их размеры. Икринка проходит ряд стадий развития. В возрасте трёх часов наступает стадия дробления, появляется первая борозда, делящая бластодиск на две клетки (два бластомера)

(рис. 18, *в*), а затем наступают стадии четырёх (рис. 18, *з*), восьми (рис. 18, *д*) бластомеров и т. д.

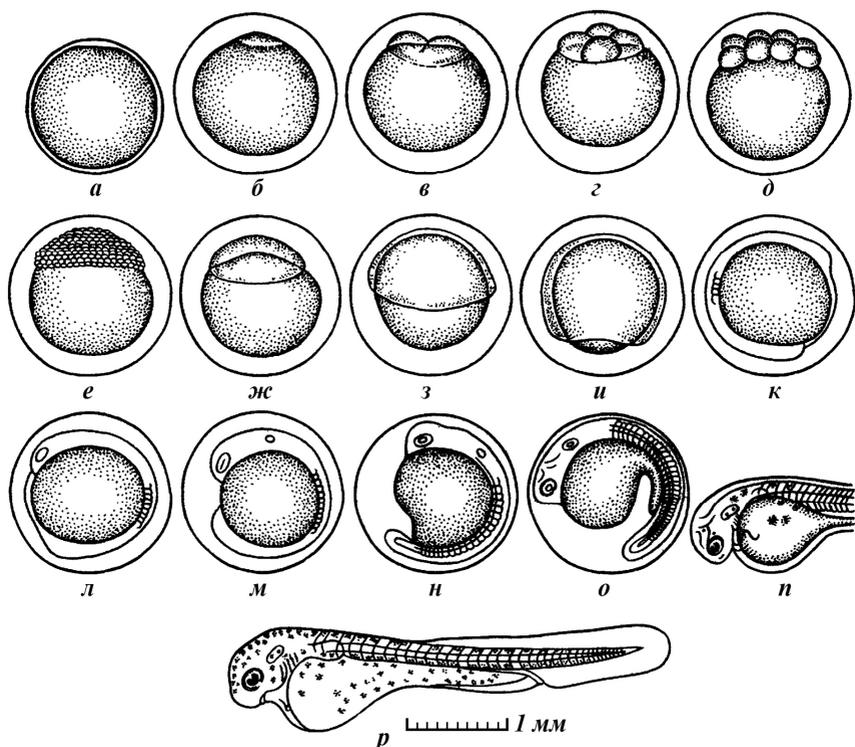


Рис. 18. Эмбриональный период развития карпа:

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

Через 6 ч с момента оплодотворения наступает стадия морулы крупных клеток (рис. 18, *е*). Далее клетки бластодиска всё больше дробятся. Наступает стадия морулы мелких клеток. Между бластодиском и желтком возникает небольшая полость, или бластоцель, и образуется стадия бластулы (рис. 18, *ж*). Бластула — это своеобразное многоклеточное образование, называемое бластодермой, которая расположена на анимальном полюсе желтка. На стадиях дробления от 4 — blastомеров до ранней морулы определяют и процент оплодотворения икры.

На *третьем этапе* происходят гастрюляция и формирование зародыша. Гастрюляция начинается с обрастания желтка многослойной бластодермой. Через 8—9 ч половина желтка оказывается схваченной бластодермой (рис. 18, *з*). Появляется зародышевый валик, который на стадии замыкания желточной пробки (рис. 18, *и*) виден весьма отчётливо. 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. Процесс гастрюляции наиболее уязвим к воздействию факторов внешней среды. Гастрюляция всегда сопровождается повышенной гибелью икры. Поэтому учёт отхода целесообразно проводить не раньше прохождения этого этапа развития.

На *четвёртом этапе* происходит дифференциация головного и туловищного отделов зародыша. Наблюдается утолщение головной и хвостовой частей зародыша. Через 17—20 ч после оплодотворения икры тело зародыша охватывает около 3/5 окружности желтка. Начинается сегментация тела. В туловище образуются первые два-три сомита (рис. 18, *к*). В возрасте 22—24 ч формируются глазные пузырьки при продолжающейся сегментации тела (рис. 18, *л*). Через 24—28 ч за глазными пузырями в области продолговатого мозга появляются слуховые пла-

коды (рис. 18, 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 отчётливо виден хрусталик (рис. 18, 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 появляется чёрный пигмент. Различаются отделы головного мозга. В слуховых капсулах образуются отолиты (рис. 18, о).

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. 18, п). Формируется кожная жаберная крышка. Голова пригнута к желтку. На рыле перед глазами появляются обонятельные ямки, а позади глаз четыре жаберные плакоды. Снизу образуется ротовая воронка. На уровне первого миотома располагается грудной плавничок. Эмбрион активно вращается в оболочке (стадия вращающегося эмбриона).

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. 18, *p*). Длина от рыла до конца хорды (плавниковая складка не учитывается) составляет 4—5 мм.

Предличинки питаются только за счёт желточного мешка и малоподвижны. Как правило, они висят, прикрепившись к растениям, на которые была отложена икра. Для этой цели у вылупившихся из оболочки предличинок карпа имеются специальные органы, которые представлены парными железами, расположенными ниже и впереди глаз. Предличинки изредка отрываются и снова прикрепляются. Подобное состояние предличинок не только спасает их от врагов, но и способствует лучшему дыханию. На свет они реагируют положительно.

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

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

Эмбрионы рыб в процессе эмбрионального развития проходят ряд критических этапов и стадий, когда наблюдается повышенная чувствительность эмбрионов к различным абиотическим факторам среды (температуре, газовому составу воды, солёности, механическому воздействию и др.). Это связано с тем, что в критические этапы и стадии развития происходят значительные изменения в перестройке обмена веществ развивающегося эмбриона.

Критическими в развитии эмбриона карпа, как у большинства нерестящихся весной рыб, считаются следующие этапы и стадии: начало дробления до морулы мелких клеток, гастрюляция, период перед выклевом и момент 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 критических стадий развития гибель эмбрионов

наблюдается не сразу, а спустя некоторое время, чаще перед наступлением следующей стадии развития.

В момент критических стадий особенно важно создать оптимальные условия 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 икринки карп проходит 9 этапов развития, которые В. В. Васнецов обозначил буквами: А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, Е, F, G.

*Этап А* — предличинка относится к эмбриональному периоду развития (рис. 19), этапы В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, Е характеризуют личиночный, F и G — мальковый периоды.

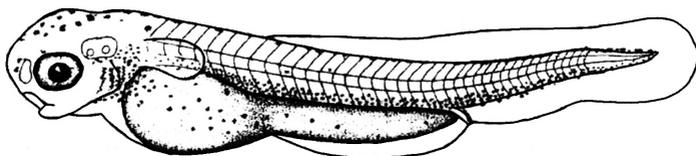


Рис. 19. Личинка карпа на этапе развития А ( $l = 4,5$  мм,  $L = 5,7$  мм)

В рыбоводной практике сроки пересадки молоди в мальковые или выростные пруды определяются не возрастом, а этапом развития молоди. Зарыбление мальковых или выростных прудов личинками рекомендуется осуществлять на этапе смешанного питания. Продолжительность подращивания определяется временем, необходимым для завершения личиночного периода развития, т. е. этапа Е.

Продолжительность каждого этапа зависит от температуры воды (22,6—26,0 °С), обеспеченности пищей, гидрохимических условий и селекционных особенностей карпов.

*Этап В* — глаза пигментированы сильно, пигментные клетки располагаются преимущественно на голове и вдоль спины. Желточный мешок значительно уменьшается. Рот становится слабоподвижным, но ещё не закрывается полностью. Кишечник в виде длинной и немного изогнутой трубки. Плавательный пузырь од-

нокамерный и наполнен воздухом. Плавниковая складка становится шире (рис. 20).

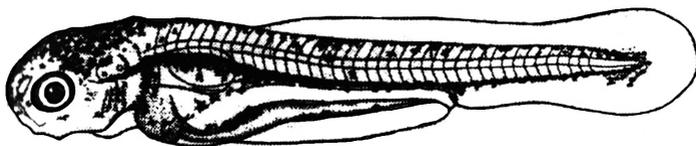


Рис. 20. Личинка карпа на этапе развития В ( $l = 6,6$  мм,  $L = 7$  мм)

Личинки плавают поодиночке в толще воды, недалеко от берега. Начинают питаться водорослями и мелкими формами зоопланктона.

*Этап*  $C_1$  (рис. 21) — желточный мешок полностью рассасывается. Рот закрывается, плавательный пузырь увеличивается в размерах. Плавниковая кайма сплошная. Держатся недалеко от берега на глубине 30—40 см. Питаются водорослями и мелкими формами зоопланктона.



Рис. 21. Личинка карпа на этапе развития  $C_1$  ( $l = 7,1$  мм,  $L = 7,7$  мм)

*Этап*  $C_2$  (рис. 22) — в местах будущих спинного и анального плавников сгущается мезенхима, в хвостовой лопасти начинают окостеневать лучи. Заметно уменьшается плавниковая кайма. Жаберная крышка полностью закрывает жабры. Держатся недалеко от берега на мелководье. Питаются мелкими формами зоопланктона и зообентоса.

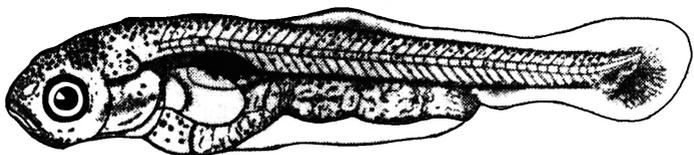


Рис. 22. Личинка карпа на этапе развития  $C_2$  ( $l = 8,6$  мм,  $L = 9$  мм)

*Этап D<sub>1</sub>* — плавательный пузырь становится двухкамерным. Передняя камера его наполняется воздухом. Рот конечный, слабовыдвижной. Начинается обособление спинного и анального плавников — образование плавниковых лучей. Появляются зачатки брюшных плавников. Лучи в хвостовом плавнике доходят до заднего края. Задний конец хорды сильно загнут вверх, хвостовой плавник трёхлопастной (рис. 23). Питаются коловратками, науплиусами циклопов и др. Опускаются на глубину до 0,5 м. Держатся поодиночке.

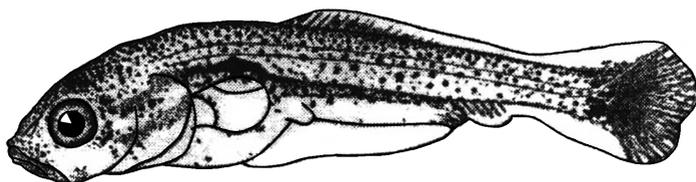


Рис. 23. Личинка карпа на этапе развития D<sub>1</sub> ( $l = 10,5$  мм,  $L = 11,5$  мм)

*Этап D<sub>2</sub>* — 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. 24). В питании преобладают в основном мелкие циклопы и хирономиды, количество последних в кишечнике преобладает. Утром приближаются к берегу, к вечеру отходят и опускаются в более глубокие слои.

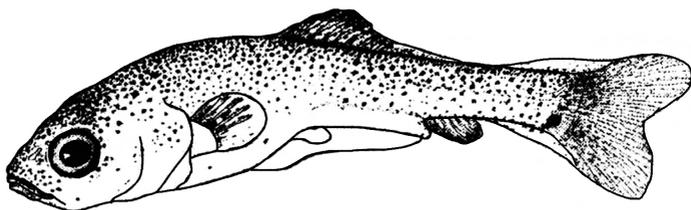


Рис. 24. Личинка карпа на этапе развития D<sub>2</sub> ( $l = 10,25$  мм,  $L = 12,20$  мм)

*Этап E* — во всех парных и непарных плавниках хорошо развиты костные лучи. Плавники сформированы. Почти полно-

стью исчезает плавниковая складка (кайма), остаётся лишь небольшая преанальная складка (рис. 25). Питаются в основном личинками хирономид. Держатся поодиночке на глубине 0,5 м (на струе у водослива). Ловить их труднее, чем на предыдущих этапах.

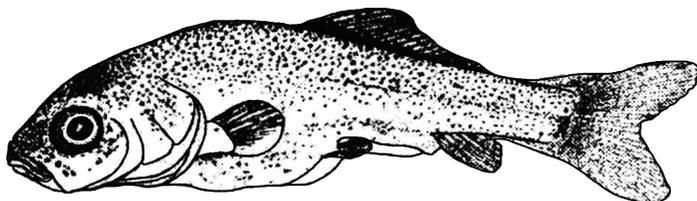


Рис. 25. Личинка карпа на этапе развития E ( $l = 12,5$  мм,  $L = 15,0$  мм)

*Этап F* — мальковый период. Начинает развиваться чешуя, которая к концу этапа покрывает почти всё тело. Появляется первая пара усиков. Обонятельная ямка принимает форму восьмёрки (рис. 26). Питание донное. Держатся преимущественно у дна, часто около водослива (монаха). При тихой погоде плавают стайками. Отличаются большой пугливостью.

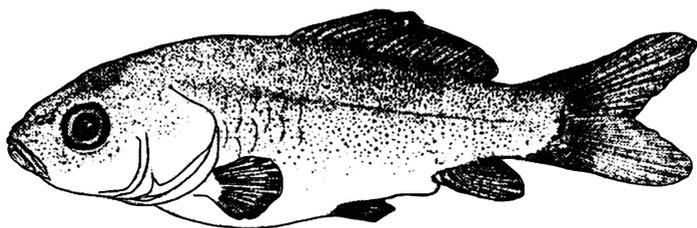


Рис. 26. Малёк карпа на этапе развития F ( $l = 18,0$  мм,  $L = 22,5$  мм)

*Этап G* — наступает через 18—20 дней после выклева предличинки. Тело полностью покрыто чешуёй. Малёк приобретает почти все признаки взрослой рыбы. Появляется зачаток канала боковой линии (рис. 27). Питаются главным образом личинками хирономид. Мальки плавают стайками, реже поодиночке, недалеко от берега.

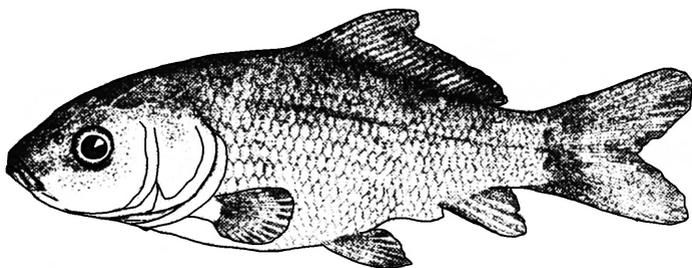


Рис. 27. Малёк карпа на этапе развития G ( $l = 22,0$  мм,  $L = 30,0$  мм)

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Какие признаки характеризуют карпа как фитофильную рыбу?
2. Какие стадии эмбриогенеза считаются критическими и чем это обусловлено?
3. На каком этапе и на каких стадиях развития рекомендуется оценивать качество икры и определять процент оплодотворения, учитывать отход икры, осуществлять перевозку?
4. Дайте характеристику морфологических особенностей, особенностей питания и поведения личинок и мальков по этапам развития.
5. Каковы основные этапы эмбрионального и раннего пост-эмбрионального развития карпа?
6. Перечислите этапы развития икры.
7. Кратко охарактеризуйте этапы развития личинок и мальков карпа.

### **Рекомендуемая литература**

- Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005. 108 с.
- Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.
- Москул Г. А., Москул Н. Г.* Экология размножения и развития пресноводных рыб. Краснодар, 2007. 46 с.
- Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство. М., 2004. 455 с.

## Лабораторная работа № 5

### ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ, ЛИЧИНОЧНЫЙ И МАЛЬКОВЫЙ ПЕРИОДЫ РАЗВИТИЯ РАСТИТЕЛЬНОВАДНЫХ РЫБ

**Цель занятия.** Ознакомиться с периодами развития растительноводных рыб.

**Задание.** Изучить этапы эмбрионального, личиночного и малькового периодов развития растительноводных видов рыб на примере белого амура; усвоить различия в развитии белого амура, белого и пёстрого толстолобиков. Нарисовать этапы развития белого амура и белого толстолобика. Ответить на контрольные вопросы.

**Материал и оборудование.** Фиксированные эмбрионы, личинки, мальки белого амура, белого и пёстрого толстолобиков на разных этапах развития, рисунки, фотографии; бинокулярные лупы или микроскопы, чашки Петри, предметные стёкла, препаровальные иглы, кисточки, марлевые салфетки.

#### СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ

В биологии размножения и развития белого амура, белого и пёстрого толстолобиков много общего, поэтому в табл. 4 даётся описание характера развития растительноводных видов рыб в ранний период жизни на примере белого амура и коротко — белого толстолобика, а различия представлены в табл. 5.

Таблица 4

Характеристика развития белого амура

Этап	Стадия
1	2
Э м б р и о н а л ь н ы й   п е р и о д	
1. Оводнение полости между яйцевой оболочкой и яйцеклеткой (появление первителлинового пространства) и образование плазменного бугорка — бластодиска	<i>Стадия 1.</i> Диаметр неоводнённой 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. 28, <i>а</i> )
	<i>Стадия 2.</i> Возраст — 10 мин после оплодотворения. Отделение яйцевой оболочки от желтка и концентрация плазмы на анимальном полюсе в виде прозрачной серповидной зоны (рис. 28, <i>б</i> )

1	2
	<i>Стадия 3.</i> Возраст — 40 мин. Образование резко очерченного бластодиска. В основном завершается оводнение перивителлинового пространства. Диаметр икринки — 3,8—4, а собственно яйца — 1,2—1,3 мм. Такое огромное перивителлиновое пространство уменьшает массу икринки и обеспечивает её плавучесть в потоках воды; в стоячей воде икринка опускается на дно и погибает (рис. 28, в)
2. Дробление бластодиска до бластулы (рис. 28, г—к)	<i>Стадия 4.</i> Возраст — 1 ч. Образование двух бластомеров (рис. 28, г)
	<i>Стадия 5.</i> Возраст — 1 ч 20 мин. Образование четырёх бластомеров (рис. 28, д)
	<i>Стадия 6.</i> Возраст — 1 ч 40 мин. Образование восьми бластомеров (рис. 28, е)
	<i>Стадия 7.</i> Возраст — 2 ч. Образование шестнадцати бластомеров (рис. 28, ж)
	<i>Стадия 8.</i> Возраст — 2 ч 30 мин. Крупноклеточная морула (ранняя) (рис. 28, з)
	<i>Стадия 9.</i> Возраст — 4 ч 50 мин. Мелкоклеточная морула (поздняя). Завершение оводнения перивителлинового пространства. Диаметр оболочки — 4,32—5,32 мм (рис. 28, и)
	<i>Стадия 10.</i> Возраст — 6 ч. Бластула (рис. 28, к)
3. Гастрюляция — образование зародышевых пластов (рис. 28, л—н)	<i>Стадия 11.</i> Возраст — 7 ч 10 мин. Обрастание бластодермой поверхности желтка (рис. 28, л)
	<i>Стадия 12.</i> Возраст — 10 ч. Желточная пробка (рис. 28, м)
	<i>Стадия 13.</i> Возраст — 12 ч 10 мин. Замыкание желточной пробки. Зачаток тела приобретает вид утолщённого валика, расширенный головной отдел его начинается на анимальном полюсе и хвостовая часть заканчивается на вегетативном полюсе (рис. 28, н)
4. Органогенез — дифференциация зародышевых пластов на зачатки основных органов (рис. 28, о, п)	<i>Стадия 14.</i> Возраст — 15 ч. Образование глазных пузырей, закладка хорды, начало сегментации мезодермы. Закладка мозговых пузырей (рис. 28, о)
	<i>Стадия 15.</i> Возраст — 18 ч. Появление глазных бокалов и щелевидного углубления в зачатках глаз, сегментация тела на миотомы. Хорда хорошо заметна (рис. 28, п)
5. Обособление хвостового отдела от желточного мешка, начало активного движения тела (рис. 28, р, с)	<i>Стадии 16—18.</i> Возраст — 29—32 ч. Выпрямление тела эмбриона. Начало энергичных колебательных движений и вращательных поворотов. Появление на голове и в сердечной области желёз выплупления
П р е д л и ч и н о ч н ы й   п е р и о д	
1. Выплупление зародыша из оболочки (рис. 29, а)	<i>Стадия 19.</i> Возраст — 34 ч. Выклев. Длина предличинки — 5—5,2 мм. В туловище 29—31 сегмент, в хвосте — 12—14. Тело без пигмента, окаймлено недифференцированной плавниковой складкой. В глазах чёрное пигментное пятнышко. Малоподвижны. В природных условиях пассивно сносятся течением в толще воды

1	2
2. Образование эмбриональной сосудистой системы, начало кровообращения (рис. 29, б)	<i>Стадия 20.</i> Возраст — 51 ч. Длина — 6,5 мм. Эмбриональные органы дыхания: хвостовая вена и кювьеровы протоки, расположенные на передней части желточного мешка. Движение пассивное. Питаются собственным желтком
3. Образование и начало функционирования подвижного жаберно-челюстного аппарата (рис. 29, в—г)	<i>Стадии 21—22.</i> Возраст — 76—96 ч. Длина — 7,5 мм. Начало жаберного дыхания. Рот полукопечный, подвижный. Глаза полностью пигментированы. Предличинки становятся более подвижными. Питание желточное. Чёрные пигментные клетки-меланофоры появляются на голове, над кишечником и в хвостовом отделе, на желточном мешке. Редукция эмбриональных органов дыхания (кювьеровы протоки). Закладка плавательного пузыря
<b>Л и ч и н о ч н ы й п е р и о д</b>	
1. Смешанное (эндогенно-экзогенное) питание личинок (рис. 30, а, б)	<i>Стадии 23—24.</i> Возраст — 4,5—6 сут. Длина — 7,5—7,8 мм. Дыхание жаберное. Задняя камера плавательного пузыря заполнена воздухом. Личинка активна, заглатывает пищу, но продолжает также питаться за счёт желточного мешка. Пигментация тела усиливается. Личинки плавают в толще воды. На этом этапе рекомендуется перевозить личинок на дальние расстояния или высаживать в пруды
2. Экзогенное питание личинок (рис. 30, в)	<i>Стадия 25.</i> Возраст — 7 сут. Длина — 7,6 мм. Желточный мешок полностью резорбирован. Питается исключительно внешней пищей, в основном зоопланктоном. Обособление лопастей непарных плавников. Жаберно-челюстной аппарат подвижный
3. Формирование непарных плавников (рис. 30, г, д, е)	<i>Стадия 26.</i> Возраст — 9 сут. Длина — 8 мм. Образование лучей в нижней лопасти хвостового плавника. К 16 сут все непарные плавники имеют плавниковые лучи (рис. 30, г)
	<i>Стадии 27—28.</i> Конец хорды загнут вверх. В хвостовом плавнике выемка. Заполняется воздухом передний отдел плавательного пузыря. Закладываются брюшные плавники (рис. 30, д, е)
4. Формирование парных плавников (рис. 30, ж)	<i>Стадии 29—30.</i> Возраст — 20—22 сут. Длина — 14,2 мм. В парных плавниках образуются плавниковые лучи. Сохраняется преанальная плавниковая складка
<b>М а л ь к о в ы й п е р и о д</b>	
1. Закладка чешуи (рис. 31, а)	<i>Возраст — 1 мес.</i> Длина — 2 см. Вдоль боковой линии появляется чешуя. Переходит на питание высшей водной растительностью
2. Малёк с чешуйчатым покровом (рис. 31, б)	<i>Возраст — 1,5 мес.</i> Длина — 4—5 см. Преанальная складка исчезла. Тело покрыто чешуёй. Видны отверстия канала боковой линии

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

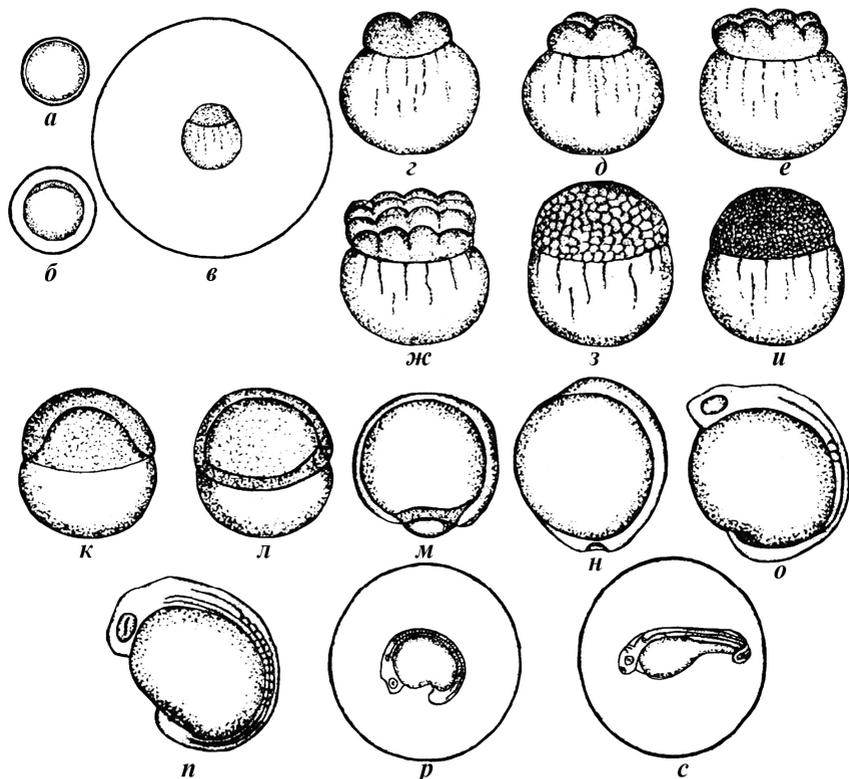


Рис. 28. Эмбриональный период развития икры белого амура  
(см. обозначения в табл. 4)

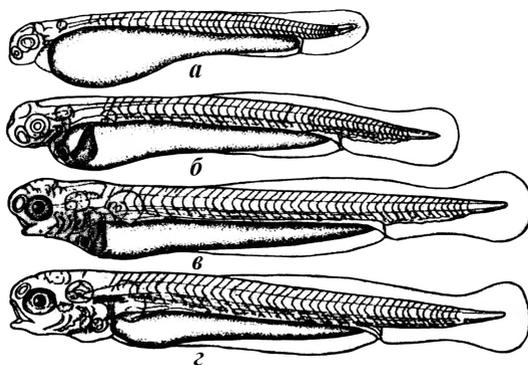


Рис. 29. Предличиночный период развития белого амура  
(см. обозначения в табл. 4)

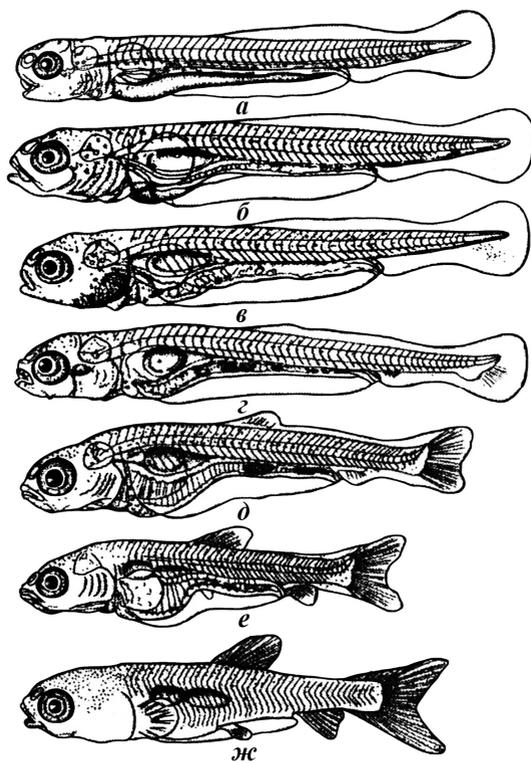


Рис. 30. Личиночный период развития белого амура  
(см. обозначения в табл. 4)

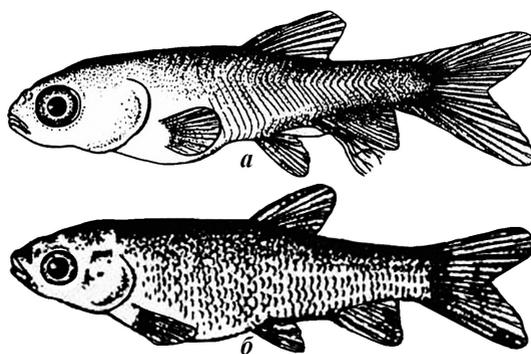


Рис. 31. Мальковый период развития белого амура  
(см. обозначения в табл. 4)

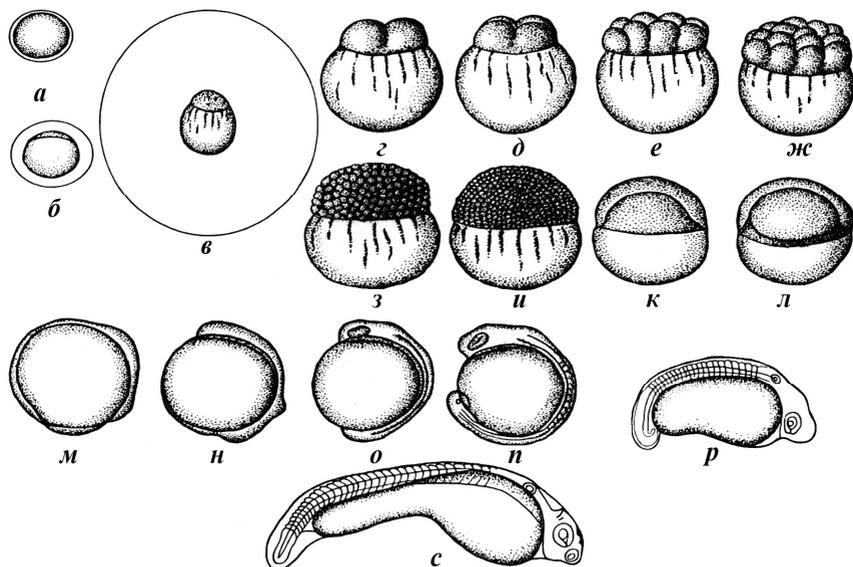


Рис. 32. Эмбриональный период развития белого толстолобика  
(см. обозначения в табл. 5)

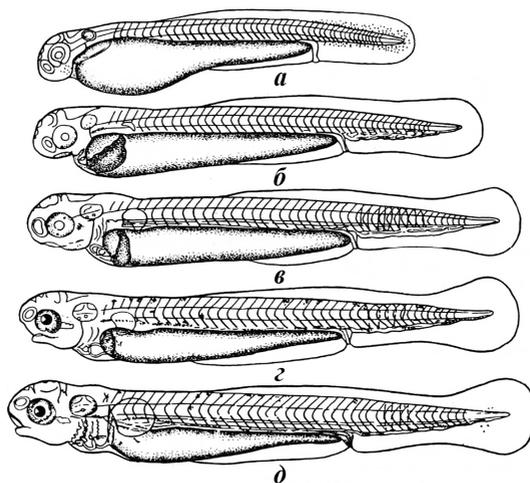


Рис. 33. Предличиночный период развития белого толстолобика  
(см. обозначения в табл. 5)

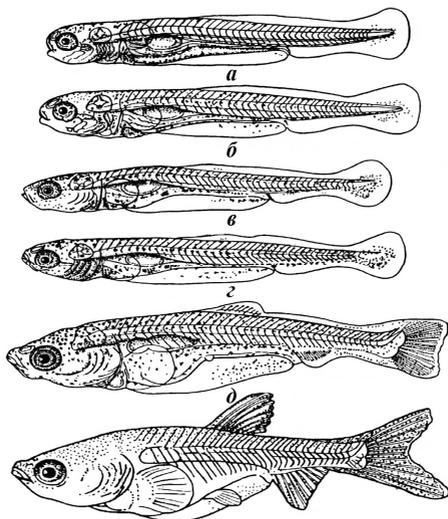


Рис. 34. Личиночный период развития белого толстолобика  
(см. обозначения в табл. 5)

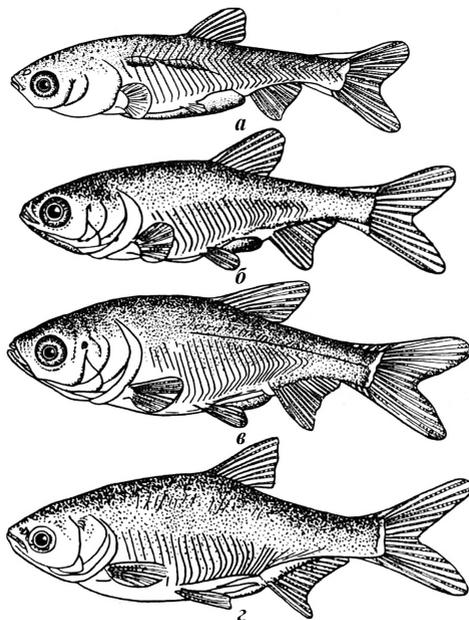


Рис. 35. Мальковый период развития белого толстолобика  
(см. обозначения в табл. 5)

Таблица 5

## Характеристика развития белого толстолобика

Этап	Стадия
1	2
<b>Э м б р и о н а л ь н ы й п е р и о д</b>	
I этап — оводнение околожелточной полости	<i>Стадия 1</i> — неоводнённая икринка диаметром 1,2 мм (рис. 32, а)
	<i>Стадия 2</i> — начало оводнения околожелточной полости, возраст — 10 мин (рис. 32, б)
	<i>Стадия 3</i> — окончательно оводнённая икринка диаметром 4,5 мм, возраст — 45 мин (рис. 32, в)
II этап — дробление бластодиска	<i>Стадия 4</i> — 2 бластомера, возраст — 50 мин (рис. 32, г)
	<i>Стадия 5</i> — 4 бластомера, возраст — 1 ч 10 мин (рис. 32, д)
	<i>Стадия 6</i> — 8 бластомеров, возраст — 1 ч 30 мин (рис. 32, е)
	<i>Стадия 7</i> — 16 бластомеров, возраст — 2 ч (рис. 32, ж)
	<i>Стадия 8</i> — крупноклеточная морула, возраст — 2 ч 30 мин (рис. 32, з)
	<i>Стадия 9</i> — мелкоклеточная морула, возраст — 4 ч 30 мин (рис. 32, и)
III этап — гастрюляция	<i>Стадия 10</i> — бластула, возраст — 6 ч (рис. 32, к)
	<i>Стадия 11</i> — начало гастрюляции, возраст — 7 ч 10 мин (рис. 32, л)
	<i>Стадия 12</i> — желточная пробка, возраст — 10 ч (рис. 32, м)
IV этап — органо-генез	<i>Стадия 13</i> — окончание гастрюляции, замыкание желточной пробки, возраст — 12 ч 10 мин (рис. 32, н)
	<i>Стадия 14</i> — образование глазных пузырей, начало сегментации мезодермы, возраст — 15 ч (рис. 32, о)
V этап — обособление хвостового отдела зародыша от желточного мешка	<i>Стадия 15</i> — образование глазных бокалов, возраст — 18 ч (рис. 32, п)
	<i>Стадии 16, 17</i> — начало обособления хвоста, возраст — 21 ч; выпрямление и начало изгиба тела зародыша, длина тела — 3,3 мм, возраст — 23 ч (рис. 32, р)
	<i>Стадия 18</i> — начало активного вращения зародыша, длина тела — 4,9 мм, возраст — 29 ч (рис. 32, с)
<b>П р е д л и ч и н о ч н ы й п е р и о д</b>	
VI этап — вылупление эмбриона из оболочки	<i>Стадия 19</i> — только что вылупившийся эмбрион, возраст — 1 сут 12 ч, длина тела — 5,2 мм (рис. 33, а)
VII этап — появление развитой эмбриональной сосудистой системы	<i>Стадия 20</i> — эмбрион с развитой сосудистой системой, длина — 6,2 мм, возраст — 2 сут 15 ч (рис. 33, б)
VIII этап — появление подвижного жаберно-челюстного аппарата	<i>Стадия 21</i> — начало подвижного состояния жаберно-челюстного аппарата, длина тела — 7 мм, возраст — 3 сут 5 ч (рис. 33, в, г)
	<i>Стадия 22</i> — редукция эмбриональных органов дыхания, закладка плавательного пузыря; длина тела — 7,2 мм; возраст — 3 сут 15 ч (рис. 33, д)

Окончание табл. 5

<i>I</i>	<i>2</i>
Л и ч и н о ч н ы й   п е р и о д	
I этап — смешанное питание личинки	<i>Стадия 23</i> — начало смешанного питания личинки с преобладанием желточной пищи, длина тела — 7,4 мм, возраст — 4 сут 15 ч (рис. 34, <i>a</i> ) <i>Стадия 24</i> — смешанное питание с преобладанием внешней пищи, длина тела — 7,7 мм, возраст — 5 сут 20 ч (рис. 34, <i>b</i> )
II этап — полный переход личинки на внешнее питание	<i>Стадия 25</i> — начало исключительно внешнего питания личинки, длина тела — 7,1 мм, возраст — 7 сут (рис. 34, <i>b</i> )
III этап — образование непарных плавников	<i>Стадии 26—27</i> — 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 (рис. 34, <i>z</i> )
IV этап — появление второго отдела плавательного пузыря	<i>Стадия 28</i> — появление переднего отдела плавательного пузыря, закладка брюшных плавников, длина тела — 9,4 мм, возраст — 18 сут (рис. 34, <i>d</i> )
V этап — образование плавниковых лучей в парных плавниках	<i>Стадии 29—30</i> — 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. 34, <i>e</i> )
М а л ь к о в ы й   п е р и о д	
I этап	Резкое увеличение длины кишечника, переход малька на питание преимущественно водорослями; длина тела — 13—15 мм, возраст — 25—28 сут. (рис. 35, <i>a</i> )
II этап	Расщепление плавниковых лучей в непарных плавниках, длина тела — 18 мм, возраст — 1 мес. (рис. 34, <i>b</i> )
III этап	Начало появления чешуек, длина тела — 22—25 мм, возраст — около 1 мес. 10 дней (рис. 35, <i>b</i> )
IV этап	Смещение глаз вниз, длина тела — 50 мм, возраст — 1,5—2,0 мес. (рис. 35, <i>z</i> )

Таблица 6

Различия в развитии белого амура, белого и пёстрого толстолобиков

Морфологические и морфометрические признаки	Белый амур	Белый толстолобик	Пёстрый толстолобик
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
И к р а ( н а б у х ш а я )			
Средний диаметр, мм:			
оболочки	4,38—5,22	3,80—4,50	4,82—5,63
желточного мешка	1,21—1,36	1,10—1,20	1,42—1,50

Продолжение табл. 6

1	2	3	4
П р е д л и ч и н к и			
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
Наличие чёрного пигмента на желточном мешке	Пигмент только спереди	Пигмент спереди и на брюшной части	Пигмент спереди и слабо на брюшной части
Л и ч и н к и			
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 вперёд
Развитие грудных плавников на последнем 4-м этапе	Далеко не доходят до основания брюшных плавников	Далеко не доходят до основания брюшных плавников	Заходят за основание 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
М а л ь к и			
Соотношение развития челюстей	Как у личинок		
Развитие грудных плавников	То же		
Развитие спинного плавника	То же		

1	2	3	4
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

**Аномалии развития.** При искусственном разведении рыб не всегда удаётся обеспечить оптимальные условия для нормального протекания физиологических процессов и правильного развития эмбрионов и личинок. Это ухудшает рыбоводные качества икры, вызывает разнообразные нарушения в строении зародышей и снижает их жизнеспособность. Наиболее частая причина неудовлетворительного качества икры и уродства личинок — передержка икры в теле самки после её овуляции. Надёжным критерием качества икры служит процент её 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 идёт 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.

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

Аномалии оболочки икры возможны 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 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.

Ложное развитие неоплодотворённой 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 цитоплазмы.

Во время такого беспорядочного псевдодробления неоплодотворённая икра становится хорошо отличимой от оплодотворённой, бластомеры которой имеют одинаковые размеры и чёткие контуры. Поэтому для определения процента оплодотворения наиболее пригодны стадии дробления от 4—8 бластомеров до ранней морулы. Позднее границы ложных бластомеров исчезают, цитоплазма приобретает ровную поверхность и начинает совершать ложную гастрюляцию.

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

Массовая гибель неоплодотворённой икры совпадает с периодом начала формирования тела зародыша из оплодотворённой 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.

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. Причины подобных аномалий — резко выраженная недоброкачественность икры, нарушение условий инкубации, в частности понижение температуры воды и пр.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте характеристику эмбрионального, личиночного и малькового периодов развития растительноядных рыб.

2. Какова продолжительность эмбрионального, развития предличинки, личиночного и малькового периодов развития?

3. Назовите различия в развитии белого амура, белого и пёстрого толстолобиков.

4. Какие существуют рыбоводно-биологические нормативы по разведению и выращиванию растительноядных рыб в изучаемые периоды развития?

5. Перечислите основные аномалии развития растительноядных рыб.

### ***Рекомендуемая литература***

*Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.

*Москул Г. А., Москул Н. Г.* Экология размножения и развития пресноводных рыб. Краснодар, 2007. 46 с.

*Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство. М., 2004. 455 с.

*Серпунин Г. Г.* Искусственное воспроизводство рыб. Калининград, 2005. 142 с.

## **Лабораторная работа № 6** **ВЫРАЩИВАНИЕ РЫБЫ В ВЫРОСТНЫХ** **И НАГУЛЬНЫХ ПРУДАХ**

**Цель занятия.** Освоить методику выращивания рыбопосадочного материала (сеголеток) в выростных прудах и товарной рыбы в нагульных прудах.

**Задания.** Ознакомиться с содержанием темы, провести расчёт нормальной и многократной посадки карпа в прудах. Решить предложенные задачи по определению плотности посадки сеголетков и годовиков при смешанновозрастной, нормальной, многократной посадке, с добавочными рыбами и в поликультуре. Ответить на контрольные вопросы.

**Материалы и оборудование.** Справочная литература по рыбоводно-биологическим нормам, таблицы, счётная машина.

### **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ**

Существуют три формы ведения карпового прудового хозяйства — экстенсивная, полуинтенсивная и интенсивная. При экстенсивной форме карпов выращивают на базе естественных пищевых ресурсов пруда, при интенсивной осуществляют кормление рыб, вносят в пруд минеральные и органические удобрения, которые способствуют развитию в нём пищевых организмов. Полуинтенсивная форма предусматривает использование естественной пищи в удобряемых прудах, что достигается уплотнёнными посадками карпа (до трёхкратных).

Количество рыбы, сажаемой на выращивание в пруды летних категорий, зависит от двух факторов: достижения к определённому сроку желаемой массы, стремления к наиболее полному использованию естественных пищевых ресурсов пруда. За один вегетационный период в одном и том же пруду можно вырастить сеголетков массой 5 г, а при других условиях — массой 500 г. Безусловно, более высокую скорость роста обеспечивает большее количество пищи, что в экстенсивном хозяйстве достигается за счёт посадки меньшего количества рыбы на единицу водной площади. Однако чем выше индивидуальная масса карпов, тем

ниже их суммарная масса в расчёте на единицу водной площади, так как при сравнительно более плотной посадке рыба полнее использует естественные пищевые ресурсы пруда.

Посадка, при которой карпы за период выращивания на естественной кормовой базе достигают стандартной массы, называется нормальной. Увеличение плотности посадки рыбы до определённого уровня способствует повышению естественной рыбопродуктивности. Однако большая плотность вызывает снижение как индивидуальной массы, так и суммарного прироста живой массы рыбы.

1. Расчёт нормальной посадки карпа в нагульные пруды проводится по формуле

$$K = E \cdot П \cdot 100 : (M - m) \cdot В, \quad (8)$$

где  $K$  — количество рыбы, необходимое для посадки в пруд, экз.;

$E$  — естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га;

$П$  — площадь пруда, га;

100 — постоянный расчётный коэффициент;

$M, m$  — индивидуальная масса карпа соответственно к осени и перед посадкой, кг;

$В$  — выход карпа, % к посадке.

Так как во многих хозяйствах личинок карпа из нерестовых прудов сразу сажают на выращивание в выростные пруды и их масса в этот период очень мала (15—30 мг), то её величиной при расчётах можно пренебречь. Формула при этом несколько упрощается:

$$K = E \cdot П \cdot 100 : M \cdot В. \quad (9)$$

### П р и м е р

1. Определить, сколько необходимо иметь личинок и годовиков карпа для зарыбления выростного и нагульного прудов при следующих условиях:

а) площадь выростного пруда — 10 га, нагульного пруда — 50 га;

б) естественная продуктивность прудов — 240 кг/га;

в) масса сеголетков — 30 г,

годовиков — 25 г,

двухлетков — 500 г;

г) выход сеголетков — 65 %,

двухлетков — 85 %.

Для зарыбления выростного пруда площадью 10 га нужно иметь

$$K = 240 \cdot 10 \cdot 100 : 0,03 \cdot 65 = 120\,000 \text{ личинок (12\,000 экз./га).}$$

С применением минеральных удобрений

$$K = 400 \cdot 10 \cdot 100 : 0,03 \cdot 65 = 200\,000 \text{ личинок (20\,000 экз./га).}$$

Для зарыбления нагульного пруда площадью 50 га необходимо иметь

$$K = 240 \cdot 50 \cdot 100 : (0,5 - 0,025) \cdot 85 = 30\,000 \text{ годовиков (600 экз./га).}$$

Повышению продуктивности карповых хозяйств и увеличению выхода рыбной продукции с единицы водной площади способствует внедрение интенсивных методов ведения прудового рыбоводства. Основными приёмами интенсификации являются удобрение прудов и кормление рыбы. Общая продуктивность прудов при этом возрастает не за счёт получения бóльшей индивидуальной массы рыбы, а вследствие повышения количества карпов на единицу площади пруда.

Общая рыбопродуктивность отличается от естественной тем, что последняя характеризуется приростом общей массы рыбы за счёт потребления живых кормов (в основном зоопланктона и бентоса), а первая представляет собой совокупный показатель естественной рыбопродуктивности и объёма рыбопродукции, полученной благодаря внесению удобрений.

Если в пруд посажено в 5 раз больше рыбы, чем при нормальной посадке, то такую посадку называют 5-кратной, если в 10 раз — 10-кратной и т. д. Кратность посадки в различных карповых хозяйствах нашей страны колеблется от 2 до 15 и в основном зависит от уровня технологии приготовления и раздачи комбикормов, а также от их качества. Наилучший результат можно получить при многократном кормлении карпа гранулированными комбикормами, изготовленными методом влажного прессования и сбалансированными по основным питательным веществам, микро- и макроэлементам и витаминам.

Формулы расчёта количества рыбы для многократной посадки в пруды имеют следующий вид:

в выростной пруд

$$K = E \cdot П \cdot 100 \cdot N : M \cdot B, \quad (10)$$

где К — количество рыбы, необходимое для посадки в пруд, экз.;

Е — естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га;

П — площадь пруда, га;

N — кратность посадки;

М — индивидуальная масса карпа осенью, кг;

В — выход карпа, % к посадке;

100 — постоянный расчётный коэффициент;

в нагульный пруд

$$K = E \cdot P \cdot 100 \cdot N : (M - m) \cdot B, \quad (11)$$

где К — количество рыбы, необходимое для посадки в пруд, экз.;

Е — естественная рыбопродуктивность пруда, кг/га;

П — площадь пруда, га;

N — кратность посадки;

М, м — индивидуальная масса карпа соответственно к осени и перед посадкой, кг;

В — выход карпа, % к посадке;

100 — постоянный расчётный коэффициент.

Буквенные обозначения в формулах (10) и (11) заменяем числовыми данными и после соответствующих вычислений находим количество рыбы для многократной (N = 5) посадки в пруды:

$$K = 240 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 5 : 0,03 \cdot 65 = 600\,000 \text{ личинок (60\,000 экз./га)}$$

$$K = 240 \cdot 50 \cdot 100 \cdot 5 : (0,5 - 0,025) \cdot 85 = 150\,000 \text{ годовиков (3\,000 экз./га).}$$

2. Необходимо определить, сколько мальков карпа можно посадить в нагульный пруд (к двухлеткам карпа) для дополнительного выращивания рыбопосадочного материала (сеголетков карпа) в условиях смешанновозрастной посадки.

Вычисления производим по формуле:

$$K = P \cdot E \cdot e : M \cdot B, \quad (12)$$

где К — количество мальков, подсаживаемых в нагульный пруд к двухлеткам карпа, экз.;

П — площадь нагульного пруда, га;

Е — рыбопродуктивность нагульного пруда по товарным двухлеткам карпа, кг/га;

е — повышение рыбопродуктивности нагульного пруда за счёт дополнительного выращивания в нем мальков, %;

М — средняя штучная масса сеголетков осенью, кг;

В — выход сеголетков осенью, %.

П р и м е р

Площадь нагульного пруда (П) — 50 га, рыбопродуктивность нагульного пруда по двухлеткам карпа (Е) — 500 кг/га, повышение рыбопродуктивности за счёт выращивания мальков (е) — 30 %; средняя масса сеголетков осенью (М) — 0,03 кг; выход сеголетков осенью (В) — 65 %.

Буквенные обозначения формулы (12) заменяем числовыми данными и после соответствующих вычислений находим количество мальков:

$$K = 50 \cdot 500 \cdot 30 : 0,03 \cdot 65 = 375\,000 \text{ мальков (7\,500 экз./га).}$$

Следовательно, в данный нагульный пруд можно подсадить для совместного выращивания с двухлетками карпа 375 000 мальков, что составляет 7 500 мальков на 1 га пруда.

$$7\,500 — 100 \%$$

$$x — 65 \%$$

$$x = 7\,500 \cdot 65 : 100 = 4\,875 \text{ экз.} \cdot 0,03 \text{ кг} = 146,25 \text{ кг.}$$

$$\text{Рыбопродуктивность по сеголеткам} = 146,25 \text{ кг/га.}$$

3. Необходимо определить численную посадку стерляди в качестве добавочной рыбы для совместного выращивания с двухлетками карпа в нагульном пруду.

Вычисление производим по формуле

$$K = П \cdot Е \cdot е : (М - м) В, \quad (13)$$

где К — посадка добавочных рыб, экз.;

П — площадь нагульного пруда, га;

Е — рыбопродуктивность нагульного пруда по карпу, кг/га;

е — намечаемое повышение рыбопродуктивности за счёт добавочных рыб, %;

М — средняя масса добавочной рыбы осенью, кг;

м — средняя масса добавочной рыбы при посадке весной, кг;

В — выход добавочной рыбы осенью, %.

П р и м е р

Площадь нагульного пруда (П) — 50 га; рыбопродуктивность нагульного пруда по карпу (Е) — 500 кг/га; ожидаемое повышение рыбопродуктивности за счёт посадки годовиков стерляди (е) — 20 % рыбопродуктивности по карпу; планируемая средняя масса двухлеток стерляди осенью (М) — 0,2 кг; средняя масса

годовиков стерляди при посадке в пруд весной ( $m$ ) — 0,02 кг; выход товарных двухлетков стерляди ( $B$ ) — 90 %.

Буквенные обозначения в формуле (13) заменяем числовыми данными и после соответствующих вычислений находим, что посадка годовиков стерляди равна 31 250 экз.:

$$K = 50 \cdot 500 \cdot 20 : (0,2 - 0,02) \cdot 90 = 31\,250 \text{ годовиков (625 экз./га).}$$

Таким образом, посадка стерляди должна составить 625 экз./га.

$$625 — 100 \%$$

$$x — 90 \%$$

$$x = 625 \cdot 90 : 100 = 562 \text{ экз.} \cdot 0,2 \text{ кг} = 112,4 \text{ кг.}$$

Рыбопродуктивность по стерляди = 112,4 кг/га.

4. Необходимо определить численную посадку годовиков карпа в нагульный пруд при кормлении рыбы искусственным кормом, если известен общий расход корма и его кормовой коэффициент.

Для определения численной посадки годовиков карпа при кормлении рыбы искусственным кормом пользуемся следующей формулой:

$$X = \frac{П [E + (K : \kappa)] 100}{(M - m) B}, \quad (14)$$

где  $X$  — численная посадка годовиков, экз.;

$П$  — площадь нагульного пруда, га;

$E$  — естественная рыбопродуктивность нагульного пруда, кг/га;

$K$  — планируемый расход корма, кг;

$\kappa$  — кормовой коэффициент корма;

100 — постоянный расчётный коэффициент;

$M$  — средняя масса товарного двухлетка карпа осенью, кг;

$m$  — средняя масса годовика карпа при посадке в нагульный пруд весной, кг;

$B$  — выход товарной рыбы осенью, %.

П р и м е р

Площадь нагульного пруда ( $П$ ) — 50 га; естественная рыбопродуктивность ( $E$ ) — 240 кг/га; общий вес искусственного корма, предназначенного для скармливания рыбе в течение лета, ( $K$ ) — 10 000 кг; кормовой коэффициент искусственного корма ( $\kappa$ ) — 5; средняя масса товарных двухлетков карпа осенью ( $M$ ) — 0,5 кг; средняя масса годовика карпа при посадке весной ( $m$ ) — 0,025 кг;

выход товарной рыбы осенью (В) — 85 %.

Буквенные обозначения в формуле (14) заменяем числовыми данными и после соответствующих вычислений находим, что посадка годовиков карпа равна:

$$X = 50 \cdot [240 + (10\ 000 : 5)] \cdot 100 : (0,5 - 0,025) \cdot 85 = 280\ 000 \text{ годовиков (5 600 экз./га).}$$

Таким образом, посадка годовиков карпа должна составлять 5 600 экз./га.

5. Необходимо определить потребность в искусственном корме, если известны общий выход товарных двухлетков осенью и общий прирост рыбы за счёт естественной рыбопродуктивности пруда.

Вычисления производим по формуле

$$X = (B \cdot M - m) K, \quad (15)$$

где X — количество необходимых кормов, кг;

B — общий выход товарных двухлетков карпа осенью, экз.;

M — прирост одной рыбы за всё лето, кг;

m — общий прирост рыбы в течение лета за счёт естественной рыбопродуктивности прудов, кг;

K — кормовой коэффициент скормленной рыбе кормов.

**П р и м е р**

Выход товарных двухлетков (B) — 5 000 экз., прирост одной рыбы за лето (M) — 0,475 кг; общий прирост рыбы в течение лета за счёт естественной рыбопродуктивности прудов (m) — 240 кг; кормовой коэффициент искусственного корма (K) — 5.

После замены буквенных обозначений в формуле (15) числовыми данными находим, что потребность в искусственных кормах равна

$$X = (5\ 000 \cdot 0,475 - 240) \cdot 5 = 10\ 675 \text{ кг.}$$

### ***Выращивание рыбы в условиях монокультуры и поликультуры***

Под монокультурой понимают выращивание в прудах рыбы одного вида, а под поликультурой — одновременно нескольких видов.

Совместное выращивание в прудах карпов различного возраста

(смешанная посадка) позволяет более интенсивно использовать запасы естественной пищевой базы, так как сеголетки потребляют в основном зоопланктон, двухлетки и особи более старших возрастных групп — бентосные организмы. При совместном содержании сеголетков карпа с двухлетками естественная рыбопродуктивность нагульных прудов повышается на 50—120 кг/га, а трёхлетков с двухлетками — на 150—200 кг/га. Обычно в нагульных прудах к 1 годовику подсаживают 10—14 мальков карпа, к 3—4 годовикам — 1 двухгодовика.

Внедрение поликультуры позволяет не только наиболее полно использовать естественную кормовую базу водоёмов, но и расширить ассортимент рыбопродукции. Рыб подбирают с учётом того, чтобы они не были конкурентами в питании. Такая естественная пища, как фитопланктон, высшие водные растения, детрит, жуки, пиявки, стрекозы, головастики и другие беспозвоночные, а также частично зоопланктон и бентос, в условиях монокультуры карпа полностью не используется. Эту пищу поедает рыба других видов, характеристика и биология которых была описана ранее.

При правильном подборе поликультуры с 1 га водной прудовой площади можно получить в северной и северо-западной зонах до 0,5 т рыбы, в центральных районах — до 0,8 т, в южной зоне — до 1,5 т.

Так, из бентосоядных рыб вместе с двухлетками карпа выращивают сига, чира, рыбаца, стерлядь, бестера, чёрного буффало и др. За счёт них рыбопродуктивность прудов увеличивается на 10—20 %.

На практике широко распространено выращивание карпа с растительноядными рыбами (белый и пёстрый толстолобики, белый амур). За счёт них рыбопродуктивность прудов увеличивается на 30—60 %. Кроме того, совместно с мирными рыбами (карпом, растительноядными и др.) можно выращивать и хищных (щуку, судака, сома, радужную форель и др.). Хищные рыбы потребляют жуков, стрекоз, головастиков, лягушек и сорную рыбу. За счёт них рыбопродуктивность повышается незначительно (всего на 30—50 кг/га), однако благодаря уничтожению сорных видов (конкурентов карпа в питании) возрастает непосредственно

продуктивность карпа — на 50—100 кг/га. Хищных рыб (сеголетков) выращивают с двухлетками и трёхлетками карпа и другими мирными рыбами.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Какие существуют формы ведения карпового прудового рыбоводного хозяйства?

2. Дайте определение общей и естественной рыбопродуктивности прудов.

3. Дайте определение нормальной и многократной посадки рыб в пруды.

4. Расскажите о смешанновозрастной посадке рыб.

5. Дайте характеристику добавочных рыб.

6. Дайте определение монокультуры и поликультуры рыб.

7. Как определяют необходимое количество подрощенных личинок для выростного пруда?

8. Каков должен быть возраст хищных видов рыб при их совместном выращивании с двухлетками карпа?

### **Рекомендуемая литература**

*Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005. 108 с.

*Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.

*Козлов В. И., Никифоров-Никишин А. Л., Бородин А. Л.* Аквакультура. М., 2006. 444 с.

*Мамонтов Ю. П., Скляр В. Я., Стецко Н. В.* Прудовое рыбоводство. М., 2010. 215 с.

*Москул Н. Г.* Лабораторный практикум по экологии рыб. Краснодар, 2007. 75 с.

*Пономарев С. В., Лагуткина Л. Ю.* Фермерское рыбоводство. М., 2008. 346 с.

*Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство. М., 2004. 455 с.

*Серпунин Г. Г.* Искусственное воспроизводство рыб. Калининград, 2005. 142 с.

*Скляр В. Я.* Корма и кормление рыб в аквакультуре. М., 2008. 149 с.

## **Лабораторная работа № 7**

### **ЗИМОВКА КАРПА И РАСТИТЕЛЬНЫХ РЫБ**

**Цель занятия.** Изучить методы организации зимовки карпа и растительных рыб. Научиться рассчитывать плотность посадки рыб в зимовальные пруды, показатели для поддержания водообмена в бассейнах и коэффициент упитанности рыбы.

**Задания.** Изучить тему, ознакомиться с методиками расчётов. Решить предложенные задачи по определению плотности посадки сеголетков карпа в прудах, времени водообмена в зимовальных бассейнах и коэффициента упитанности зимующих рыб. Ответить на контрольные вопросы.

**Материал и оборудование.** Таблицы, рисунки; фиксированная или живая рыба; весы, линейки, препаровальные иглы, пинцеты, салфетки, ванночки; счётная машина.

#### **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ**

Зимовка молоди рыб — наиболее важный и сложный технологический процесс в прудовом рыбоводстве. Ежегодно в среднем по рыбоводным хозяйствам страны отход посадочного материала составляет 15—35 %, а в некоторых случаях в хозяйствах зимой погибает до 50—70 %.

Результаты зимовки зависят от ряда биотических (вид или порода, масса рыбы, упитанность, физиологическое состояние организма, резистентность к заболеваниям) и абиотических (гидрохимический и гидрологический режимы прудов и водоисточников) факторов. Большое значение имеют масса и жирность рыбы. Известно, что чем больше масса сеголетков, тем выше их зимостойкость. Мелкие особи на поддержание энергетического обмена тратят значительно больше резервных питательных веществ в расчёте на единицу массы тела и поэтому во время длительной зимовки сильно истощаются и гибнут чаще, чем крупные особи.

Энергетический обмен у рыб в основном поддерживается за счёт расходования жира и частично за счёт белка. Для нормальной зимовки сеголетки, выращенные при уплотнённой посадке,

должны иметь в организме не менее 4 % жира, а выращенные при нормальной или разреженной посадке — 2 %. Разница обусловлена качеством жира: рыба, потребляющая естественную пищу, получает все незаменимые жирные кислоты, и в её организме синтезируются и откладываются ненасыщенные жиры, которые в период зимовки используются более экономно, обеспечивая необходимый обмен веществ.

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

На зимостойкость рыбы влияют также другие параметры физиологического состояния организма: гематологические показатели, запас белков, витаминов и минеральных веществ.

Гибель посадочного материала в зимовальных прудах иногда вызывают инфекционные заболевания. Сеголетки, переболевшие в период летнего выращивания ихтиободозом, хилодонеллёзом, триходиниозом, ихтиофтириозом и другими паразитарными болезнями, остаются паразитоносителями, что обуславливает возможность вспышки заболеваний в зимовальных прудах, где рыба содержится при высокой плотности посадки. Это также служит причиной большого отхода сеголетков.

Один из основных факторов внешней среды (т. е. абиотический фактор), от которого зависит благоприятная зимовка, — оптимальный термический режим пруда. Оптимальная температура воды в зимовальных прудах равняется 1—2 °С. Превышение или понижение её отрицательно действует на карпа. Так, при 0,1—0,2 °С учащаются простудные заболевания. Если же температура воды превышает оптимальную в 2—3 раза, то это вызывает повышенный обмен веществ у рыбы, приводящий к её истощению и гибели. К тому же создаются благоприятные условия для возбудителей многих заболеваний, которые быстро размножаются, вызывая вспышки эпизоотий.

Не менее важный фактор — содержание в воде кислорода. При

снижении его в зимовальных прудах до 3 мг/л карпы начинают беспокоиться, поднимаются в верхние слои воды, в результате чего переохлаждаются и погибают от простудных заболеваний. Желательно, чтобы количество растворённого в воде кислорода было не ниже 5 мг/л. Такой уровень можно поддерживать или с помощью определённой проточности воды в пруду, или путём пропускания через воду воздуха, нагнетаемого компрессорами.

Большая концентрация свободной углекислоты (свыше 30 мг/л) оказывает отрицательное действие на жизнедеятельность карпа. Углекислота накапливается в воде в результате разрушения органических веществ, содержащихся в пруду, а также за счёт углекислого газа, выделяемого при дыхании гидробионтов.

При загрязнении прудов органическими соединениями, содержащими белок, и недостаточной концентрации кислорода в придонных слоях воды происходят анаэробные процессы распада органики с выделением сероводорода, метана и других газов. Эти газы даже в небольших количествах вызывают отравление рыбы, а метан и сероводород к тому же при окислении потребляют большое количество кислорода, особенно в придонных слоях, где скапливается зимующая рыба.

В воде постоянно находится в растворённом или взвешенном состоянии множество различных веществ минерального и органического происхождения. Существуют оптимальные показатели их количества и соотношения, увеличение или уменьшение которых оказывает определённое воздействие на жизнедеятельность рыбы (табл. 7).

Таблица 7

Основные химические показатели воды в зимовальных карповых прудах  
(Власов, Привезенцев, Завьялов, 2005)

Показатель	Оптимальная величина	Допустимый предел	Граница гибели
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Температура, °С	1—2	До 4	—
Цветность, град	Менее 30	До 50	—
Активная реакция, рН	7	6—8	Ниже 5, выше 11
Щёлочность, мэкв	1,8—2	—	—
Жёсткость, град	5—8	3—5	—

Окончание табл. 7

1	2	3	4
Окисляемость, O <sub>2</sub> мг/л	До 10	15—20	—
Содержание, мг/л:			
кислорода	5 и выше	До 2	0,5
углекислоты	До 20	До 30	Около 100
общего железа	До 1	4—5	Свыше 15
хлоридов	—	До 10	6 000
сульфатов	—	До 20	1 000
нитритов	—	До 0,1	Свыше 20
солевого аммиака	—	До 1	17—130
фосфатов	0,2	До 0,5	—
сероводорода	—	—	1
метана	—	—	1

Не следует использовать в зимовальных прудах неочищенные сточные воды промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Различные яды, содержащиеся в них, вызывают сильное отравление рыбы, а иногда и гибель.

### ***Методы организации зимовки сеголетков***

В зимний период (с ноября по март) рыбу содержат в зимовальных прудах. Посадочный материал и маточное поголовье помещают в разные пруды. Перед посадкой рыбы на зимовку пруды известкуют негашёной известью из расчёта 2,0—4,0 т/га, после этого дважды промывают пруд водой. Карпов обрабатывают 5% раствором поваренной соли или другими дезинфицирующими препаратами, чтобы удалить с поверхности тела различных паразитов.

Следует придерживаться нормативов, установленных в зависимости от величины карпов, их упитанности, а также возможных гидрохимического и температурного режимов зимовальных прудов и плотности посадки сеголетков.

Плотность посадки сеголетков карпа при стандартной массе (25—30 г) составляет 500—800 тыс. экз./га зимовальной площади (при условии, что в пруду будет осуществляться водообмен за

15—20 сут). Производителей и ремонтный молодняк сажают в зимне-маточные пруды из расчёта 10 т/га.

Ежедневно измеряют температуру воды в придонных слоях. Один раз в декаду проводят анализ воды на содержание газов (кислорода, углекислоты, а при необходимости метана и сероводорода) и три раза за зиму делают солевой анализ воды. Одним из сигналов неблагополучной зимовки рыбы является подход её к контрольным прорубям.

Если хозяйство не располагает специальными зимовальными прудами или зимовка в них по тем или иным причинам проходит неудовлетворительно, посадочный материал можно поместить на зиму в глубокие выростные или нагульные пруды. Выживаемость сеголетков в таких прудах во многих рыбхозах на 8—11 % выше, чем в зимовальных прудах. Это обусловлено тем, что рыба питается в них до поздней осени и с ранней весны, т. е. период зимовки существенно сокращается. К тому же разреженная посадка сеголетков уменьшает опасность передачи инфекции от одной рыбы к другой. В среднем на 1 га выростной или нагульной площади сажают до 100 тыс. сеголетков.

Зимовка рыбы в зимовальных бассейнах — наиболее прогрессивный метод, разработанный под руководством А. И. Канаева. В хозяйствах строят несколько бассейнов (размеры 1,5 × 1,5 × 6,0 м), над которыми возводят помещение складского типа. Плотность посадки в бассейнах — 50—75 млн сеголетков на 1 га, т. е. в 120—150 раз выше, чем в обычных зимовальных прудах. Выход рыбы из зимовки составляет 87—96 %. Высокие плотность посадки и выживаемость обусловлены прежде всего поддержанием в бассейнах оптимального уровня температуры воды и концентрации кислорода с помощью высокой проточности (полный водообмен за 1 ч) и применения аэрационных установок. Проводится также профилактика и борьба с заразными заболеваниями рыбы. Все процессы по контролю за гидрохимическим режимом, загрузке и выгрузке посадочного материала механизированы и автоматизированы.

Зимовальные комплексы с каждым годом получают всё большее распространение, а в летний период можно выращивать в них радужную форель.

Обычно строят зимовальный комплекс, представляющий собой совокупность нескольких бассейнов, закрытых сверху складским помещением. Дно и стенки выкладывают облицовочной плиткой. Вода обогащается кислородом за счёт воздуха, поступающего от компрессора. Количество бассейнов зависит от мощности хозяйства.

### ***Расчёты коэффициента упитанности зимующих рыб и времени водообмена в бассейнах***

1. Одним из более доступных и простых методов прогнозирования зимостойкости рыбы является вычисление коэффициента их упитанности ( $K_y$ ).

Он рассчитывается по формуле

$$K_y = P \cdot 100 : l^3, \quad (16)$$

где  $P$  — масса тела рыбы, г;

$l$  — длина тела рыбы, см;

100 — постоянный расчётный коэффициент.

Коэффициент упитанности зимостойких сеголетков карпа при разной массе рыбы имеет следующие значения.

При массе до 10 г  $K_y$  равен 3,1—3,2 и выше; 10—15 г — 2,9—3,0; 15—20 г — 2,7—2,8; свыше 20 г — 2,7 и ниже.

2. Для поддержания жизнедеятельности организма в период зимовки сеголетки потребляют от 10 до 20 мг кислорода за 1 ч в расчёте на 1 кг массы. При большой плотности посадки (10 тыс. экз./м<sup>2</sup>) кислорода, содержащегося в воде, хватает лишь на несколько часов. Чтобы добиться оптимального кислородного режима в бассейне, необходимо обеспечить проточность воды. Расчёт времени полного водообмена следует определять по следующей формуле

$$T = V (Y - П) : P (K + Б), \quad (17)$$

где  $T$  — период водообмена, ч;

$V$  — ёмкость бассейна, л;

$Y$  — содержание растворённого кислорода в поступающей воде, мг/л;

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

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

К — потребление кислорода в расчёте на 1 кг рыбы за 1 ч при данной температуре воды (потребление кислорода сеголетками карпа при температуре 1 °С равно 11 мг/кг в 1 ч, при 4 °С — 15, при 5—6 °С — 20);

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

#### П р и м е р

Объём воды в бассейне (V) составляет 15 000 л, температура — 1 °С, содержание кислорода в поступающей воде (У) — 13,5 мг/л. В бассейн посажено 50 тыс. сеголетков карпа средней массой 25 г, а их общая масса (Р) равна 1 250 кг. Потребление кислорода (К) за 1 ч в расчёте на 1 кг массы рыбы при указанной температуре будет равно 11 мг. Биологическое потребление кислорода составляет 0,5 мг/л в 1 ч.

Подставляя все показатели в формулу (17), находим время полного водообмена в бассейне:

$$T = 15\,000 \cdot (13,5 - 3,0) : 1\,250 \cdot (11 + 0,5) = 11 \text{ ч.}$$

Следовательно, для поддержания оптимального содержания в воде кислорода необходимо осуществить полный водообмен в бассейне в течение 11 ч.

3. Однолетнее нагульное рыбоводное хозяйство, расположенное в шестой зоне рыбоводства, закупило осенью 200 тыс. сеголетков карпа средней массой 25 г. Необходимо определить площадь пруда для зимовки такого количества посадочного материала. В хозяйстве имеется несколько небольших нагульных прудов, их средняя глубина — 1,5 м. Температура у дна прудов держится в среднем на уровне около 4 °С. При такой температуре сеголетки на дыхание ежечасно потребляют 15 мг кислорода на 1 кг массы.

Пруды в условиях шестой зоны рыбоводства (Краснодарский край) покрываются льдом, как правило, в середине ноября. Содержание кислорода в воде перед ледоставом — 12 мг/л. Время зимовки считают не со дня зарыбления и облова пруда, а со дня наступления ледостава и до его конца, так как до и после этого момента обогащение воды кислородом происходит за счёт инвазии из воздуха и естественного перемешивания воды. Соответст-

венно длительность периода, в течение которого кислород в пруду будет расходоваться на дыхание рыб, равен 120 сут (с 15 ноября по 15 марта).

Используя эти данные, находим площадь пруда, необходимую для зимовки указанного количества сеголетков:

$$Г = А \cdot Т \cdot К \cdot Р : Н (У - П), \quad (18)$$

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

А — количество сеголетков, тыс. экз.;

Т — время зимовки, ч (длительность ледостава, сут);

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

Р — средняя масса рыбы, кг;

Н — средняя глубина воды, дм;

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

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

Подставляя все показатели в формулу (18), находим площадь пруда, необходимую для зимовки указанного количества сеголетков:

$$Г = 200\,000 \text{ экз.} \cdot 120 \text{ сут} \cdot 24 \text{ ч} \cdot 15 \text{ мг} \cdot 0,025 \text{ кг} : 15 \text{ дм} \cdot (12 \text{ мг/л} - 3 \text{ мг/л}) = 216\,000\,000 : 135 = 1\,600\,000 \text{ дм}^2, \text{ или } 1,6 \text{ га.}$$

Таким образом, нормальную зимовку 200 тыс. сеголетков карпа в условиях шестой зоны рыбоводства можно провести в пруду размером в 1,6 га.

### Контрольные вопросы и задания

1. Какие требования предъявляются к зимовальным прудам?
2. Как проводят зарыбление зимовальных прудов?
3. Как проводят разгрузку зимовальных прудов?
4. Перечислите показатели, по которым оценивают качество посадочного материала перед зимовкой.
5. В каком случае кормят рыбу в зимовальных прудах?
6. Какую роль в зимовке рыб играет водообмен?
7. Как контролируют ход зимовки?
8. Каким должен быть отход рыб за зимовку?
9. Перечислите методы зимовки сеголетков карпа и расти-

тельноядных рыб.

10. Что собой представляет зимовальный комплекс?

11. Чем отличается зимовка рыбы в прудах и зимовальных комплексах?

### ***Рекомендуемая литература***

*Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005. 108 с.

*Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.

*Москул Н. Г.* Лабораторный практикум по экологии рыб. Краснодар, 2007. 75 с.

## **Лабораторная работа № 8**

### **ПЛЕМЕННАЯ РАБОТА В РЫБОВОДСТВЕ**

**Цель занятия.** Ознакомиться с породами рыб и особенностями племенной работы в рыбоводстве. Освоить методы проведения бонитировки и мечения рыб. Организация учёта маточного поголовья в хозяйствах.

**Задания.** Дать сравнительную характеристику пород карпа по зонам их районирования. Заполнить бонитировочную карточку по представленным материалам маточного поголовья карпа определённого хозяйства. Сделать на живой рыбе метку: индивидуального номера, класса, года происхождения и пола с использованием различных методов мечения. Ответить на контрольные вопросы.

**Материал и оборудование.** Плакаты, фотографии, измерительная доска, мерная лента, весы, ножницы, приспособление для термального мечения рыб, шприцы типа «Рекорд», салфетки, живая рыба, аквариум для содержания рыбы, водорастворимые активные красители трёх цветов (синий, красный, оранжевый).

#### **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ**

Под племенной работой понимают комплекс организационных и зоотехнических мероприятий, направленных на повышение продуктивных качеств разводимых рыб и обеспечение ими рыбоводных хозяйств. Такие мероприятия включают в себя выращивание и отбор ремонтного молодняка, содержание производителей, получение от них потомства.

Важнейшим показателем хозяйственной ценности пород является продуктивность (скорость роста рыб, выживаемость, зимостойкость, оплата корма, выход мяса и его качество).

В рыбоводстве в последние годы выведено несколько пород рыб. Порода — группа животных (рыб), которая независимо от охраноспособности обладает генетически обусловленными биологическими и морфологическими свойствами и признаками, причём некоторые из них специфичны для данной группы и отличают её от других групп животных.

*Украинские породы карпа.* Украинские (чешуйчатый и рамчатый) карпы — первые официально утверждённые породы карпа. Исходным стадом для создания украинских пород послужило местное стадо Антонинского госрыбозаповедника. Украинские (рамчатый и чешуйчатый) карпы отличаются высоким темпом роста и красивой формой тела.

*Парский карп.* Исходным материалом для создания одной из отводок стали гибриды, полученные от скрещивания самок местного карпа и самцов амурского сазана в рыбхозе «Пара». Затем помеси от скрещивания украинского карпа и производителей второго поколения селекции сазанокарповых гибридов послужили исходным материалом для создания второй племенной отводки. Парский карп характеризуется большой плодовитостью, а также хорошими показателями роста и продуктивности.

*Алтайский зеркальный карп.* Родоначальником породы были отдалённые потомки галицийского зеркального карпа, завезённые в Алтайский край. Методом селекции был избран массовый, направленный отбор по скорости прироста массы тела с учётом ряда признаков экстерьера, с ней коррелирующих. В результате создана порода, хорошо приспособленная к местным условиям, отличающаяся высокой скоростью роста и эффективным использованием кормов на прирост массы тела.

*Ангелинский зеркальный и ангелинский чешуйчатый карпы.* Выведены в рамках селекционной программы по созданию пород карпа, районированных для Северного Кавказа — естественного очага краснухи. Исходным материалом для селекции послужили ропшинский чешуйчатый карп и ангелинский зеркальный карп. Отличительная особенность этих пород — повышенная резистентность к инфекционным заболеваниям — к весенней виремии и аэромонозу.

*Ропшинский карп.* Эта порода создана на основе скрещивания карпа и амурского сазана. По сравнению с другими породами ропшинский карп обладает повышенной зимостойкостью и холодостойкостью. Для него характерна и повышенная устойчивость к таким заболеваниям, как воспаление плавательного пузыря, аэромоноз, весенняя виремия. Этот карп является основным объектом разведения в рыбоводных хозяйствах Северо-Запада России.

*Черепетский рамчатый и черепетский чешуйчатый карпы.* Они происходят от немецких рамчатых карпов. Исходное стадо чешуйчатого карпа было сформировано на основе карпа, адаптированного и выращиваемого в прудовых хозяйствах Тульской области.

От существующих в стране пород черепетский рамчатый и черепетский чешуйчатый карпы отличаются высокой скоростью роста в условиях тепловодных садковых хозяйств.

*Ставропольский карп.* Работа по выведению данной породы проведена в племзаводе «Ставропольский» Ставропольского края. Селекция была направлена на повышение темпа роста и жизнеспособности в условиях интенсивного прудового выращивания, улучшение товарных качеств рыбы. Исходным материалом для создания породы послужило помесное потомство, полученное при проведении воспроизводительного скрещивания самок местного чешуйчатого карпа с самцами татайского (венгерского) чешуйчатого карпа. Этот карп отличается высоким генетическим потенциалом продуктивных качеств. Он обладает хорошей комбинационной способностью и зарекомендовал себя как перспективный объект для промышленной гибридизации с другими породами карпа. Порода районирована для южных районов России.

*Толстолобик гибридный.* Племенная работа с белым и пёстрым толстолобиками проводилась на базе Государственного племенного хозяйства «Горячий Ключ». Основное направление селекции — отбор на приспособленность к заводской технологии воспроизводства.

Толстолобик гибридный получен в результате скрещивания белого и пёстрого толстолобиков. Толстолобик гибридный характеризуется более широким спектром планктонного питания, обнаруживает гетерозис по росту и жизнеспособности, что обеспечивает более высокий выход продукции.

*Форель Адлер.* Работа по созданию породы была проведена на базе Федерального государственного унитарного предприятия (ФГУП) «Племенной форелеводческий завод Адлер». Исходными формами явились стальноголовый лосось и радужная форель. Проводили селекцию по срокам нереста в нерестовом сезоне, а также по массе тела и плодовитости. При формировании маточ-

ного стада использовали методы массового отбора и семейной селекции. Отличительное свойство породы — ранний нерест.

*Форель Рофор.* Работа по созданию новой породы проведена на базе форелевого хозяйства «Ропша» методом воспроизводительного скрещивания местной (немецкой) форели и форели, завезённой из Дании. Созданная порода отличается высоким генетическим разнообразием и предназначена для разведения в хозяйствах со значительно колеблющимися параметрами среды.

Породы рыб, включённые в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, представлены в табл. 8.

Таблица 8

Породы рыб, включённые в Государственный реестр селекционных достижений и допущенные к использованию (2011 г.)

Название породы	Год	Оригинатор
1	2	3
<i>Амур белый — Stenopharyngodon idella</i>		
Одомашненная форма	1993	ФГУП «ВНИИПРХ», СПК – Племенной завод «Ставропольский», ООО «ПФК Рыбобитомник Чаганский»
<i>Амур чёрный — Mylopharyngodon piceus</i>		
Одомашненная форма	1993	ФГУП «ВНИИПРХ», ЗАО «Черепетский рыбхоз», СПК – Племенной завод «Ставропольский»
<i>Белуга — Huso huso</i>		
Одомашненная форма	1993	Южный филиал ФГУП «ФСГЦР»
<i>Бестер — Acipenser nikołjukini</i>		
Аксайская	2000	ЗАО «Казачка» / ФГУП ВНИИ Рыбного хозяйства и океанографии
Бурцевская	2000	ЗАО «Казачка» / ФГУП ВНИИ Рыбного хозяйства и океанографии
Внировская	2000	ЗАО «Казачка» / ФГУП ВНИИ Рыбного хозяйства и океанографии
<i>Карп — Cyprinus carpio</i>		
Алтайская зеркальная	1993	ГУ «Новосибирский аграрный университет», ООО «Агрофирма Маяк»
Ангелинская зеркальная	1998	ФГУП «ВНИИПРХ»
Ангелинская чешуйчатая	1998	ФГУП «ВНИИПРХ»

Продолжение табл. 8

1	2	3
Анишский зеркальный	2008	СПРК «Кирия» / ГНУ ВНИИ Ирригационного рыбоводства
Дмитровский	2007	ФГУП «ВНИИПРХ»
Московский разбросанный	2005	ФГУП «ВНИИПРХ»
Московский чешуйчатый	2002	ФГУП «ВНИИПРХ»
Парская	1993	Рыбхоз «Пара», ФГУП «ВНИИПРХ»
Петровский	2009	ГНУ ВНИИ Ирригационного рыбоводства
Ропшинская	1999	ФГУП «ФСГЦР»
Сарбоянская	1993	ГНУ Сибирский НИИ животноводства, ГУ «Новосибирский аграрный университет», ГУП Совхоз «Приволье»
Селинская	2006	СПК – Племенной завод «Ставропольский» / ФГОУ ВПО РГАУ – Московская с-х академия им. К. А. Тимирязева, СПК – Племенной завод «Ставропольский»
Ставропольская	2002	СПК – Племенной завод «Ставропольский» / ФГОУ ВПО РГАУ – Московская с-х академия им. К. А. Тимирязева, СПК – Племенной завод «Ставропольский»
Татайский	1993	СПК – Племенной завод «Ставропольский»
Черепетский рамчатый	2000	ФГУП «ФСГЦР»
Черепетский чешуйчатый	2000	ФГУП «ФСГЦР»
Черепеть Ч	2003	ЗАО «Черепетский рыбхоз» / ФГУП «ФСГЦР»
Чувашский чешуйчатый	2003	ГПУП по рыбоводству «Карамышевское», СПРК «Кирия» / ГНУ ВНИИ Ирригационного рыбоводства
<i>Леностер — Acipenser baerii × Acipenser ruthenus</i>		
ЛС 11	2008	Филиал ФГУП «ВНИИПРХ» «Конаковский завод товарного осетроводства»

Продолжение табл. 8

1	2	3
Осетр русский — <i>Acipenser gueldenstaedtii</i>		
Одомашненная форма	1993	ФГУП «ФСГЦР», Южный филиал ФГУП «ФСГЦР»
Осетр сибирский — <i>Acipenser baerii</i>		
Лена 1	2008	Филиал ФГУП «ВНИИПРХ» «Конаковский завод товарного осетроводства»
Одомашненная форма	1993	ФГУП «Госрыбцентр» / Филиал ФГУП «ВНИИПРХ» «Конаковский завод товарного осетроводства»
Пелядь — <i>Coregonus peled</i>		
Одомашненная форма	1993	ФГУП «ФСГЦР», ФГУП «Госрыбцентр»
Ропшинская	2003	ФГУП «ФСГЦР» / ФГНУ «Государственный НИИ озёрного и речного рыбного хозяйства»
Стерлядь — <i>Acipenser ruthenus</i>		
Одомашненная форма	1993	АОЗТ «Рыботоварная фирма “Диана”», Филиал ФГУП «ВНИИПРХ» «Конаковский завод товарного осетроводства»
СТЕР 1	2008	Филиал ФГУП «ВНИИПРХ» «Конаковский завод товарного осетроводства»
Тилапия — <i>Oreochromis niloticus</i>		
Тимирязевская	2002	Новолипецкий металлургический завод
Толстолобик белый — <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>		
Одомашненная форма	1993	ФГУП «ВНИИПРХ», ФГУП «Рыбплемхоз – Горячий Ключ», Производственное объединение «Адыг-рыбхоз»
Толстолобик пёстрый — <i>Aristichthys nobilis</i>		
Одомашненная форма	1993	ФГУП «ВНИИПРХ», ФГУП «Рыбплемхоз – Горячий Ключ», Производственное объединение «Адыг-рыбхоз»

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Форель радужная — <i>Oncorhynchus mykiss</i>		
Адлер	1997	ФГУП «Племенной форелеводческий завод Адлер»
Адлерская янтарная	2003	ФГУП «Племенной форелеводческий завод Адлер»
Дональдсона	1993	ФГУП «Племенной форелеводческий завод Адлер», ФГУП Племенное форелеводческое хозяйство «Чегемское»
Камлоопс	1993	ФГУП «Племенной форелеводческий завод Адлер», ФГУП Племенное форелеводческое хозяйство «Чегемское»
Лосось стальноголовый	1993	ФГУП «Племенной форелеводческий завод Адлер», ЗАО ПЗ «Форелевое»
Росталь	2003	ФГУП «ФСГЦР»
Рофор	1999	ФГУП «ФСГЦР»

### **Бонитировка и мечение рыб**

Племенная работа невозможна без ведения зоотехнического учёта (инвентаризации) весной при облове зимовальных прудов. В процессе инвентаризации производителей и ремонтного поголовья определяют пол, массу, состояние здоровья (по внешним признакам) рыб и количество особей в каждой возрастной группе, а также выбраковывают травмированных, больных, с дефектами телосложения и отставших в росте рыб.

Индивидуальному взвешиванию и измерению подлежат все производители, а из ремонтной группы берут среднюю пробу в количестве не менее 30 рыб. Определяют следующие показатели: массу тела с точностью до  $\pm 50$  г; длину тела — от начала рыла до конца чешуйчатого покрова (*l*); наибольшую высоту в области спинного плавника (*H*); наибольший обхват тела (*O*) измеряют в том же месте, что и высоту тела (рис. 36). Для измерения рыб пользуются измерительной доской, треугольником и мерной лентой (рис. 37). По данным взвешивания и из-

мерений рассчитывают показатели экстерьера рыб: коэффициент упитанности ( $K_y$ ), относительную высоту тела ( $l/H$ ), относительную толщину тела ( $B/l$ ) и относительный обхват тела ( $O/l$ ) (табл. 9). Коэффициент упитанности рассчитывают по формуле (18).

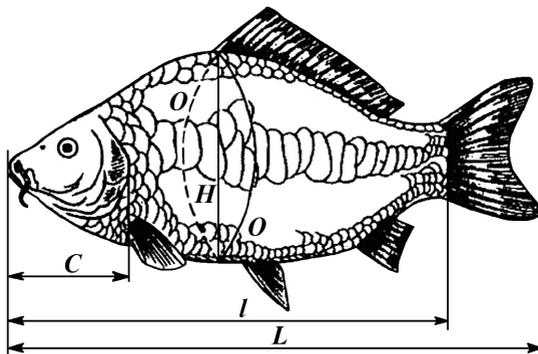


Рис. 36. Схема измерения карпа:  
 $L$  — общая длина;  $l$  — малая длина;  $C$  — длина головы;  $H$  — высота тела;  $O$  — обхват тела

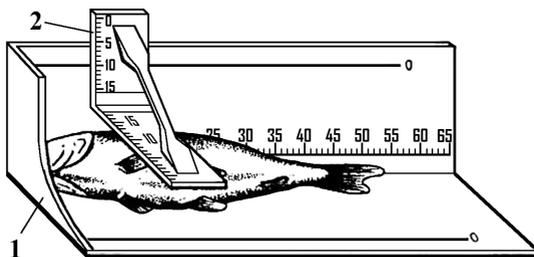


Рис. 37. Приспособление для измерения рыб:  
 1 — доска для измерения рыб; 2 — треугольник

Остальные индексы рассчитывают обычного деления соответствующих значений. Показатели  $B/l$  и  $O/l$  выражают в процентах.

Таблица 9

Показатели экстерьера карпов разного происхождения  
(Власов, Привезенцев, Завьялов, 2005)

Происхождение	Пол	Средние значения признаков			
		<i>И/Н</i>	<i>О/Л</i>	<i>В/Л</i>	<i>К<sub>у</sub></i>
Украинские породы карпов	Самки	2,2–2,7	86–90	—	3,1–3,6
	Самцы	2,3–2,8	82–85	—	3,0–3,5
Сарбоянская порода карпа	Самки	2,5–2,8	75–85	22–28	2,5–3,0
	Самцы	2,3–2,8	70–80	21–26	2,3–2,8
Парский карп	Самки	2,8–3,0	85–90	—	3,0–3,1
	Самцы	3,0–3,2	75–80	—	2,8–2,9
Ропшинский карп	Самки	2,8–3,2	—	18–20	2,6–2,9
	Самцы	2,5–2,7	—	17–19	2,5–2,7
Румынские малочешуйчатые карпы	Самки	2,3–2,6	—	18–21	3,0–4,0
Немецкие карпы	Самки	2,8–3,0	—	17–18	2,8–3,0
Местные беспородные карпы	Самки	3,0–3,3	—	15–18	2,7–3,0
Гибридные группы с наличием наследственности амурского сазана	Самки	2,8–3,4	80–85	16–20	2,4–2,9

Результаты бонитировки, включая индексы телосложения, заносят в специальный журнал. Материалы индивидуального учёта массы тела рыбы, расчётных экстерьерных показателей обрабатывают статистически, что позволяет судить о среднем уровне хозяйственных признаков и об их изменчивости. Проанализировав данные об изменчивости живой массы и индексов телосложения, можно выделить особей с крайними положительными значениями ряда признаков и использовать их для племенного воспроизводства.

Оценка производителей по телосложению проводится с учётом значимости каждого индекса. При этом необходимо принимать во внимание не только степень выраженности признаков, но и их взаимосвязь. Особь должна быть крепкой и хорошо развитой. Особое внимание при оценке производителей в преднерестовый период обращают на выраженность вторичных половых признаков. К элитным и первоклассным самкам относят особей, которые

наряду с хорошими экстерьерными данными имеют развитое, мягкое, широкое и круглое брюшко, нежную и гладкую поверхность тела. У элитных самцов должен быть хорошо выражен брачный наряд — шероховатая поверхность в области грудных плавников, головы и спины, упругое и эластичное брюшко, из которого при мягком нажатии может выделяться сперма консистенции сливок. При слабовыраженных вторичных половых признаках особям присваивают класс не выше второго или выбраковывают.

На основании внешнего осмотра, индивидуальных взвешиваний и измерений самок делят на 3 класса:

*I класс* — особи, лучшие по внешнему виду, наиболее крупные, с хорошим экстерьером и хорошо выраженными вторичными половыми признаками. Брюшко самок, мягкое на ощупь, отвислое. Иногда заметна припухлость в области генитального отверстия. Из числа производителей I класса отбирают элитную группу и используют для получения личинок на племя. Производителей I класса используют в нересте в первую очередь. Средний возраст самок — 5—6 лет.

*II класс* — особи, несколько уступающие производителям I класса по внешнему виду и выраженности вторичных половых признаков, но имеющие удовлетворительные показатели по этим признакам. Ко II классу относят также впервые нерестующих (3—4-леток) и старых производителей (7—9-леток).

*III класс* — самки, почти не отличающиеся по внешнему виду от самцов, отстающие в росте, больные, травмированные рыбы. Их для получения икры не используют, а вывозят на летний нагул или выбраковывают.

Для определения степени зрелости самок и уточнения сроков их использования применяется метод биопсии. Во время бонитировки щупом (рис. 38) отбирают пробу икры, которую помещают в жидкость *Серра* (спирт 60° — 6 частей, формалин 40 % — 3 части, ледяная уксусная кислота — 1 часть), в которой через 3—5 мин желток становится прозрачным, а ядро хорошо видимым.

По местоположению ядра в ооцитах самок подразделяют на три группы:

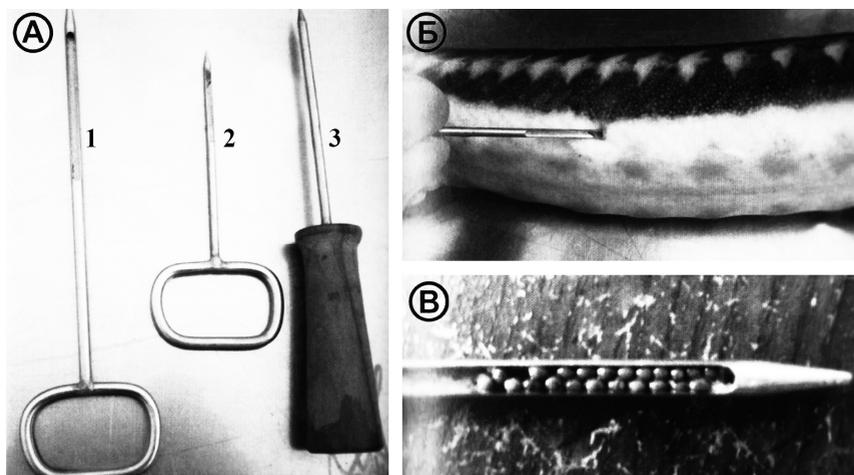


Рис. 38. Инструменты для биопсии гонад осетровых рыб:  
 А — щупы различного диаметра (1, 2) и шило (3); Б — процесс биопсии гонад; В — щуп с икринками (Чебанов и др., 2010)

*1-я группа* — самки с ооцитами подфазы  $E_1$  (ядро находится в центре клетки);

*2-я группа* — самки с ооцитами подфазы  $E_2$  (ядро смещено к анимальному полюсу на 30—70 % длины радиуса);

*3-я группа* — самки с ооцитами подфазы  $E_3$  и фазы  $E-F$  (ядро полностью смещено под оболочку ооцита, начинается деинтеграция ядерной мембраны).

Самок, имеющих ооциты в подфазе  $E_1$ , отсаживают для дозревания на 1—2 недели (в зависимости от температуры воды).

Для работы используют самок, имеющих большинство ооцитов в подфазе  $E_2$ . Особей, имеющих ооциты в подфазе  $E_3$  и  $E-F$ , вывозят на летний нагул.

Самцов делят на два класса:

*I класс* — самцы легко отдают молоки, имеют хорошо выраженный брачный наряд;

*II класс* — самцы выделяют очень мало молок или не текут, их используют в качестве резерва или отправляют на летний нагул.

Половозрелых особей из старшего ремонта переводят в стадо производителей, неполовозрелых рыб отправляют для нагула в летнеремонтные пруды.

Помимо основного маточного стада, в рыбоводном хозяйстве должно быть резервное стадо производителей, равное по количеству основному.

Старший ремонт и производителей переносят с помощью рукавов по 1—2 экземпляра и сразу же грузят в живорыбный транспорт. Соотношение воды и рыбы для ремонта — 3 : 1, для производителей — 10 : 1. Время пребывания ремонта в живорыбном транспорте не должно превышать 1 ч, производителей — 30 мин.

Производителей, отобранных для нереста, рассаживают по полу в преднерестовые пруды. В хозяйствах, неблагополучных по краснухе, с профилактической целью инъецируют производителей экмодибиомицином по 25 мг на 1 кг массы особи.

При бонитировке ремонтного поголовья учитывают класс родителей, причём предпочтение отдают качеству самок. Класс по массе определяют путём сравнения фактической массы с зональными стандартными показателями. Устанавливают суммарный класс ремонтного поголовья на основании сопоставления классов по происхождению и массе.

При племенной работе необходимы длительные наблюдения за отдельными особями, что невозможно без мечения.

Рыб метят следующими способами: подрезанием плавников, нанесением меток красителями, термальным клеймением.

Подрезание плавников (грудных, брюшных, хвостового) — наиболее простой способ серийного мечения. Разновозрастные группы маркируют подрезанием одного из парных плавников. Для маркировки групп, различающихся по полу, применяют подрезание хвостового плавника: самкам принято подрезать верхнюю, самцам — нижнюю лопасть. Плавники подрезают примерно на 3/4 длины лучей (рис. 39).

Подкожную инъекцию растворов красителей используют как для группового, так и для индивидуального мечения рыб. Мечение проводят путём введения шприцем с иглой свежеприготовленных 4%-ных растворов активных красителей (марки леарин «Х»), ис-

пользуемых в текстильной промышленности. Рыбам, тело которых покрыто чешуёй, раствор красителя вводят с помощью медицинского шприца с иглой в чешуйные кармашки, разбросанным и голым карпам — подкожно.

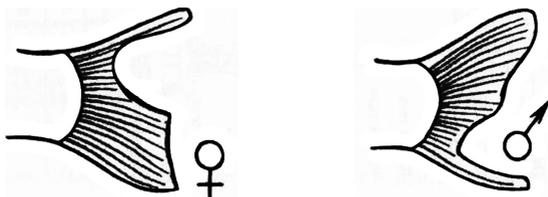


Рис. 39. Мечение рыб подрезанием плавников

Для индивидуального мечения принята десятичная система обозначения меток, наносимых в области брюшка (рис. 40). Для этого используют растворы разного цвета. Цвет красителя соответствует определённому разряду: синий — единицы, красный — десятки, оранжевый — сотни, а место введения — значению цифр (от 1 до 9).

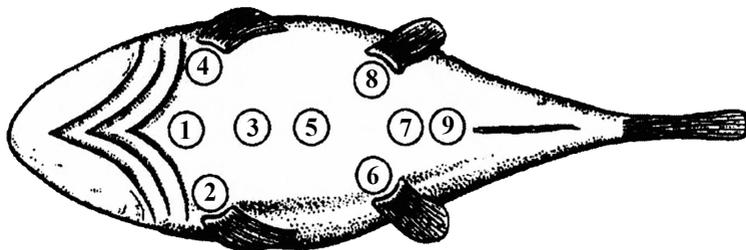


Рис. 40. Схема индивидуального мечения рыб красителями

При маркировании карпов по происхождению применяют растворы красителей любого цвета, вводимые около боковой линии.

Оранжевый краситель, введённый в область спины, используется в качестве возрастной метки. Каждой группе рыб присваивают серийный номер (от 0 до 9), соответствующий последней цифре года рождения этих рыб (рис. 41).

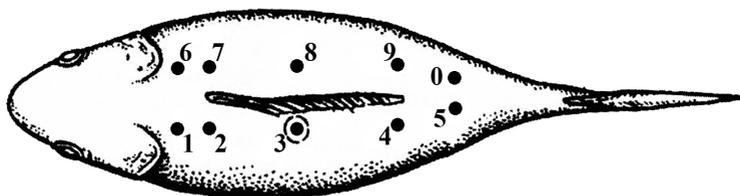


Рис. 41. Схема серийного мечения при маркировании разновозрастных групп рыбы, вид рыбы сверху:  
линией посередине изображён спинной плавник; точками и цифрами при них обозначены места введения красителя и соответствующие значения серийных номеров

Метки сохраняются в течение 2—3 лет, затем их восстанавливают.

Описанные способы мечения используют в основном при работе с карпом. Мечение других видов рыб требует иных подходов. Например, при мягкой чешуе и пигментации кожи у форели необходимо, чтобы раствор красителя вводили шприцем в верхний слой собственно кожи, лежащей непосредственно под эпидермисом. Метки локализуют по шести позициям, которым соответствуют парные грудные и брюшные плавники и две стороны анального плавника.

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Назовите основные породы карпа, форели, растительноядных рыб.
2. Как организуется племенная работа в рыбоводстве?
3. Какие экстерьерные показатели карпа используют для оценки племенного материала?
4. На какие классы делят самок и самцов?
5. Опишите методы мечения производителей.

### **Рекомендуемая литература**

- Богерук А. К.* Породы радужной форели. М., 2006. 316 с.  
*Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005. 108 с.

*Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталеv Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.

*Москул Н. Г.* Лабораторный практикум по экологии рыб. Краснодар, 2007. 75 с.

## Лабораторная работа № 9 КОРМЛЕНИЕ КАРПА

**Цель занятия.** Ознакомиться с рецептами комбикормов, используемых в карповодстве, изучить нормы и технику кормления карпа. Усвоить расчёты по составлению рецептов комбикормов и нормированию кормления карпа.

**Задания.** Изучить корма растительного и животного происхождения. Ознакомиться с химическим составом кормов по содержанию питательных веществ, аминокислотному составу белков, составу минеральных веществ, микроэлементов и витаминов. Ознакомиться с основными показателями питательной ценности кормов: составом основных питательных веществ, их переваримостью, кормовым коэффициентом, белковым (протеиновым) соотношением, энергетической ценностью. Пользуясь таблицами и справочными материалами, выписать корма богатые, бедные и со средним содержанием: а) сырого протеина; б) сырого жира; в) сырой клетчатки; г) углеводов; сравнить их по кормовому коэффициенту и белковому соотношению. Результаты проведённой работы записать в виде таблицы. Ознакомиться с рецептами и качественной характеристикой комбикормов для кормления рыб разных возрастов. Освоить методы расчётов по нормированию кормления рыбы. Ответить на контрольные вопросы.

**Материалы и оборудование.** Коллекция кормов растительного и животного происхождения; коллекция кормовых добавок и препаратов; таблицы и справочные материалы, отражающие химический состав и другие показатели различных кормов и кормовых добавок. Набор различных комбикормов в рассыпном или гранулированном виде для карпа, радужной форели и других рыб — объектов товарного рыбоводства; таблицы, справочники, счётная техника.

### СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ

Кормами называются продукты растительного и животного происхождения, употребляемые для кормления рыб. Их оценивают по пригодности к скармливанию, поедаемости, содержанию

в них питательных веществ, действию на аппетит и физиологические процессы, а также по качеству продукции. Они делятся на корма растительного и животного происхождения, комбинированные корма и кормовые добавки: минеральные подкормки, витаминные препараты, антибиотики и др.

*Корма растительного происхождения*, применяемые для кормления карпа и других рыб, делят на концентрированные корма и технические отходы.

К концентрированным относятся зерновые корма, которые в малых объёмах содержат большое количество высокопереваримых питательных веществ. Это зерна и семена различных сельскохозяйственных культур (кукуруза сухая, овёс, ячмень, пшеница, рожь, льняное семя, бобы кормовые сухие, горох, вика, соя и др.).

Технические отходы включают жом, лузгу, пивную дробину, шрот, жмых и другие отходы мукомольного, крупяного, маслобойного, пивоваренного и других производств. Мучнистые корма (отруби, мучная пыль, гречневая мучка) — это отходы мукомольного и крупяного производства. Наиболее распространённые отходы — отруби. Они очень гигроскопичны, поэтому трудно сохраняются. Кроме отходов к мучнистым кормам относят ячменную, овсяную и кукурузную кормовую муку.

Жмыхи являются отходами маслобойного производства, получаемыми при прессовании масличных семян для извлечения масла. Они выпускаются в форме плиток различной плотности, ракушек и в дроблёном виде.

Шроты являются отходами маслоэкстракционного производства, получают при экстрагировании масла из масличных семян с помощью растворителей (бензина и др.); выпускаются в виде мелко- или крупнодроблёных лепестков. Цвет жмыхов и шротов зависит от вида сырья, из которого они получены, качества семян, технологии извлечения масла и условий хранения. Доброкачественные жмыхи и шроты имеют цвета: льняные — от серого до светло-коричневого, подсолнечниковые — серый, кукурузные — от серого до коричневого, хлопчатниковые — желтоватый (иногда с бурым оттенком), рапсовые — зеленовато-жёлтый с примесью бурых частиц семенной оболочки, сурепковые — тёмно-серый.

Жмыхи и шроты при хранении в сыром и плохо проветриваемом помещении быстро плесневеют и приобретают неприятный запах.

К *кормам животного происхождения* относят молочные отходы, получаемые при выработке масла и сыра (снятое молоко, казеин, сыворотка), отходы мясокомбинатов (мясо-костная, мясная, кровяная, костная мука), рыбных промыслов (рыбная мука), от переработки туш морских животных (китовая, тюленья и другая мука), шёлкового производства (мука из куколки тутового шелкопряда) и другие отходы животного происхождения.

*Кормовые добавки, подкормки и препараты.* Натуральные корма, входящие в состав рационов, не всегда содержат все вещества, необходимые для обеспечения потребности рыб. В таких случаях прибегают к введению в рацион добавок, представляющих собой синтетические или натуральные продукты органического и минерального происхождения. Применяют протеиновые, минеральные, витаминные добавки, белково-витаминный препарат, биостимуляторы роста, ферментные препараты, антибиотики и др.

Протеиновая добавка включает синтетическую мочевины (карбамид, бикарбонат аммония и др.) и незаменимые аминокислоты (лизин, метионин и др.). Карбамид (синтетическая мочевина) — продукт химического синтеза, вещество без запаха, хорошо растворяется в воде. За счёт него можно восполнить 12—15 % белка, недостающего в составе кормосмесей, используемых для товарного карпа, и до 5 % — в кормах для молоди лосося. Кормовой концентрат лизина (ККЛ) содержит 17—21 % чистого вещества, производится в виде коричневого тонкодисперсного порошка. Кристаллический лизин выпускается в виде монохлоргидрата. Это порошок белого или светло-жёлтого цвета, без запаха, содержит до 90 % основного вещества; продукт микробиологического синтеза. Метионин — кристаллический порошок белого цвета с коричневым, сероватым или желтоватым оттенком; содержит 95—98 % активного вещества. Лизин и метионин добавляют к кормосмесям, содержащим кормовой белок растительного происхождения.

Белково-витаминный концентрат (БВК) получают на основе очищенных парафинов нефти. Содержит 52—57 % сырого про-

теина, который по питательной ценности близок к белку рыбной муки.

Мидийный гидролизат (МГ) представляет собой продукт переработки гидробионтов, содержит комплекс питательных биологически активных и минеральных веществ, которые находятся в легкоусвояемой для молоди форме. Он стимулирует иммунную систему, повышает общую устойчивость организма; содержит различные аминокислоты, в том числе незаменимые, отличается высоким содержанием фосфолипидов, триацилглицеринов и ненасыщенных жирных кислот. Доза МГ для лососёвых рыб составляет 1 %, а для осетровых — не более 5 % от массы корма.

Хитозан — полисахарид естественного происхождения, его получают из панцирьсодержащего сырья при разделывании промысловых ракообразных; представляет собой порошок или чешуйки белого, кремоватого, розоватого цвета с сероватым или желтоватым оттенком, влажностью не более 10 %, содержащий золу до 1 %, рН — не более 8. Добавка хитозана в корм в количестве 0,5—1 % способствует улучшению функционирования желудочно-кишечного тракта рыб, связыванию метаболитов и токсических веществ различного происхождения, ускорению роста личинок и мальков форели и осетровых на 15—20 %, подрощенной молоди — на 5—7 % при одновременном снижении расхода кормов на 5—10 %.

Большое количество ненасыщенных жирных кислот, особенно линолевого типа, содержат фосфатиды. Их получают при переработке масличных культур. Линолевой кислотой очень богаты фосфатиды, получаемые из льна. Фосфатиды служат источником фосфора и холина, которые препятствуют жировому перерождению печени и анемии. В России главным образом используются подсолнечные фосфатиды. Можно употреблять соевые, льняные, кукурузные, кроме хлопчатниковых фосфатидов из-за опасности отравления рыб.

Минеральную добавку используют при недостатке в рационе минеральных веществ; в качестве подкормки применяют мел, хлористый кальций, гипс, известняки, яичную скорлупу, ракушку, поваренную соль.

При недостатке микроэлементов применяют сернокислые,

хлористые, а иногда и другие соединения меди, кобальта, марганца, цинка, йода, железа и других химических элементов.

В качестве витаминных добавок используют свежескошенную измельчённую водную и наземную растительность, хвою, сенную, травяную или хвойную муку как источник каротина, масляные концентраты витаминов А и Д, препараты витаминов В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub> и Е.

Широкое применение получили премиксы — смесь биологически активных веществ (витаминов, микроэлементов и наполнителя). При выращивании лососёвых рыб и при производстве стартовых кормов для карповых рыб учёными ВНИИПРХа и КрасНИИРХа разработаны премиксы ПФ-1М, ПФ-1В, ПФ-1ВМ, ПК-П. Они включают комплекс витаминов группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>4</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>), витамины А, Д<sub>2</sub>, Е, С и наполнитель — пшеничную муку. Витаминно-минеральные премиксы (П-1-2, П-2-1, П-5-1) добавляют в корма для рыб в количестве 1—2 %. Эти премиксы помимо витаминов содержат макро- и микроэлементы (марганец, железо, медь, цинк, кобальт, йод).

В качестве биостимуляторов роста применяют гидролизные и кормовые дрожжи, ферментативные препараты (протосубтилин, амилосубтилин, пектавамарин). Гидролизные дрожжи — продукт биосинтеза белка и витаминов; они выпускаются в виде сухой порошкообразной массы на предприятиях гидролизной и целлюлозно-бумажной промышленности, содержат 44—48 % сырого протеина. Кормовые дрожжи (БВК) выращивают на очищенных парафинах нефти, они содержат до 50 % сырого протеина и витамины группы В, кроме витамина В<sub>12</sub>.

Применение ферментных препаратов способствует улучшению переваримости компонентов растительного происхождения и микробного синтеза. Протосубтилин представляет собой порошок из культурной жидкости, в которой проводилось культивирование *Bacillus subtilis*; содержит протеолитические и незначительное количество амилолитических ферментов. Его использование в кормах для товарного карпа даёт очень хорошие результаты. Гарантийный срок годности — 6 мес. Амилосубтилин содержит амилолитические ферменты и незначительное количество протеолитических. При добавлении препарата в количестве 500 г на одну тонну корма наблюдается повышение прироста товарной

форели на 12—16 %, товарного карпа — на 8—16 %. Гарантийный срок действия — 6 мес.

Для профилактики и лечения заболеваний в рыбоводстве и животноводстве разрешено использовать промышленные кормовые формы хлортетрациклина биовит-20, биовит-40, биовит-80, биотетраформ-100, а также левомецетин, окситетрациклин, гризин, витаминин, бацитрацин и другие антибиотики.

*Питательная ценность кормов.* Питательность — это свойство корма, обусловленное соответствием между потребностями животных и наличием в нем веществ и соединений, своевременно и полностью обеспечивающих удовлетворение этих потребностей. О питательной ценности кормов судят по составу основных питательных веществ, их переваримости, белковому соотношению, кормовому коэффициенту и др.

Питательными веществами называют химические соединения, которые, вовлекаясь в обмен в организме животного, необходимы для тех или иных физиологических отправления. Главнейшими группами питательных веществ являются протеин, жир, клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества, зола (рис. 42).

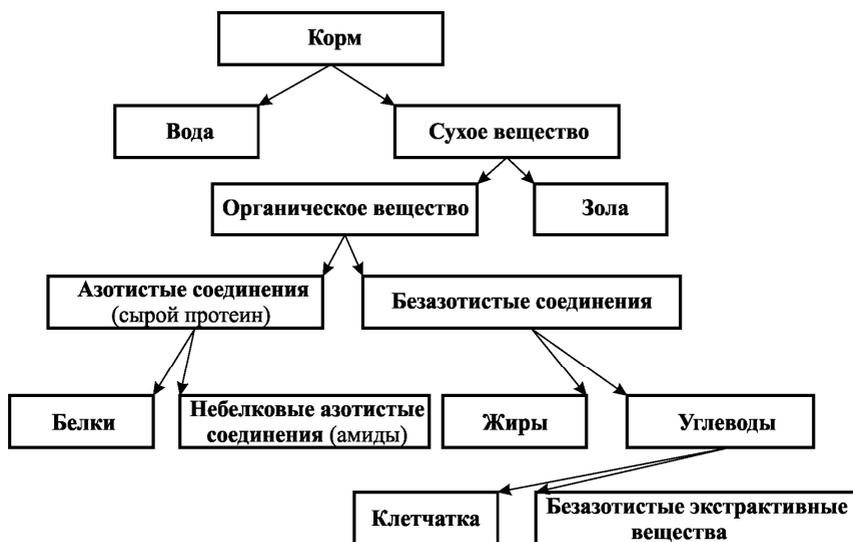


Рис. 42. Схематическое изображение основных групп питательных веществ искусственного корма (Ворошилина, Саковская, Хрусталеv, 2005)

При изучении химического состава кормов выясняют содержание сухого вещества, и прежде всего его органической составляющей, так как питательность корма определяется именно ею.

Органическую часть сухого вещества составляют азотистые и безазотистые соединения.

Очень важно знать состав основных питательных веществ кормов (табл. 10), так как питательность корма зависит от кормовой ценности протеина, жиров и углеводов, их переваримости. Кормовая ценность протеина зависит от состава заменимых и незаменимых (лизин, метионин и др.) аминокислот, жиров — от состава заменимых и незаменимых (линолевая и линоленовая) жирных кислот. Незаменимые аминокислоты и жирные кислоты рыба может получить только с кормом.

Таблица 10

Химический состав основных компонентов комбикормов  
(Ворошила, Саковская, Хрусталеv, 2005)

Компоненты	Вла-га, %	Зола, %	Сырой про-теин, %	Сырой жир, %	Углево-ды, %	Кормовой коэффи-циент	Белко-вое от-ношение
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Злаковые</i>							
Пшеница (зерно)	12,2	1,8	11,5	2,1	71,3	4	—
Пшеница (мука)	11,0	—	14,5	3,5	70,7	4–5 (4,5)	1:4
Ячмень	15,1	3,0	11,6	2,7	64,4	4–5 (4,5)	1:8
Рожь	16,0	1,8	12,3	2,0	65,8	4–5 (4,5)	1:7
Овёс	13,8	3,3	11,0	4,7	58,0	4–6 (5,0)	1:7
Сорго	10,2	—	11,2	2,8	68,5	4–6 (5,0)	—
Просо	10,8	—	11,2	3,8	76,2	5–6 (5,5)	—
Кукуруза	14,8	1,5	9,0	4,1	64,9	5–7 (6,0)	1:9
Рис	14,0	—	8,0	2,4	70,2	5–7 (6,0)	—
<i>Бобовые</i>							
Горох	14,8	2,8	21,5	1,9	65,5	4–7 (5,5)	1:2,6
Люпин	—	3,1	33,1	3,7	34,5	3–5 (4,0)	1:2
<i>Жмыхи</i>							
Клещевинный	11,5	7,5	42,0	5,9	46,7	4–6 (5,0)	—
Горчичный	11,7	8,5	38,4	5,0	42,6	4–6 (5,0)	—
Конопляный	10,1	—	31,5	9,4	49,6	4–7 (5,5)	—

Окончание табл. 10

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Шроты</i>							
Соевый	12,6	5,1	40,5	1,0	37,5	5–6 (5,5)	—
Подсолнечнико- вый	11,7	6,4	38,6	3,6	36,2	3–5 (4,0)	1:1,2
Хлопковый	13,2	5,8	37,8	1,3	—	6–8 (7,0)	—
Льняной	16,6	6,9	33,3	1,9	54,1	4–6 (5,0)	1:2
Арахисовый	15,7	4,4	40,5	9,9	48,5	6	—
<i>Отруби</i>							
Пшеничные	12,2	4,9	15,5	4,2	78,9	4–7 (5,5)	1:4
Ржаные	12,5	—	15,0	3,4	71,1	4–7 (5,5)	1:4
<i>Животного происхождения</i>							
Рыбная мука	8,5	23,4	67,3	5,0	10,1	1,5–2 (1,75)	1:2; 1:0,1
Мясо-костная му- ка	9,0	16,3	40,7	17,3	14,6	1,8–2,5 (2,15)	—
Крилевая мука	18,0	—	58,4	12,4	13,5	1,5–2 (1,75)	—
Кровяная мука	8,0	5,2	66,2	2,5	3,4	1,5–2 (1,75)	1:0,2
Яичный порошок	8,3	—	46,0	37,3	—	1,5–2 (1,75)	—
Сухое молоко	14,0	—	26,0	25,0	37,5	3–4 (3,5)	—
Мидийный гид- ролизат	61,4	—	12,3	2,3	3,1	—	—
<i>Микробильного синтеза</i>							
Дрожжи гидро- лизные	12,0	7,0	46,3	1,3	32,4	3–5 (4,0)	—
Дрожжи алкано- вые	10,5	—	50,4	0,3	21,4	3–4 (3,5)	—
БВК-ферментали- зат	17,0	8,0	66,6	7,4	15,9	2–4 (3,0)	—
Дрожжи эта- польные	9,0	—	50,3	2,2	36,3	3–4 (3,0)	—
Микробная био- масса	6,0	—	45,5	9,2	15,7	3–4 (3,0)	—
Мука водоросле- вая	6,5	—	25,0	3,3	46,8	4–6 (5,0)	—

*Кормовой коэффициент* — величина, показывающая, сколько килограммов корма необходимо для получения 1 кг прироста массы рыбы, или количество корма, потреблённого рыбой на

единицу прироста массы тела. В рыбоводстве в силу особенностей выращивания рыб и их кормления (в водной среде) учёт потреблённого корма затруднён, поэтому пользуются коэффициентом оплаты корма, или затраты кормов, — отношением затраченного (внесённого в пруд) корма к приросту рыбы, или количеством затраченного корма на единицу прироста массы рыбы.

Корма растительного и животного происхождения различаются по их кормовому коэффициенту (см. табл. 10). Его величина зависит не только от состава питательных веществ и их переваримости, но и от физического состояния корма (рассыпной, тестообразный, гранулированный и т. д.).

*Белковое отношение.* О питательной ценности кормов можно судить и по белковому отношению. Это отношение переваримой части азотосодержащих веществ корма к переваримой безазотистой его части. По величине белкового отношения корма делят на корма с узким (до 1 : 5) и широким (от 1 : 6 и более) белковым отношением. Для кормов животного происхождения характерно более узкое белковое отношение в сравнении с кормами растительного происхождения (см. табл. 10).

*Энергетическая ценность, физиологическая калорийность кормов.* Корм должен содержать определённое количество энергии, которая необходима для всех процессов жизнедеятельности любого животного, в том числе рыбы (табл. 11).

Таблица 11

Энергетическая ценность комбикорма рецепта 110-1 для сеголетков карпа

Состав питательных веществ комбикорма	Содержание в 100 г комбикорма, г	Энергетический коэффициент питательных веществ, г/ккал	Ценность комбикорма	
			ккал/100 г	кДж/100 г
Сырой протеин	31,6	5,5	173,8	729,1
Жир	5,3	9,4	49,8	208,9
Углеводы	23,9	4,15	99,2	416,1
<i>Итого</i>			322,8	1364,1

Энергетическая ценность корма определяется калорийностью, т. е. свойством пищевых веществ выделять в процессе их усвоения организмом тепло, которое выражается в килокалориях (ккал): 1 г

жира выделяет 9,3 ккал, 1 г белка — 4,5 ккал, 1 г углеводов — 4,2 ккал. В процессе прохождения пищи по кишечнику и в связи с неполным её усвоением в организме часть энергии корма теряется.

Физиологическая калорийность корма выражается по международной системе единиц СИ в джоулях (Дж), 1 кал равна 4,19 Дж.

### ***Комбикорма, применяемые в товарном рыбоводстве***

В настоящее время существует несколько вариантов рецептур гранулированных комбикормов, предназначенных практически для всех возрастных групп рыб, выращиваемых в товарных хозяйствах: личинок, мальков, сеголетков, двух- и трёхлетков, ремонтных особей и производителей. Рецептуры комбикормов составлены с учётом физиологических потребностей организма рыб в разном возрасте, усвояемости компонентов, проявления потенци роста и нормального развития гонад. Это находит непосредственное отражение в величине калорийности, затратах комбикормов на килограмм прироста массы рыбы и других показателях питательной ценности кормов. Калорийность стартовых комбикормов и комбикормов для производителей должна быть 3 000—4 000, продукционных — 2 500—3 500 ккал/кг. Кормовые затраты комбикормов для производителей довольно высоки, что связано со значительной тратой энергии корма на генеративный обмен.

Стартовые и продукционные комбикорма заводы выпускают в виде крупки и гранул (табл. 12). Крупка предназначена для кормления рыб от личинок до сеголетков, гранулы — для сеголетков, годовиков, товарных двухлетков, трёхлетков, производителей. Гранулы должны иметь цилиндрическую форму и гладкую матовую поверхность. Их запах должен соответствовать набору компонентов без затхлости, плесневелости. Крошимость гранул не должна превышать 5 %. Цвет гранул зависит от компонентов комбикорма, 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.

Таблица 12

## Размеры крупки и гранул кормов для рыб

Размерные группы	Размер крупки, мм	Диаметр гранул, мм	Масса рыб, г	
			Карп	Форель
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	До 0,2
4	0,6–1,0	—	0,09–0,15	0,2–1,0
5	1,0–1,5	—	0,15–0,8	1,0–2,0
6	1,5–2,5	—	0,8–10,0	2,0–5,0
7	—	3,2	10,0–40,0	5,0–15,0
8	—	4,5	40,0–150,0	15,0–50,0
9	—	6,0	150,0–500,0	50,0–200,0
10	—	8,0	500,0 и выше	200,0 и выше

*Стартовые корма.* «Эквизо-1» предназначен для кормления личинок карповых рыб со вторых суток после выклева и до массы 50 мг, корм «Эквизо-2» — для молоди карповых рыб массой от 50 мг до 1,0 г. Комбикорм РК-С предназначен для молоди карпа до массы 1—3 г. Стартовый корм РГМ-6М рекомендован для кормления личинок и мальков радужной форели до массы 5 г.

*Производственные корма.* Комбикорма 12-80, 16-80, 16-82 предназначены для кормления карпа в садках, 12-80 — для мальков и сеголетков карпа массой от 1 до 40 г; 16-80 — для карпа массой более 40 г, 16-82 — для кормления карпа массой от 150 г до товарной (табл. 13).

Таблица 13

Рецепты производственных комбикормов, %  
(Ворошила, Саковская, Хрусталеv, 2005)

Компоненты	Комбикорма				
	12-80	16-80	16-82	РГМ-5В	РГМ-8В
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Мука:					
рыбная	25,0	10,0	5,0	45,0	20,0
мясо-костная	6,0	—	6,0	8,8	6,0
кровяная (альбумин)	—	—	—	3,0	—
водорослевая	—	—	—	1,0	1,0

Окончание табл. 13

1	2	3	4	5	6
травяная	—	—	—	4,2	—
пшеничная	—	—	—	—	—
Обрат сухой	—	—	—	7,0	—
Дрожжи-паприн	20,0	14,0	10,0	—	—
Дрожжи-гидролизные	10,0	20,0	5,0	3,6	8,0
Шрот:					
соевый	—	—	15,0	6,6	26,0
подсолнечный	18,0	30,5	15,0	—	25,0
Пшеница	16,5	19,0	15,0	16,7	7,8
Овёс	—	—	10,0	—	—
Ячмень	—	—	10,0	—	—
Меласса	3,0	3,0	—	—	—
Масло растительное нерафинированное	—	—	—	3,0	5,0
Метионин	0,5	0,5	0,5	—	—
Премикс ПФ-2В или П-5-1	1,0	1,0	1,0	1,0	—
Фосфат неорганический	—	1,0	1,0	—	—
Поваренная соль	—	—	0,5	—	—
Холин-хлорид 50%-ный	—	—	—	0,1	0,2
Мел	—	1,0	1,0	—	—
Протосубтилин Г-3Х	—	0,05	0,05	—	—
<i>Качественная характеристика</i>					
Протеин, не менее	40,0	35,0–38,0	31,0	40,0	39,0
Жир, не более	9,0	2,0–4,0	2,2	9,0	9,0
Углеводы	35,0	35,0	—	30,0	35,0
Клетчатка	3,0	4,0	4,8	2,0	5,0
Зола	13,0	12,0	—	15,0	11,0
Лизин	2,6	2,6	1,8	2,4	2,3
Метионин	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
Триптофан	0,6	0,5	0,3	0,5	0,5
Энергетическая ценность, тыс. кДж/кг	12,8	12,6	10,8	10,8	10,4

Производственный комбикорм РГМ-5В предназначен для молоди форели массой от 5,0 до 50,0 г. Корм РГМ-8В рекомендован для

кормления форели массой от 30—50 г до товарного размера и для производителей карпа в преднерестовый период.

Комбикорма для кормления рыб в промышленных условиях должны быть строго сбалансированы по полному комплексу питательных веществ (см. табл. 13).

Для кормления карпа в прудах разработаны различные рецепты комбикормов; к ним предъявляют менее жёсткие требования по полноценности, что связано с наличием в прудах естественной кормовой базы.

В прудовом рыбоводстве комбикорма разделяют на три группы: для сеголетков, товарных двух- и трёхлетков, производителей (табл. 14).

Таблица 14

Рецепты комбикормов для выращивания сеголетков карпа в прудах, %  
(Ворошилина, Саковская, Хрусталеv, 2005)

Компоненты	Корма						ПКС-86
	110-1	РЗГК	ВБС-РЖ базисный	ВБС-Р Ж 81	ВБС-РЖ		
					85	86	
<i>I</i>	2	3	4	5	6	7	8
Шрот:							
соевый	20	17	5	10	9	9	10
подсолнечный	25	30	20	15	20	21	25
Ячмень	14	20	20	30	—	—	33,5
Горох	15	—	10	—	10	10	—
Пшеница	10	23	20	20	40	40	10
Отруби пшеничные	4	—	4	7	3	3	10
БК-паприн	—	—	—	8	16	16	4
Дрожжи гидролизные	4	4	4	—	—	—	—
Мука:							
травяная	2	2	—	—	—	—	—
рыбная	5	3	16	9	—	—	6
мясо-костная	—	1	—	—	—	—	—
Мел	1	—	1	1	1	—	1,5
Премикс	—	—	—	—	1	1	—
<i>Качественная характеристика</i>							
Сырой протеин	26	26	26	26	26	26	26
Сырой жир	2,5	2	3	2	2	—	3,5
Сырая клетчатка	5	4	6	6	6	6,6	7,5
Зола	—	—	—	5,6	5,4	4,8	4,8

1	2	3	4	5	6	7	8
Влага, не более	—	—	13	13	13	—	13
Лизин	1,4	1,4	1,4	1,6	—	—	—
Метионин	0,4	0,4	0,4	0,4	—	—	—
Триптофан	0,3	0,3	0,3	0,3	—	—	—
Энергетическая ценность, тыс. кДж/кг	10,1	10,1	10,2	10,1	—	—	—
Кормовые затраты	3–3,5	—	—	1,7–2,9	1,5–2,0	2,5–3,3	

Комбикорма рецептов 110-1, 110-2 и другие их варианты предназначены для кормления сеголетков карпа и ремонтного молодняка в прудах от двухнедельного возраста до средней массы 30 г в условиях моно- и поликультуры карпа и растительных рыб. В процессе промышленного производства этих комбикормов допускается произвольное сочетание компонентов среди основных групп кормового сырья (жмыхов, шротов, злаковых, бобовых и др.) без учёта физиологической питательности и потребностей рыб. Это приводит к произвольным изменениям химического состава и питательных свойств комбикормов, например, к недостатку лимитирующих аминокислот (лизина, метионина), минеральных элементов, наличию ядовитых веществ и др. В результате этого комбикорма данных рецептов недостаточно питательны и способны обеспечить производство зимостойкого посадочного материала только в условиях невысоких плотностей посадок (20—30 тыс. экз./га) при среднем уровне продуктивности карпа 0,7—1,3 т/га, растительных рыб — 0,6—1,2 т/га. При рациональном нормировании затраты комбикорма на единицу прироста массы рыб составляют 3,0—3,5 ед.

Усовершенствованные комбикорма рецептов ВВС-РЖ и ПКС-86 — высокобелковые сбалансированные из растительного и животного сырья, предназначены для выращивания сеголетков карпа в условиях высокой плотности посадки рыб (50—120 тыс. экз./га). Комбикорм ПКС-86 обеспечивает выращивание физиологически полноценного посадочного материала в прудовых хозяйствах с планируемым уровнем продуктивности сеголетков карпа 1,2—1,6 т/га, растительных рыб —

0,4—1,8 т/га и кормовых затрат 2,5—3,3 ед. Выпускается в виде гранул диаметром 3,2—4,5 мм.

Комбикорма рецептов ВБС-РЖ предназначены для выращивания сеголетков карпа массой от 0,5—1,0 до 25 г и выше в условиях моно- и поликультуры в прудовых хозяйствах всех зон рыбоводства. Эти комбикорма позволяют выращивать высококачественный посадочный материал и обеспечивать достижение рыбопродуктивности по карпу 1,2—2,4 т/га, по растительной рыбе — 1,9—3,6 т/га и выше, а также снизить кормовые затраты до 1,5—2,0 ед. Для достижения максимального рыбоводного эффекта и получения физиологически полноценного посадочного материала эти комбикорма следует применять с начала кормления и до конца августа. В сентябре-октябре их можно заменить комбикормами рецепта 110 или дроблёным зерном пшеницы и ячменя.

Комбикорма для выращивания товарного карпа в прудах готовят по рецептам 111-1, ПК-ВР, СБС-РЖ, МБП, МБЯ, для производителей — ВПК-4, ПК-110-1 (табл. 15).

Недостатком комбикормов этого типа является доступность произвольного сочетания различных видов сырья внутри основных групп кормовых средств (жмыхов, шротов, злаковых, бобовых), что нередко вызывает снижение их питательности. Они не обеспечивают нужного количества и соотношения незаменимых аминокислот, необходимых при быстром росте карпа. Затраты комбикормов этих рецептур колеблются в диапазоне 3,6—4,0 ед. на единицу прироста массы карпа при средней рыбопродуктивности 1,0—1,5 т/га.

Новые комбикорма улучшенных рецептур для товарного карпа ПК-Вр, СБС-РЖ, МБЯ, МБП разработаны специалистами ВНИИПРХа, их выпускают в виде гранул диаметром 3,7—8,0 мм. Комбикорм ПК-Вр — производственный карповый (временный), является улучшенной модификацией К-111-1 со стабильным набором сырья и витаминной добавкой. При плотности посадки карпа 3,5—5,0 тыс. экз./га обеспечивает получение рыбопродукции по карпу 1,2—1,6 т/га и более, в поликультуре с растительной рыбой — 2,2 т/га и более. Кормовые затраты этого корма составляют в среднем 3,5 (2,6—3,8) ед.

Таблица 15

Рецепты комбикормов для выращивания двух-, трёхлетков  
и производителей карпа, % (Ворошила, Саковская, Хрусталеv, 2005)

Компоненты	Комбикорма						
	для двух- и трёхлетков карпа					для производителей	
	111-1	ПК-Вр	СБС-РЖ	МБП	МБЯ	ВПК-4	ПК-110-1
Шрот:							
соевый	10	18	5	26	—	13	28
подсолнечный	20	25	22	—	20	5	8
хлопковый	10	—	—	—	—	—	—
льняной	10	—	—	—	—	8	—
Ячмень	5	24	39	—	61	—	8
Горох	10	—	—	—	10	5	10
Пшеница	9	22	16	62	—	52	15
Кукуруза	10	—	—	—	—	—	4
Масло растительное	—	—	—	—	—	1	—
Дрожжи гидролизные	4	4	4	4	6	5	4
БК-паприн	—	—	—	5	—	—	—
Мука:							
травяная	2	4	—	—	—	—	2
рыбная	3	2	3	3	3	10	20
мясо-костная	—	—	1	—	—	1	—
Отруби пшеничные	6	—	10	—	—	—	—
Мел	1	—	—	—	—	—	1
Премикс ПМ-2	—	1	—	—	—	—	—
Качественная характеристика							
Сырой протеин, не менее	22	23	23	23	23	—	—
Сырой жир	4	3	3	2,5	2,2	—	—
Сырая клетчатка, не более	8	6	7	5	6	—	—
Сырая зола	—	—	4,6	5,2	5	—	—
Влага, не более	13	13	13	13	13	—	—
Лизин	1,3	1,4	1,4	1,3	1,3	—	—
Метионин	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	—	—
Триптофан	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	—	—
Энергетическая ценность, тыс. кДж/кг	10,1	10,2	9,9	9,8	9,9	—	—
Кормовые затраты	3,6–4,6	2,6–3,8	2,3–3,4	2,4–3,6	2,4–3,5	—	9

Комбикорм СБС-РЖ — среднебелковый, сбалансированный из растительного и животного сырья. Предназначен для использования во всех зонах рыбоводства при моно- и поликультуре карпа и растительноядных рыб в течение всего периода кормления; в конце августа возможна замена его зерном пшеницы или ячменя; кормовые затраты в среднем составляют 2,6 (2,3—3,4) ед., продукция карпа в монокультуре — 1,6—2,4 т/га, совместно с растительноядными рыбами — 1,8—3,2 т/га.

Комбикорм МБП — малокомпонентный, среднебелковый, сбалансированный на основе пшеницы. Рекомендован также для всех зон рыбоводства при выращивании карпа в моно- и поликультуре с растительноядными рыбами. Рациональное применение этого комбикорма обеспечивает нормативную и более высокую (в 1,5—2 раза) рыбопродуктивность карпа. Применяется в течение всего вегетационного сезона. Кормовые затраты на прирост карпа составляют в среднем 2,7 (от 2,4 до 3,5) ед., на суммарный прирост всех видов поликультуры — 1,2—2,2 ед.

Комбикорм МБЯ — малокомпонентный, среднебелковый, сбалансированный на основе ячменя, выпускается в виде гранул диаметром 4,5 мм. Пригоден для кормления карпа в моно- и поликультуре с растительноядными рыбами во всех зонах рыбоводства. Кормовые затраты при рациональной технологии кормления составляют для карпа в среднем 2,7 (2,4—3,6) ед., на суммарный прирост всех видов поликультуры — 1,3—2,3 ед. Наилучший эффект этот комбикорм даёт при использовании в течение всего периода кормления.

Важно усвоить принцип составления комбикормов на уровне баланса по белкам, жирам, углеводам, незаменимым аминокислотам, энергетической ценности, энергопротеиновому белковому отношению и другим показателям качества и питательной ценности. Комбикорма должны быть сбалансированы по всему комплексу питательных веществ. Для этого различные корма растительного происхождения сочетают с кормами животного происхождения. Меняя их соотношение в кормовой смеси, можно добиться нужного состава питательных веществ, содержание которых определяется с помощью расчётов и уточняется путём химического анализа.

Ориентировочные значения показателей питательной ценности комбикормов можно рассчитать по формулам.

1. Содержание отдельных питательных веществ (протеин, жир, углеводы и др.) комбикорма определяют по формуле

$$P_k = (P_1 \cdot R_1) + (P_2 \cdot R_2) + \dots + (P_n \cdot R_n) : 100, \quad (19)$$

где  $P_k$  — содержание протеина или другого питательного вещества (углеводы, жиры) в комбикорме, %;

$P_1, P_2 \dots P_n$  — содержание ингредиента в комбикорме, %;

$R_1, R_2 \dots R_n$  — содержание питательного вещества в комбикорме, %.

Комбикорм № 111-1, предназначенный для кормления двух-летних карпа, состоит из нескольких компонентов (см. табл. 15).

Используя данные, приведённые в табл. 11 и 15, можно определить содержание протеина или другого питательного вещества комбикорма. Подставляя в формулу (19) компоненты комбикорма № 111-1 из табл. 15, а из табл. 11 — питательную ценность компонента (сырой протеин), получим

$$P_k = (10 \cdot 40,5) + (20 \cdot 38,6) + (10 \cdot 37,8) + (10 \cdot 33,3) + (5 \cdot 11,6) + (10 \cdot 21,5) + (9 \cdot 11,5) + (10 \cdot 9) + (4 \cdot 46,3) + (2 \cdot 25) + (3 \cdot 67,3) + (6 \cdot 15,5) : 100 = 28,85 \%$$

Следовательно, в комбикорме № 111-1 содержится 28,85 % протеина.

2. Белковое протеиновое отношение комбикорма определяют как отношение количества перевариваемого протеина в корме к сумме перевариваемых жиров и углеводов:

$$P/o = P_k : J_k \cdot 2,25 + Y_k, \quad (20)$$

где  $P/o$  — протеиновое отношение комбикорма;

$P_k$  — содержание протеина (белка) в комбикорме, %;

$J_k$  — содержание жира в комбикорме, %;

$Y_k$  — содержание углеводов в комбикорме, %;

2,25 — коэффициент пересчёта.

Подставляя в формулу (20) компоненты комбикорма № 111-1 из табл. 15, а из табл. 11 — питательную ценность компонента (сырой жир), получим

$$J_k = (10 \cdot 1,0) + (20 \cdot 3,6) + (10 \cdot 1,3) + (10 \cdot 1,9) + (5 \cdot 2,7) + (10 \cdot 1,9) + (9 \cdot 2,1) + (10 \cdot 4,1) + (4 \cdot 1,3) + (2 \cdot 3,3) + (3 \cdot 5,0) + (6 \cdot 4,2) : 100 = 2,58 \%$$

Следовательно, в комбикорме № 111-1 содержится 2,58 % сырого жира.

$$У_{\text{к}} = (10 \cdot 37,5) + (20 \cdot 36,2) + (10 \cdot 0,0) + (10 \cdot 54,1) + (5 \cdot 64,4) + (10 \cdot 65,5) + (9 \cdot 71,3) + (10 \cdot 64,9) + (4 \cdot 32,4) + (2 \cdot 46,8) + (3 \cdot 10,1) + (6 \cdot 78,9) : 100 = 39,83 \%$$

Следовательно, в комбикорме № 111-1 содержится 39,83 % углеводов.

$$П/о = 28,85 : 2,58 \cdot 2,25 + 39,83 = 28,85 : 45,64 = 0,63.$$

3. Кормовой коэффициент комбикорма рассчитывают по формуле

$$A_{\text{к}} = 100 : (P_1 : a_1) + (P_2 : a_2) + \dots + (P_n : a_n), \quad (21)$$

где  $A_{\text{к}}$  — кормовой коэффициент комбикорма;

$P_1, P_2, P_n$  — содержание ингредиентов в комбикорме;

$a_1, a_2, a_n$  — кормовые коэффициенты каждого ингредиента комбикорма.

Подставляя в формулу (21) компоненты комбикорма № 111-1 из табл. 15, а из табл. 11 — кормовой коэффициент компонента получим

$$A_{\text{к}} = 100 : (10 : 5,5) + (20 : 4,0) + (10 : 7,0) + (10 : 5,0) + (5 : 4,5) + (10 : 5,5) + (9 : 4,0) + (10 : 6,0) + (4 : 4,0) + (2 : 5,0) + (3 : 1,75) + (6 : 5,5) = 100 : 21,3 = 4,69.$$

4. Энергетическую ценность комбикорма, или общее количество энергии, определяют как сумму калорийности питательных веществ, входящих в состав комбикорма. Пример расчёта энергетической ценности приведён в табл. 16.

Таблица 16

Энергетическая ценность комбикорма рецепта 111-1  
(Ворошилина, Саковская, Хрусталев, 2005)

Состав питательных веществ комбикорма	Содержание в 100 г комбикорма, г	Энергетический коэффициент питательных веществ, г/ккал	Ценность комбикорма	
			ккал/100 г	кДж/100 г
Сырой протеин	28,85	5,5	158,7	664,9
Жир	2,58	9,4	24,3	101,8
Углеводы	39,83	4,15	165,3	692,6
<i>Итого</i>			348,3	1459,3

Ценность комбикорма ( $28,85 \cdot 5,5 = 158,7 \cdot 4,19$ ) = 664,9 кДж/100 г.

5. Энергопротеиновое отношение (ЭПО) — количество энергии корма на единицу белка, или обеспеченность белка энергией усвоения, определяют как отношение общей энергии корма к количеству белка в корме.

В приведённом примере ЭПО =  $348,3 : 28,85 = 12,1 : 1$ , т. е. на 1 г белка приходится 12,1 ккал, или 50,7 кДж, энергии корма ( $12,1 \times 4,19 = 50,7$ ).

При выборе рецептуры комбикорма и расчёта его количества для кормления рыб в период нагула в прудах необходимо учитывать состояние естественной кормовой базы. Присутствие естественного корма в суточном рационе рыб не менее 30 % позволяет использовать для кормления годовиков и двухгодовиков карпа простые и дешёвые корма (зерно пшеницы, ячменя), комбикорма рецептур МБП, МБЯ, 111-1 или местные рецептуры, имеющие в составе только дешёвые корма растительного происхождения. Если доля естественной пищи в рационе карпа снижается, то требования к составу комбикормов возрастают. Чем больше компонентов содержит кормовая смесь, тем выше её питательная ценность. Поэтому при выращивании карпа в прудах в условиях уплотнённой 3-, 5- и более кратной посадки и высокой степени интенсификации рыбоводных процессов применяют комбикорма, содержащие ценные компоненты, такие как рыбная и мясо-костная мука, гидролизные дрожжи, шроты и др.

Для кормления карпов разного возраста следует подбирать комбикорма по протеиновому (белковому) отношению: для мальков оно должно быть 1 : 0,4 — 1 : 0,5, для двухлетков — 1 : 5, а для трёхлетков — 1 : 8.

При кормлении карпа также следует учитывать его потребность в белке в течение вегетационного сезона, при повышенной температуре, способствующей хорошему росту, следует давать корма с более узким белковым отношением: для годовиков-двухлетков 1 : 2,5, в предосенний и осенний периоды с более широким — до 1 : 5. При выращивании карпа в прудах в условиях уплотнённой посадки следует кормить рыбу комбикормами с более узким белковым отношением.

Кормление — один из основных факторов интенсификации, от уровня которого зависят экономические показатели производства прудовой рыбы. На эффективность кормления рыбы влияют экологические условия, техника кормления и полноценность комбикормов.

Сильное влияние на суточный рацион рыбы оказывает температура воды, содержание в ней растворенного кислорода и индивидуальная масса особей. Карпа обычно кормят при температуре воды 14—28 °С, хотя сеголетки могут потреблять корм и в период зимовки (2 °С). Чем ниже температура воды, тем меньше потребность карпа в корме. Так, рацион двухлетков при 16 °С составляет 2 % от их массы, при 22 °С — 4, при 25° — 5 %. Суточный рацион снижается при уменьшении в воде кислорода и увеличении индивидуальной массы рыбы. Если карп при массе 40 г может потреблять корма 11 % от массы, то при 400 г этот показатель снижается до 5 % (температура воды — 26 °С).

Правильный режим кормления можно составить на основе данных табл. 17 и 18.

*Таблица 17*

Суточная норма корма для сеголетков карпа при плотности посадки 60 тыс. экз./га, % от массы рыбы (Привезенцев, Власов, 2004)

Температура воды, °С	Индивидуальная масса рыбы, г						
	3	7	11	15	19	25	30
12	2,3	2,6	2,2	2,0	1,7	1,5	1,3
14	5,7	5,7	5,0	4,4	3,9	3,4	3,2
16	8,0	8,3	7,4	6,4	5,8	4,9	4,5
18	10,0	10,4	9,2	8,1	7,2	6,4	5,6
20	11,7	12,1	10,6	9,4	8,4	7,3	6,5
22	12,7	13,1	11,7	10,2	9,1	8,0	7,6
24	13,0	13,7	12,0	10,5	9,5	8,3	8,0
26	13,0	13,7	12,0	10,5	9,5	8,3	7,9
28	12,6	13,1	11,7	10,2	9,1	8,0	7,6
30	11,7	12,1	10,6	9,4	8,4	7,3	7,0

Корма задаются в пруды на кормовые столики или места, а также по кормовой линии. Предварительно устанавливают поедаемость ранее внесённых кормов. При одноразовой даче корма лучше это делать рано утром, когда у рыб наиболее высокая пищевая реакция. Для раздачи корма в прудовом рыбоводстве ис-

пользуют лодки и кормораздатчики различной конструкции. Наиболее распространены самоходные лодки типа катамарана с бункером и кормораздатчики СКР-ЗА, КРЗ-1 и ДРК. Перспективными являются автокормушки, которые позволяют рыбе кормиться в любое время суток. Их использование даёт возможность увеличить рост рыбы и снизить затраты корма на прирост живой массы.

Таблица 18

Суточные нормы кормления двухлеток карпа при плотности посадки 4—5 тыс. экз./га, % от массы рыб (ВНИИПРХ, 1986)

Температура воды, °С	Масса рыбы, г										
	30	50	70	100	150	200	250	300	350	400	500
11	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3
12	1,4	1,4	1,4	1,4	1,2	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,6
13	2,3	2,1	2,0	1,8	1,8	1,8	1,5	1,5	1,2	1,2	0,9
14	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	2,4	2,0	2,0	1,6	1,6	1,3
15	3,9	3,7	3,4	3,3	3,0	2,9	2,5	2,4	2,2	2,0	1,6
16	4,8	4,5	4,2	4,1	3,6	3,5	3,0	2,9	2,7	2,6	2,0
17	5,7	5,3	5,0	4,9	4,3	4,2	3,5	3,4	3,1	3,0	2,2
18	6,6	6,1	5,7	5,5	4,9	4,8	4,0	3,8	3,5	3,4	2,6
19	7,5	6,8	6,4	6,2	5,5	5,4	4,5	4,3	4,0	3,6	3,0
20	8,0	7,5	7,0	6,5	6,0	5,6	5,0	4,7	4,4	4,0	3,5
21	8,7	8,2	7,7	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,6	4,1	3,5
22	9,5	8,9	8,4	7,9	7,3	6,6	6,0	5,4	4,8	4,2	3,6
23	10,2	9,6	9,1	8,5	8,4	7,1	6,5	5,8	5,0	4,5	3,7
24	10,9	10,1	9,8	9,1	8,8	8,6	7,0	6,2	5,2	4,7	3,8
25	11,5	10,8	10,4	9,8	9,4	9,2	7,5	6,5	5,4	4,9	3,9
26	12,0	11,5	11,0	10,5	10,0	9,0	8,0	6,8	5,7	5,0	4,0
27	9,6	9,2	8,8	8,4	8,0	7,2	6,4	5,4	4,5	4,0	3,2
28	7,2	6,9	6,6	6,3	6,0	5,4	4,8	4,0	3,5	3,0	2,4
29	6,0	5,8	5,5	5,0	5,0	4,5	4,0	3,4	2,8	2,5	2,0
30	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,6	3,2	2,7	2,2	2,0	1,6

Карпа следует кормить ежедневно, желательно несколько раз в светлое время суток. Время переваривания и усвоения пищи у него составляет: при температуре воды 16 °С — 8—10 ч, при 20 °С — 6—8 ч, при 24 °С — 4—6 ч, при 28—30 °С — 2—4 ч. Поэтому в июле-августе, когда вода наиболее тёплая, карпа кор-

мят несколько раз в сутки. Многократное кормление (3—6 раз) позволяет уменьшить потери питательных веществ комбикорма и резко повысить темп роста рыбы (по сравнению с одноразовым суточным кормлением).

Карп относится к всеядным рыбам. Из естественных пищевых ресурсов пруда он потребляет различные организмы зоопланктона и бентоса, частично детрит и мягкую водную растительность. Он также поедает корма растительного и животного происхождения.

В них должно содержаться: для сеголетков сырого протеина — не менее 26 %, жира — 4, клетчатки — не более 9, кальция — 1,2, фосфора — 1,0 %; для старших возрастных групп сырого протеина — до 23 %, жира — 3,5, клетчатки — не более 10, кальция — 0,7, фосфора — 0,8 % (табл. 19).

Таблица 19

Рецепты комбикормов для карпа (Власов, Привезенцев, Завьялов, 2005)

Компонент комбикорма	Рецепт № 110-1 для сеголетков и производителей	Рецепт №111-1 для двухлетков и трёхлетков
Жмыхи и шроты подсолнечные, хлопчатниковые, соевые, рапсовые, конопляные, горчичные, сурепковые, арахисовые, кунжутные, льняные, перилловые, рыжиковые, клещевидные, %	49	50
Зерно, %:		
бобовых (люпин, чечевица, вика, горох, кормовые бобы)	15	10
злаковых (пшеница, ячмень, овёс, кукуруза)	20	24
Отруби пшеничные и ржаные, %	4	6
Дрожжи кормовые и гидролизные, %	4	4
Животные корма (рыбная, мясная, мясо-костная и кровяная мука), %	5	3
Травяная мука, %	2	2
Мел, %	1	1
<i>Микродобавки:</i>		
хлористый кобальт, г/т	3	3
КВВ <sub>12</sub> , мг цианкобаламина на 1 т	50	14
тетрацилин, млн ед./т	—	10

Корм задаётся в виде тестообразной массы, гранул и брикетов. Тестообразная масса, полученная путём замешивания рассыпного комбикорма на воде, отличается низкой водостойкостью, в ней уже в первый час нахождения в воде за счёт экстрагирования теряется до 50 % питательных веществ.

Гранулированные комбикорма, особенно приготовленные методом влажного прессования и накатывания, а также брикетированные обладают повышенной водостойкостью: потери их питательных веществ в первый час составляют 5—10 %. Гранулы бывают разного размера, который соответствует определённой возрастной группе карпа. Для сеголетков диаметр гранул должен равняться 1—3 мм, длина — 3—5 мм, для двухлетков — соответственно 3—6 и 10—15 мм. Размер брикетов комбикорма —  $2 \times 5 \times 9,5$  см.

Карпам, выращиваемым на комбикормах, на 1 кг прироста массы необходимо от 2,5 до 4 кг корма. Оплата корма у сеголетков по сравнению с двухлетками при разных условиях среды на 30—40 % выше.

### ***Расчёты по нормированию кормления карпа***

Величина, показывающая, сколько килограммов корма необходимо для получения 1 кг прироста массы рыбы, называется кормовым коэффициентом. Он для различных кормов неодинаков. Для определения этого показателя для комбикорма, состоящего из нескольких компонентов, коэффициент которых известен, используется формула (22).

Зная кормовой коэффициент комбикорма ( $A_k = 4,69$ ), можно рассчитать общее количество корма ( $K$ , кг), необходимое на весь период выращивания карпа в прудах. Расчёт делают по следующей формуле:

$$K = \Pi \cdot \Gamma \cdot A_k (N - 1), \quad (22)$$

где  $\Pi$  — естественная рыбопродуктивность, кг/га;

$\Gamma$  — площадь пруда, га;

$A_k$  — кормовой коэффициент;

$N$  — кратность посадки.

$$K = 240 \cdot 20 \cdot 4,69 (5 - 1) = 90 \text{ т.}$$

Если нужно определить количество карпов для посадки в какой-то пруд (А, экз.), исходя из имеющегося комбикорма, можно применять формулу

$$A = \Pi \cdot \Gamma + (K : a) \cdot 100 : (B - b) \cdot P, \quad (23)$$

где  $\Pi$  — естественная рыбопродуктивность, кг/га;

$\Gamma$  — площадь пруда, га;

$K$  — общее количество корма (90 т);

$a$  — кормовой коэффициент (4,69);

$B, b$  — масса карпа соответственно конечная и начальная, кг;

$P$  — выход карпов, %.

$$A = 240 \cdot 20 + (90\,000 : 4,69) \cdot 100 : (0,5 - 0,03) \cdot 85 = 60\,900 \text{ экз.}$$

$$60\,900 : 20 = 3\,045 \text{ экз./га.}$$

Необходимо определить потребность в искусственном корме, если известны общая численность карпа (60 900 экз.) в пруду площадью 20 га, средняя индивидуальная масса карпа (200 г) и температура воды (20 °С). Из данных табл. 18 находим норму кормления — 5,6 %.

$$K = 60\,900 \cdot 0,2 \cdot 5,6 : 100 = 682 \text{ кг.}$$

$$K = 60\,900 \cdot 0,2 = 12\,188 \text{ кг.}$$

$$12\,188 — 100 \%$$

$$x — 5,6\%$$

$$x = 12\,188 \cdot 5,6 : 100 = 682 \text{ кг.}$$

Норма внесения комбикорма в пруд при температуре воды 20 °С и индивидуальной массе карпа 200 г составляет 34 кг/га.

$$(682 : 20 = 34,1 \text{ кг/га}).$$

### Контрольные вопросы и задания

1. Дайте классификацию кормов по их происхождению.
2. Назовите показатели питательной ценности кормов.
3. Что следует понимать под питательностью кормов?
4. Дайте классификацию кормов по составу питательных веществ, величине кормового коэффициента, белковому отношению.
5. Назовите корма с узким и широким белковым отношением. Сравните их по величине кормового коэффициента.
6. Как изменяется содержание питательных веществ в корме по сравнению с содержанием их в сухом веществе корма?

7. Назовите рецепты комбикормов для кормления рыб в индустриальных условиях?

8. Какие комбикорма используются для кормления карпа в прудах?

9. Дайте качественную характеристику комбикормов.

10. Какие факторы среды влияют на эффективность кормления карпа?

11. Какие корма используют при выращивании сеголеток?

12. Дайте определение кормового коэффициента.

13. Как определяют кормовые затраты?

14. Рассчитайте необходимое количество корма.

15. Какова технология кормления рыб в прудах?

16. Каковы нормы кормления товарной рыбы?

17. Каковы размеры крупки и гранул, применяемых для кормления рыб разных возрастов?

18. Каковы нормы потребления рыбами корма и факторы, влияющие на эффективность кормления?

19. Каковы нормы кормления сеголетков карпа в прудах?

20. Каковы нормы кормления товарной рыбы и производителей?

21. Как кратность кормления рыб влияет на эффективность использования корма?

22. Дайте характеристику рецептов комбикормов для выращивания карпа в прудах.

### ***Рекомендуемая литература***

*Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005. 108 с.

*Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.

*Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство. М., 2004. 455 с.

*Скляр В. Я.* Корма и кормление рыб в аквакультуре. М., 2008. 149 с.

## **Лабораторная работа № 10**

### **УДОБРЕНИЕ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ**

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами внесения различных удобрений в карповые пруды. Освоить расчёты внесения удобрений.

**Задания.** Изучить содержание темы. Решить задачи по определению дозы внесения удобрения и удобрительного коэффициента азотно-фосфорных удобрений, предназначенных для нагульного карпового пруда в период выращивания рыбы. Ответить на контрольные вопросы.

**Материалы и оборудование.** Таблицы, рисунки, макеты, счётная техника.

#### **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ**

Основная цель внесения удобрений заключается в создании определённых условий экологической среды, способствующих увеличению запасов естественной пищи и тем самым повышению рыбопродуктивности прудов. При использовании удобрений в прудах повышается количество бактерий и планктонных водорослей, которые служат пищей либо непосредственно для рыбы (белый толстолобик), либо для организмов, которыми питается рыба. Развитие фитопланктона в прудах находится в прямой зависимости от содержания в воде растворённых биогенных элементов, и особенно азота и фосфора. Перед внесением удобрений нужно определить потребность в биогенных элементах для данного пруда, что обеспечит рациональное применение органических и минеральных удобрений.

В прудовом рыбоводстве используют органические удобрения, содержащие комплекс биогенных элементов: навоз, навозную жижу, компост и зелёное удобрение. Они дают больший эффект, чем минеральные удобрения, в прудах на песчаных и подзолистых почвах, а также при отсутствии илового слоя.

В свежем навозе крупного рогатого скота содержится: азот — 0,45 %, фосфор — 0,23, калий — 0,50, кальций — 0,40, магний — 0,11% и другие питательные вещества. Лучшим является пере-

превший навоз. Кроме навоза крупного рогатого скота, для удобренной применяют конский, овечий, а также птичий помет.

Навоз и компост вносят в пруды небольшими кучами по береговой зоне, чаще перед заливом воды. Если на дне пруда песчаный грунт, то желательнее навоз или компост равномерно разбросать по всему ложу пруда. В выростные и нагульные пруды вносят до 30 т/га. Не следует употреблять высокие дозы навоза для прудов, неблагоприятных по газовому режиму.

Навозную жижу целесообразно вносить методом разбрызгивания по ложу водоёма перед заполнением его водой и многократно после заполнения из расчёта 0,5—1,5 т/га.

В практике прудового рыбоводства есть две формы зелёного удобрения прудов: первая — засев их ложа сельскохозяйственными культурами или травами при частичной уборке урожая и последующим заполнением прудов (такая форма чаще всего применяется на выростных прудах); вторая — применение скошенной на прудах подводной и надводной растительности, а также внесение зелёной растительности, заготовленной вне прудов (такая форма возможна во всех прудах летнего использования).

Многократное внесение зелёного удобрения в карповые пруды в количестве 3—6 т/га обеспечивает повышение естественной рыбопродуктивности на 150—200 кг/га.

В настоящее время широко внедрены в практику минеральные удобрения. В качестве азотных в водоёмы вносят аммиачную селитру, сульфат аммония, аммиачную воду, мочевины, карбонат аммония и др., в качестве фосфорных — суперфосфат простой и двойной, фосфоритную муку. Надо помнить, что применение минеральных удобрений эффективно только при определённых условиях. Прежде всего, реакция воды должна быть нейтральной или слабощелочной, рН грунта — не менее 6,0, зарастаемость жёсткой надводной растительностью — не выше 25—30 % площади зеркала пруда, проточность должна отсутствовать, в крайнем случае полный водообмен должен происходить не меньше чем за 15 сут. Если в прудах указанные условия не соблюдаются, то нет оснований рассчитывать на высокую эффективность действия удобрений.

Для нейтрализации кислой реакции воды и грунта и ускорения процессов минерализации органических веществ проводят известкование прудов. Для этой цели употребляют известняк, гашёную и негашёную известь. Наибольшей нейтрализующей способностью обладает негашёная известь. При почвенной кислотности рыбоводных прудов 4,0 для нейтрализации необходимо внести 2,0 т/га негашёной извести при pH 5,0 — 1,0 т/га и при pH 6,0 — 0,3 т/га. Норма гашёной извести и известняка соответственно увеличивается в 1,3 и 1,8 раза.

Потребность прудов в удобрениях определяют по-разному: с помощью биологических испытаний (используют тёмные и светлые склянки), гидрохимических исследований, способом визуального наблюдения за развитием фитопланктона. Если развитие фитопланктона в прудах низкое и прозрачность воды выше 0,5 м, то можно с большей уверенностью судить о потребности таких прудов в удобрениях. Норму внесения азотных и фосфорных удобрений находят из расчёта достижения концентрации азота до 2, фосфора — до 0,4—0,5 мг/л. В нерестовые пруды минеральные удобрения вносят по ложу незалитого пруда в количестве 50 кг аммиачной селитры и суперфосфата на 1 га, а также по воде в количестве 30—40 кг/га 2—3 раза с интервалом 2 сут.

Удобрять выростные пруды следует за 7—10 дней до зарыбления. Первые 2—3 порции азотно-фосфорного удобрения вносят с интервалом 5 дней, объём такой же, как и в нерестовые пруды. Последующие внесения производят через 10—12 дней из расчёта 25—35 кг удобрений обоих видов на 1 га. При снижении температуры воды до 12 °С внесение удобрений необходимо прекратить.

В нагульные пруды начинают вносить минеральные удобрения при повышении температуры воды до 12 °С. До начала «цветения» воды желательно их вносить 1 раз в неделю по 50 кг/га аммиачной селитры и суперфосфата. Во время «цветения» частота внесения удобрений снижается до 1 раза в 10—15 дней, а доза сокращается до 25 кг/га селитры и 10 кг/га суперфосфата. За месяц до облова нагульных прудов внесение удобрений необходимо прекратить.

Минеральные удобрения необходимо распределять равно-

мерно по зеркалу пруда. Для растворения каждых 10 кг аммиачной селитры или суперфосфата расходуют 60—70 л воды. Во время мероприятий используют лодки, удобрительные агрегаты, дождевальные машины и сельскохозяйственную авиацию.

Расчёт разовой дозы вносимых удобрений проводят по следующей формуле:

$$X = [\Gamma \cdot H (A - B) \cdot 1000] : P, \quad (24)$$

где X — разовая доза удобрений, кг;

Г — площадь пруда, га;

Н — средняя глубина пруда, м;

А, Б — рекомендуемая и фактическая концентрация биогенов в воде, мг/л;

1 000 — коэффициент перевода мг в кг;

Р — содержание биогенов в удобрении, %.

### П р и м е р

Необходимо рассчитать, сколько аммиачной селитры нужно внести в нагульный пруд, чтобы довести концентрацию азота до 2 мг/л, если его содержание в воде — 0,2 мг/л, площадь пруда — 55 га, средняя глубина — 0,8 м, содержание азота в селитре — 35 %. Подставляя в формулу (24) данные, получим

$$X = [55 \cdot 0,8 \cdot (2 - 0,2) \cdot 1000] : 35 = 2263 : 35 = 41 \text{ кг/га.}$$

Так же рассчитывают норму внесения фосфорных удобрений.

### *Эффективность внесения удобрений в рыбоводные пруды*

Внесение удобрений в рыбоводные пруды обеспечивает прирост рыбопродукции. Так, для получения 1 кг дополнительной рыбопродукции в выростных и нагульных прудах в среднем расходуются 30—60 кг органических и 2—5 кг минеральных удобрений.

Увеличение рыбопродуктивности прудов зависит от целого ряда факторов: температурных и почвенных условий, природной продуктивности, содержания органического вещества и биогенных элементов в воде и почве водоёма, плотности посадки рыбы и интенсивности её кормления. Для определения эффективности удобрения используют *удобрительный коэффициент* ( $K_y$ ), кото-

рый является суммарной затратой минеральных удобрений на 1 кг прироста рыбы. При использовании смешанного азотно-фосфорного удобрения  $K_y$  равен 1,0—1,5 для аммиачной селитры и 1,0—1,5 для суперфосфата, т. е. в сумме — 2,0—3,0.

При выращивании рыбы только на естественных кормах найти истинный показатель удобрительного коэффициента внесённых удобрений довольно просто. Когда же одновременно применяют и другие средства интенсификации (например, кормление рыбы), установить его трудно.

При расчёте сравнительной эффективности удобрений и кормления учитывают следующие показатели: естественную рыбопродуктивность, затраты удобрений и кормов за вегетационный период, общий выход рыбной продукции, плановый кормовой и удобрительный коэффициенты.

### П р и м е р

Необходимо определить долю продукции, полученной в результате проведения интенсификационных мероприятий.

Естественная рыбопродуктивность пруда — 240 кг/га. За вегетационный период в него внесено по 450 кг аммиачной селитры и суперфосфата и 1 900 кг комбикорма на 1 га. К осени получено рыбопродукции 1 200 кг/га.

Расчёты ведут следующим образом.

1. Определим объём рыбопродукции, полученной за счёт кормления и удобрения. Для этого из величины общей рыбопродуктивности вычтем естественную рыбопродуктивность:

$$1\ 200 - 240 = 960 \text{ кг/га.}$$

2. Найдём объём рыбопродукции, полученной за счёт кормления, при условии, что кормовой коэффициент использованного комбикорма равен 4:

$$1\ 900 : 4 = 475 \text{ кг/га.}$$

3. Рассчитаем прирост продукции за счёт внесённых в пруд удобрений при ориентировочном удобрительном коэффициенте 2,5:

$$900 : 2,5 = 360 \text{ кг/га.}$$

Таким образом, при принятых кормовом и удобрительном коэффициентах теоретически мы должны получить за счёт корм-

ления и удобрения 835 кг/га продукции (475 + 360), а фактически получили 960, т. е. на 125 кг больше. Разница объясняется, прежде всего, изменением естественной рыбопродуктивности пруда, а также возможным повышением эффективности кормления и удобрения.

В данном случае дополнительный прирост продукции (125 кг/га) пропорционально распределяют соответственно мероприятиям по интенсификации естественной рыбопродуктивности.

4. В общей расчётной продукции (1 200 кг/га – 125 кг/га = 1 075 кг/га) находим долю продукции, полученной в результате проведения каждого мероприятия (%):

а) по естественной рыбопродуктивности —  $(240 \cdot 100) : 1075 = 22,3 \%$ ;

б) по кормлению —  $(475 \cdot 100) : 1075 = 44,2 \%$ ;

в) по удобрению —  $(360 \cdot 100) : 1075 = 33,5 \%$ .

5. Определим дополнительный прирост продукции за счёт:

а) естественной рыбопродуктивности —  $(125 \cdot 22,3) : 100 = 27,9$  кг/га;

б) кормления —  $(125 \cdot 44,2) : 100 = 55,2$  кг/га;

в) удобрения —  $(125 \cdot 33,5) : 100 = 41,9$  кг/га.

6. Определим фактический прирост продукции за счёт:

а) естественной рыбопродуктивности —  $240 + 27,9 = 267,9$  кг/га;

б) кормления —  $475 + 55,2 = 530,2$  кг/га;

в) удобрения —  $360 + 41,9 = 401,9$  кг/га.

7. Найдём истинные показатели коэффициентов:

а) кормового —  $1\,900 : 530,2 = 3,6$ ;

б) удобрительного —  $900 : 401,9 = 2,2$ .

Рассчитав эти данные, а также зная стоимость комбикорма и удобрений, можно определить экономический эффект мероприятий по интенсификации.

### Контрольные вопросы и задания

1. Каким образом внесённые удобрения вызывают повышение естественной кормовой базы в прудах?

2. Какие условия определяют эффективность использования удобрений в прудах?

3. Назовите оптимальные нормы внесения в пруды азотно-фосфорных удобрений.
4. Укажите нормы внесения в пруды органических удобрений.
5. Каков принцип расчёта необходимого количества внесения в пруд удобрений?
6. Опишите технологию внесения минеральных и органических удобрений в пруды.
7. Каковы положительные и отрицательные стороны внесения органических удобрений?
8. Что такое удобрительный коэффициент?

### *Рекомендуемая литература*

*Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005. 108 с.

*Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.

*Козлов В. И., Никифоров-Никишин А. Л., Бородин А. Л.* Аквакультура. М., 2006. 444 с.

*Мамонтов Ю. П., Скляр В. Я., Стецко Н. В.* Прудовое рыбоводство. М., 2010. 215 с.

*Пономарев С. В., Лагуткина Л. Ю.* Фермерское рыбоводство. М., 2008. 346 с.

*Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство. М., 2004. 455 с.

*Серпунин Г. Г.* Искусственное воспроизводство рыб. Калининград, 2005. 142 с.

## **Лабораторная работа № 11**

### **ОБЛОВ ПРУДОВ И УЧЁТ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕГОЛЕТКОВ И ТОВАРНОЙ РЫБЫ**

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами облова выростных и нагульных прудов. Проанализировать результаты выращивания сеголетков и товарной рыбы.

**Задания.** Изучить содержание темы. Заполнить карточки учёта рыбоводных показателей по категориям прудов. Ответить на контрольные вопросы.

**Материалы и оборудование.** Таблицы, рисунки, макеты, счётная техника.

#### **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ**

Облавливать пруды лучше в пасмурные дни, во время похолоданий, когда подвижность рыб уменьшается. Оптимальная температура для облова — 4—10 °С, однако многое зависит от того, какие применяют орудия лова и технику. При более высокой температуре рыба слишком активна и потребляет кислорода значительно больше, чем в холодные дни. Проводить облов во время заморозков не рекомендуется, так как тонкая корка льда травмирует рыбу и её труднее извлекать из орудий лова. Следует установить определённую очерёдность облова рыбы разных возрастных групп. Вначале лучше выловить молодь, затем товарную рыбу и, наконец, производителей.

Облов рыбы включает несколько последовательных операций: концентрацию, извлечение из воды, сортировку, взвешивание, подсчёт поголовья и перевозку.

Основной документ рыбоводного хозяйства — прудовая книга. В ней содержатся сведения по всему водному фонду хозяйства, даётся биологическая характеристика каждого рыбоводного пруда, приводятся его морфометрические и рыбоводные показатели, отражаются все производственные процессы.

На племенных производителей заполняют карточки-паспорта (табл. 20). В них заносят данные о происхождении каждого производителя и результаты его ежегодной оценки. Составляются

также сведения о потомстве производителей (при парном нересте). Эти записи ведут и при гнездовом нересте, но указывают тогда номера обоих самцов. При групповом нересте, когда в один нерестовый пруд сажают более двух самок, таких записей не делают.

Таблица 20

Карточка-паспорт производителя № \_\_\_\_\_

Порода \_\_\_\_\_

Год рождения \_\_\_\_\_

Пол \_\_\_\_\_

Чешуйчатый покров \_\_\_\_\_

Год	Дата инвентаризации	Возраст, лет	Масса, г	Результаты промеров рыбы				Экстерьерные показатели		
				Длина тела, см	Длина головы, см	Наибольшая высота тела, см	Наибольшая ширина толщина тела, см	<i>VH</i>	<i>ВЛ</i>	<i>K<sub>y</sub></i>

*Примечание:* *VH* — индекс высокоспинности; *ВЛ* — индекс толщины; *K<sub>y</sub>* — коэффициент упитанности по Фультону.

В случае продажи хозяйством производителей на каждого из них выписывают паспорт со сведениями о полученном потомстве (если оно было). Это необходимо для проверки качества производителей в новых условиях.

На основании данных записей в прудовой книге по отдельным прудам составляют сводную ведомость движения рыбного стада по хозяйству в целом. Форма этой ведомости приведена в табл. 21.

В процессе работы, начиная с момента ввода хозяйства в эксплуатацию, заполняется дневник рыбовода, в котором подробно отмечаются метеорологические, технические, биологические, а также другие условия работы. На основании этого дневника составляется примерный календарь рыбоводных работ. Результаты тщательного анализа всех указанных документов используются для составления производственного плана хозяйства на следующую

щий год (табл. 22—24).

Таблица 21

Сводная ведомость движения рыбного стада в рыбоводном хозяйстве

Год	Порода	Возраст	Учёт рыбы в зимовальных прудах								
			Посажено		Выловлено		Отход		Продано		
			экз.	кг	экз.	кг	экз.	кг	экз.	кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	

Учёт рыбы в нагульных прудах								
Посажено на нагул		Выловлено из нагульных прудов		Отход, экз.	Продано		Посажено в садки	
экз.	кг	экз.	кг		экз.	кг	экз.	кг
12	13	14	15	16	17	18	19	20

Таблица 22

Формы учёта рыбоводных показателей по выростным прудам

Выростной пруд № \_\_\_\_\_

Название \_\_\_\_\_

Выстроен в \_\_\_\_\_ г.

Площадь по проекту \_\_\_\_\_ га

Год	Сведения о подготовке и заполнении пруда водой			Удобрение	
	вид работ по подготовке пруда	площадь, фактически залитая водой, га	средняя глубина, м	вид удобрения, дата и метод внесения	внесено, кг
1	2	3	4	5	6

Кормление		Разведение живого корма, вид животного и количество	Посадка рыбы		
вид корма	внесено, кг		дата	экз./га	масса, г

7	8	9	10	11	12	13

Окончание табл. 22

Естественная продуктивность, кг/га	Вылов рыбы				Отход, %
	дата	экз./га	масса, г	всего, кг	
13	14	15	16	17	18

Таблица 23

Формы учёта рыбоводных показателей по зимовальным прудам

Зимовальный пруд № \_\_\_\_\_  
 Название \_\_\_\_\_  
 Выстроен в \_\_\_\_\_ г.  
 Площадь по проекту \_\_\_\_\_ га

Год	Вид работ по подготовке пруда	Площадь пруда, га	Глубина наполнения водой, м
1	2	3	4

Условия зимовки				
Максимальная толщина льда, см	Водообмен, сут.		Содержание O <sub>2</sub> , мг/л	
	средний зимний	в критический период по содержанию кислорода	Среднее зимнее	Минимальное
5	6	7	8	9

Посадка и вылов рыбы (заполняется в два срока)									
Дата	Порода рыб	Рыбопосадочный материал (сеголетки)						Ремонт и производи- тели	
		Массой до 25 г		Массой свыше 25 г		Всего			
		Кол-во, шт.	Общий вес, кг	Кол-во, шт.	Общий вес, кг	Кол-во, шт.	Общий вес, кг	Кол-во, шт.	Общий вес, кг

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Окончание табл. 23

Отход, %		
Сеголетки массой до 25 г	Сеголетки массой свыше 25 г	Ремонт и производитель
20	21	22

Таблица 24

Формы учёта рыбоводных показателей по нагульным прудам

Нагульный пруд № \_\_\_\_\_

Название \_\_\_\_\_

Выстроен в \_\_\_\_\_ г.

Площадь по проекту \_\_\_\_\_ га

Год	Сведения о подготовке к заливанию пруда			Удобрение		Кормление	
	Вид работ по подготовке	Площадь, фактически залитая, га	Средняя глубина, м	Вид удобрения, дата внесения	кг	Вид корма	кг
1	2	3	4	5	6	7	8

Посадка рыбы					
Дата	Порода рыбы	Годовики		Мальки	
		Общее количество, экз.	Масса, кг	Общее количество, экз.	Средняя длина, мм
9	10	11	12	13	14

Вылов рыбы				Вылов дикой рыбы, кг
Двухлетки		Сеголетки		
общее кол-во, экз.	масса, кг	общее кол-во, экз.	масса, кг	

15	16	17	18	19

Окончание табл. 24

Общая масса выловленной рыбы, кг	Рыбопродуктивность, кг/га	Отходы, %	
		Годовиков	Мальков
20	21	22	23

### Контрольные вопросы и задания

1. Какие операции включает в себя процесс облова прудов?
2. Какие методы используют при облове рыбы в рыбоуловителях?
3. В чём заключается коллекторный метод облова прудов?
4. Что представляет собой рыбоуловитель для облова молоди в нерестовых прудах?
5. Перечислите пассивные и активные орудия лова рыбы.
6. Опишите устройство закидного равнокрылого невода.
7. Дайте характеристику ловушек.
8. Каков принцип действия электролова?
9. Как осуществляют сортировку рыбы?

### Рекомендуемая литература

*Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005. 108 с.

*Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.

*Козлов В. И., Никифоров-Никишин А. Л., Бородин А. Л.* Аквакультура. М., 2006. 444 с.

*Пономарев С. В., Лагуткина Л. Ю.* Фермерское рыбоводство. М., 2008. 346 с.

*Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство. М., 2004. 455 с.

## **Лабораторная работа №12 ПЕРЕВОЗКА ЖИВОЙ РЫБЫ И ИКРЫ**

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами перевозки живой рыбы и икры.

**Задания.** Изучить содержание темы, записать нормативные данные и зарисовать основные транспортные ёмкости для перевозки икры и молоди рыб. Решить предложенную задачу по перевозке живой рыбы и икры. Ответить на контрольные вопросы.

**Материалы и оборудование.** Рыбоводно-биологические нормы, таблицы, полиэтиленовый пакет, изотермические ящики и контейнер.

### **СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЗАНЯТИЙ**

Перевозка живой рыбы и икры осуществляется как внутри хозяйства, так и из одного хозяйства в другое.

Внутри хозяйства рыбу перевозят из нерестовых прудов в выростные, из выростных в зимовальные, а из зимовальных в различные пруды летнего использования. Межхозяйственные перевозки осуществляются с целью доставки на места разведения и акклиматизации икры, личинок, посадочного материала и производителей различных видов рыб, а также товарной рыбы к местам её потребления. Рыбу перевозят как в воде, так и без неё. Наиболее распространена транспортировка живой рыбы в воде. Продолжительность времени в пути и плотность посадки рыбы зависят от температуры воды и содержания в ней кислорода. В летнее время теплолюбивых рыб перевозят при температуре воды 10—12 °С, а холодолюбивых — 5—8 °С, осенью и весной — соответственно при температуре 4—6 и 3—5 °С.

В зависимости от возраста и видимой принадлежности рыба потребляет в единицу времени на единицу массы различное количество кислорода (табл. 25). Поэтому при перевозке живой рыбы важным фактором является соотношение между массой рыбы и объёмом воды.

Таблица 25

Потребление кислорода рыбой при различной температуре воды,  
 мг/кг живой массы в 1 ч

Рыба	Температура воды, °С					
	5	10	15	20	25	30
Толстолобик белый	27	60	89	151	199	210
Толстолобик пёстрый	26	60	81	132	185	205
Белый амур	25	57	79	130	179	195
Карп	20	65	107	—	148	154
Карась	33	—	50	—	100	115

А. И. Исаев рекомендует следующие соотношения при определённой продолжительности перевозки в ёмкостях без принудительной аэрации (табл. 26).

Таблица 26

Количество воды, необходимое при перевозке рыбы в расчёте  
 на 1 кг её массы, л

Продолжительность перевозки, ч	Карп		Толстолобик		Карась	Щука	Стерлядь	Форель
	сеголетки и годовики	двухлетки и старше	сеголетки и годовики	двухлетки и старше				
До 2	5	3	7	3	2	4	6	8
3–4	6	4	8	4	3	5	7	9
5–6	7	5	9	5	4	6	8	10
7–8	8	6	11	6	5	7	10	12
9–10	10	7	14	7	5	9	12	15
11–15	13	10	17	10	8	12	15	18
16–20	15	12	21	12	10	14	18	23
21–24	20	15	26	15	12	18	23	28
Свыше 24	25	20	32	20	15	23	28	35

При перевозке в ёмкостях, где предусмотрена аэрация или обогащение воды кислородом, плотность посадки значительно выше.

Рыбу перевозят автомобильным, железнодорожным, водным и воздушным транспортом, используя для этого брезентовые чаны, молочные бидоны, полиэтиленовые пакеты и др., а также специализированные живорыбные машины, вагоны и баржи.

В полиэтиленовых пакетах ёмкостью около 40 л, заполненных водой и кислородом (1 : 2), можно перевозить в течение 1 сут 50—100 тыс. личинок карпа и до 50 тыс. личинок растительноядных рыб, а подрощенных мальков — до 15 тыс. экз. (рис. 43). Внутри хозяйства молодь перемещают в молочных бидонах или 40-литровых полиэтиленовых пакетах без кислорода; допускается держать её в этих ёмкостях в течение 2 ч при плотности посадки личинок карпа до 200 тыс. экз., растительноядных — до 100 тыс., а подрощенных мальков — 8—16 тыс. экз.



Рис. 43. Пакет из полиэтилена для перевозки рыбы

В живорыбных вагонах с баками ёмкостью 31 м<sup>3</sup>, в которых происходит механическая аэрация воды, можно перевозить в период свыше 2 сут до 1 000 кг сеголетков карпа и до 800 кг сеголетков растительноядных рыб. Посадка производителей и ремонтного поголовья рыбы указанных видов примерно такая же.

Специализированные автомашины «Живая рыба» (ёмкость цистерн — 3 м<sup>3</sup>) дают возможность перевозить в течение 12 ч 200 кг сеголетков карпа, пеляди, до 150 кг сеголетков растительноядных рыб. При перевозке в течение 12 ч сажают до 300 кг производителей и до 150 кг пеляди. Товарную рыбу (карпа, толстолобика, амура) перевозят в автомашине при плотности 800—1 000 кг, если продолжительность пути не более 3 ч.

Водным транспортом на дальние расстояния рыбу возят в специальных прорезях (соймах), которые представляют собой плавучие садки. В сойме ёмкостью 10 м<sup>3</sup> перевозят до 1 т живой рыбы.

В настоящее время для транспортировки живой рыбы широко используют авиацию (самолёты и вертолёты). Её помещают в водную среду (чаще в полиэтиленовых пакетах) или везут без воды в ящиках и чемоданах, сделанных из различного материала

(фанеры, жести и др.). В пути рыбу постоянно орошают охлаждённой водой. При температуре окружающей среды 5—10 °С сеголетков и годовиков карпа можно перевозить в течение 2 ч, а производителей — 3 ч.

В рыбоводстве практикуется перевозка не только живой рыбы, но и оплодотворённой икры, для чего используют изотермическую тару. Она представляет собой ящик из пенопласта или полистирола, в который укладывают рамки, изготовленные из такого же материала или из дерева, обтянутые марлей. Икру раскладывают на марлевую салфетку, помещённую на рамку, вокруг которой раскладывают лёд. Лёд поддерживает температуру внутри ящика на уровне 1—4 °С, а также создаёт влажную среду. В пенопластовом ящике (55 × 45 × 50 см) можно перевезти 500 тыс. икринок пеляди, 300 тыс. — форели и 1,5 млн — щуки. Оплодотворённую икру лучше транспортировать в начале эмбрионального развития (до 7 дней) и в конце (в период появления у подвижных эмбрионов пигментированных глаз). Чаще перевозят икру рыб, у которых продолжительный период эмбрионального развития (например, лососёвых). Икру карповых перевозят очень редко, для этого используют ёмкости с водой, в которых оплодотворённая икра находится на субстрате при температуре воды 8—10 °С. Икра карповых благополучно выдерживает транспортировку в течение 1—2 сут, а икра лососёвых — 5—10 дней и более.

### ***Расчёты по перевозке живой рыбы***

При перевозке живой рыбы в ёмкостях, где не предусмотрена аэрация воды, необходимо рассчитать, сколько потребуется воды на конкретный период при определённой массе рыбы. Для этого можно использовать данные табл. 26.

#### **П р и м е р**

Хозяйство закупило 25 тыс. годовиков карпа средней массой 26 г, 10 тыс. годовиков форели средней массой 18 г и 70 экз. карпов-производителей средней массой 5 кг. Перевозка рыбы будет осуществлена на автомашине «Живая рыба» в цистернах ёмкостью 3 м<sup>3</sup> (3 000 л), продолжительность — 8 ч.

Рассчитать, сколько необходимо сделать рейсов.

1. Найдём общую массу перевозимой рыбы:

а) годовики карпа —  $25\,000 \text{ экз.} \cdot 26 \text{ г} = 650 \text{ кг}$ ;

б) годовики форели —  $10\,000 \text{ экз.} \cdot 18 \text{ г} = 180 \text{ кг}$ ;

в) карпы-производители —  $70 \text{ экз.} \cdot 5 \text{ кг} = 350 \text{ кг}$ .

2. Определим, какое количество воды потребуется для перевозки рыбы. Для этого найдём в табл. 26 показатель объёма воды (л), потребной на 1 кг массы рыбы при 8-часовой перевозке, и умножим его на общую массу рыбы (кг):

а) для годовиков карпа —  $650 \cdot 8 = 5\,200 \text{ кг}$ ;

б) для годовиков форели —  $180 \cdot 12 = 2\,160 \text{ кг}$ ;

в) для карпов-производителей —  $350 \cdot 6 = 2\,100 \text{ кг}$ .

3. Суммируем массу рыбы и воды (кг):

а) для годовиков карпа —  $5\,200 + 650 = 5\,850 \text{ кг}$ ;

б) для годовиков форели —  $2\,160 + 180 = 2\,340 \text{ кг}$ ;

в) для карпов-производителей —  $2\,100 + 350 = 2\,450 \text{ кг}$ .

4. Рассчитаем необходимое количество рейсов для перевозки:

а) годовиков карпа —  $5\,850 : 3\,000 = 2$ ;

б) годовиков форели —  $2\,340 : 3\,000 = 1$ ;

в) карпов-производителей —  $2\,450 : 3\,000 = 1$ .

Итого 4 рейса.

Таким образом, при указанных условиях следует запланировать 4 рейса автомашины «Живая рыба».

### Контрольные вопросы и задания

1. Каковы ветеринарные требования, предъявляемые при перевозке живой рыбы?

2. Каковы соотношение воды и рыбы при перевозке и факторы, влияющие на перевозку рыбы?

3. Какие анестезирующие вещества используют при перевозке рыбы?

4. Перечислите ёмкости, используемые для перевозки рыбы.

5. Какие транспортные средства применяются для перевозки рыбы?

6. Как используются полиэтиленовые пакеты для перевозки рыбы?

7. Опишите железнодорожный метод перевозки рыбы.
8. Каковы методы перевозки живой икры и спермы?
9. Назовите факторы, влияющие на условия перевозки половых продуктов.

### **Рекомендуемая литература**

*Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005. 108 с.

*Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.

*Козлов В. И., Никифоров-Никишин А. Л., Бородин А. Л.* Аквакультура. М., 2006. 444 с.

*Пономарев С. В., Лагуткина Л. Ю.* Фермерское рыбоводство. М., 2008. 346 с.

*Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство. М., 2004. 455 с.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

*Власов В. А., Привезенцев Ю. А., Завьялов А. П.* Практикум по рыбоводству. М., 2005. 108 с.

*Ворошилина З. П., Саковская В. Г., Хрусталева Е. И.* Товарное рыбоводство: практикум. Калининград, 2005. 275 с.

*Козлов В. И., Никифоров-Никишин А. Л., Бородин А. Л.* Аквакультура. М., 2006. 444 с.

*Привезенцев Ю. А.* Практикум по прудовому рыбоводству. М., 1982. 208 с.

*Привезенцев Ю. А., Власов В. А.* Рыбоводство. М., 2004. 455 с.

### *Дополнительная*

*Богерук А. К.* Породы радужной форели. М., 2006. 316 с.

*Иванов А. П.* Рыбоводство в естественных водоёмах. М., 1988. 367 с.

*Канаев А. И.* Ветеринарная санитария в рыбоводстве. М., 1976. 280 с.

*Кирпичников В. С.* Генетика и селекция рыб. Л., 1987. 520 с.

*Козлов В. И.* Справочник фермера-рыбовода. М., 1998. 427 с.

*Мамонтов Ю. П., Скляр В. Я., Стецко Н. В.* Прудовое рыбоводство. М., 2010. 215 с.

*Мартышев Ф. Г.* Прудовое рыбоводство. М., 1973. 375 с.

*Москул Г. А.* Приусадебное и фермерское рыбоводство. Краснодар, 1998. 145 с.

*Москул Н. Г.* Лабораторный практикум по экологии рыб. Краснодар, 2007. 75 с.

*Пономарев С. В., Лагуткина Л. Ю.* Фермерское рыбоводство. М., 2008. 346 с.

*Привезенцев Ю. А.* Интенсивное рыбоводство. М., 1991. 368 с.

Руководство по биотехнике разведения и выращивания растительноядных рыб / под ред. В. К. Виноградова. М., 1970. 72 с.

*Серпунин Г. Г.* Искусственное воспроизводство рыб. Калининград, 2005. 142 с.

*Скляр В. Я.* Корма и кормление рыб в аквакультуре. М., 2008. 149 с.

*Скляр В. Я., Гамыгин Е. А., Рыжков Л. П.* Кормление рыб. М., 1985. 333 с.

*Чебанов М. С., Галич Е. В., Чмырь Ю. Н.* Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М., 2004. 136 с.

*Ходячий Н. П., Москул Г. А., Никитина Н. К.* Рыбоводство в водоёмах Кубани. Краснодар, 1982. 92 с.

**Биологические нормы выращивания и содержания карпа  
и растительноядных рыб (КрасНИИРХ, 1987)**

Наименование нормы	Показатель
1	2
Плотность посадки ремонтного поголовья в летне-ремонтные пруды в поликультуре с карпом, экз./га:	
личинки:	
карпа	40 000
белого амура	3 000
пёстрого толстолобика	9 500
белого толстолобика	25 500
подрощенных до 25 мг личинок:	
карпа	30 000
белого амура	1 700
пёстрого толстолобика	5 000
белого толстолобика	13 500
годовиков:	
карпа	1 400
белого амура	90
пёстрого толстолобика	190
белого толстолобика	440
двухгодовиков:	
карпа	600
белого амура	70
пёстрого толстолобика	100
белого толстолобика	250
трёхгодового:	
карпа	400
белого амура	50
пёстрого толстолобика	170
белого толстолобика	190
четырёхгодовиков:	
карпа	250
белого амура	50
пёстрого толстолобика	50
белого толстолобика	150
пятигодовиков:	
карпа	250

1	2
белого амура	50
пёстрого толстолобика	50
белого толстолобика	50
Выживаемость ремонтного поголовья в ремонтно-маточных прудах, %:	
карп:	
сеголеток от неподращенных личинок	40
сеголеток от подрощенных до 25 мг личинок	65
годовиков	85
двухлеток	90
двухгодовиков	90
трёхлеток	90
трёх годового и старших возрастных групп	95
растительнаяядные рыбы:	
сеголеток от неподращенных личинок	40
сеголеток от подрощенных до 25 мг личинок	75
годовиков	85
двухлеток	85
двухгодовиков	90
трёхлеток	90
трёх годового и старших возрастных групп	95
Отбор ремонта, %:	
карп:	
сеголеток или годовиков	50
двухлеток	75
двухгодовиков и трёхлеток	90
растительнаяядные рыбы:	
сеголеток	50
двухлеток	90
двухгодовиков и трёхлеток	90
трёх годового и четырёхлеток	95
самок и самцов	95
четырёхгодовиков самок	95
четырёхгодовиков самцов	40
пятiletок самок и самцов	95
пятигодовиков самок и самцов	75
шестiletок самок	95
шестигодовиков самок	75

Продолжение прил. 1

1	2
Масса ремонта сеголеток, г:	
карпа	90
белого амура	80
пёстрого толстолобика	80
белого толстолобика	80
Масса ремонта двухлеток, кг:	
карпа	1,30
белого амура	1,35
пёстрого толстолобика	1,35
белого толстолобика	0,85
Масса ремонта, кг:	
карпа	2,60
белого амура	3,0
пёстрого толстолобика	3,0
белого толстолобика	2,0
Масса ремонта, кг:	
карпа самок	3,80
белого амура	5,0
пёстрого толстолобика	5,0
белого толстолобика	3,0
Масса ремонта пятилеток, кг:	
карпа самок	5,0
белого амура	7,0
пёстрого толстолобика	7,0
белого толстолобика	4,0
Плотность посадки производителей в летне-маточные пруды в поликультуре с карпом, экз./га:	
карп:	
самки	200
самцы	300
белый амур:	
самки	10
самцы	10
пёстрый толстолобик:	
самки	30
самцы	50
белый толстолобик:	
самки	80
самцы	120

## Окончание прил. 1

1	2
Прирост производителей в летне-маточных прудах, кг:	
карп:	
самки	1,2
самцы	1,0
белый амур:	
самки	1,5
самцы	1,0
пёстрый толстолобик:	
самки	1,5
самцы	1,0
белый толстолобик:	
самки	1,3
самцы	0,8
Плотность посадки сеголеток в зимне-ремонтные пруды, тыс. экз./га	250
Плотность посадки производителей в зимовалы, экз./га	1 000
Плотность посадки ремонтного поголовья в зимовалы, т/га	15
Уменьшение средней массы ремонтного поголовья за период зимовки, %:	
сеголеток	15
двухлеток	10
старшие группы ремонта	6,0

**Рыбоводные нормы при выращивании сеголеток карпа  
и растительноядных рыб (КрасНИИРХ, 1987)**

Наименование нормы	Показатель
<i>1</i>	<i>2</i>
Естественная рыбопродуктивность карпа для средних по плодородию почв (подзолистые, выщелоченные чернозёмы и др.), кг/га	240
Расход минеральных удобрений за сезон, кг/га: суперфосфат аммиачная селитра	100–300 150–300
Естественная рыбопродуктивность карпа при применении минеральных удобрений с учётом исходной для средних по плодородию почв, кг/га	400
Поправочный коэффициент на естественную рыбопродуктивность: для малопродуктивных почв: галечниковых торфянистых песчаных и солончаковых для высокопродуктивных почв: чернозёмов и др.	0,4 0,5 0,5  1,2
Общая средняя рыбопродуктивность выростных прудов (посадка карпа — III декада мая — I декада июня, растительноядных — III декада июня — I декада июля) всего, кг/га: в том числе карпа белого толстолобика пёстрого толстолобика белого амура	2 385 1 320 825 150 90
Плотность посадки неподращенных личинок, тыс. экз./га: карпа белого толстолобика пёстрого толстолобика белого амура	125 110 20 10
Выживаемость сеголеток от посадки неподращенных личинок, %: карпа растительноядных	35 30

<i>1</i>	<i>2</i>
Штучный выход сеголеток, тыс. экз./га:	
карпа	44
белого толстолобика	33
пёстрого толстолобика	6
белого амура	3
Средняя масса сеголеток, г:	
карпа	30
белого толстолобика	25
пёстрого толстолобика	25
белого амура	30
Общая средняя рыбопродуктивность выростных прудов при зарыблении (каarp — II декада мая, растительнойядные — I—II декады июня) всего, кг/га:	3 480
в том числе карпа	1 680
белого толстолобика	1 125
пёстрого толстолобика	450
белого амура	225
Плотность посадки подрощенных личинок и мальков, тыс. экз./га:	
карпа	80
белого толстолобика	50
пёстрого толстолобика	20
белого амура	10
Выживаемость сеголеток от посадки подрощенных личинок и мальков, %:	
карпа	70
растительнойядных	75
Средняя масса сеголеток, г	30

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Биологическая и хозяйственная характеристика основных рыб, разводимых и выращиваемых в товарных рыбоводных хозяйствах .....	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Типы прудовых хозяйств, категории рыбоводных прудов, их назначение и особенности .....	24
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Естественное и искусственное размножение прудовых рыб .....	39
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Эмбриональный, личиночный и мальковый периоды развития карпа .....	46
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5. Эмбриональный, личиночный и мальковый периоды развития растительноядных рыб ..	56
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6. Выращивание рыбы в выростных и нагульных прудах .....	69
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7. Зимовка карпа и растительноядных рыб .....	78
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 8. Племенная работа в рыбоводстве .....	87
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9. Кормление карпа .....	102
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10. Удобрение рыбоводных прудов .....	128
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 11. Облов прудов и учёт результатов выращивания сеголеток и товарной рыбы .....	135
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 12. перевозка живой рыбы и икры .....	141
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	147
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	149

*Учебное издание*

П а ш и н о в а Наталья Георгиевна  
М о с к у л Георгий Алексеевич

## ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО

Лабораторный практикум

---

Подписано в печать 30.01.2014. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Гарнитура «Таймс». Печать цифровая. Уч.-изд. л. 9,8.  
Тираж 100 экз. Заказ №\_\_\_\_\_.

Кубанский государственный университет  
350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.

Издательско-полиграфический центр КубГУ  
350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149.

