

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**Е. И. Хрусталев, А. Б. Дельмухаметов**

## **ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО (МАГИСТЕРСКИЙ КУРС)**

Учебно-методическое пособие по лабораторным работам для студентов,  
обучающихся в магистратуре по направлению подготовки  
35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура

Калининград  
2023

Рецензент

кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры ФБОУ ВО «КГТУ» Е.А. Масюткина

**Хрусталеv, Е. И.**

Товарное рыбоводство (магистерский курс): учеб.-методич. пособие по выполнению лабораторных работ для студ. магистратуры по напр. подгот. 35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура / Е. И. Хрусталеv, А. Б. Дельмухаметов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 22 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по проведению цикла лабораторных работ по дисциплине «Товарное рыбоводство (магистерский курс)». Представлены учебно-методические материалы по выполнению лабораторных работ, включающие подробный план по каждой изучаемой теме, контрольные вопросы, список рекомендованной литературы.

Табл. 1, список лит. – 5 наименований

Локальный электронный методический материал. Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ. Рекомендовано к использованию в учебном процессе методической комиссией института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 11 мая 2023 г., протокол № 13

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....  | 4  |
| Лабораторная работа № 1 БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБ - ОБЪЕКТОВ ТОВАРНОГО РЫБОВОДСТВА ..... | 8  |
| Лабораторная работа № 2 КОМБИКОРМА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТОВАРНОМ РЫБОВОДСТВЕ .....                                    | 9  |
| Лабораторная работа № 3 ВЫРАЩИВАНИЕ КЛАРИЕВОГО СОМА В УЗВ.....  | 9  |
| Лабораторная работа № 4 СТРУКТУРА ПОЛНОСИСТЕМНОГО И НЕПОЛНОСИСТЕМНОГО ФОРЕЛЕВОГО ХОЗЯЙСТВА.....                 | 12 |
| Лабораторная работа № 5 ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ.  | 15 |
| Лабораторная работа № 6 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ УГРЯ .....                           | 17 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....  | 20 |
| СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....  | 21 |

## ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие разработано для направления подготовки 35.04.07 Водные биоресурсы и аквакультура (для очной формы обучения) по дисциплине «Товарное рыбоводство (магистерский курс)», входящей в блок 1 части, формируемой участниками образовательных отношений.

Целью освоения дисциплины «Товарное рыбоводство (магистерский курс)» является формирование знаний, умений и навыков по эффективным технологическим решениям в товарном рыбоводстве; оценке адаптационных возможностей выращиваемых рыб при неординарных технических и биотехнических решениях, когда в конкретных условиях возможно существенное возрастание эффективности рыбоводных процессов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

структуру рыбоводных хозяйств; особенности формирования и оптимизации абиотических и биотических условий выращивания рыбы в рыбоводных системах, относящихся к различным направлениям товарного рыбоводства;

технические решения, оптимизирующие производственные процессы и улучшающие условия содержания рыб;

традиционные усовершенствованные и новые технологические решения в товарном рыбоводстве;

биологическую потенцию освоенных и перспективных объектов товарного рыбоводства;

методы анализа, статистической обработки данных о выращивании рыб и оценки экономической эффективности рыбоводных процессов;

### **Уметь:**

формировать структуру рыбоводных хозяйств, относящихся к различным направлениям товарного рыбоводства; применять на практике и совершенствовать биотехнику выращивания различных объектов товарного рыбоводства;

пользоваться оборудованием, инвентарем, иными техническими средствами и проводить работы по их усовершенствованию и созданию новых конструкций;

планировать и проводить экспериментальные работы;

анализировать экспериментальные и производственные данные и выбирать наиболее оптимальные технологические решения;

### **Владеть:**

навыками выполнения работы в области производственной, научно-исследовательской и проектной деятельности, разработки технологической карты рыбоводных предприятий, навыками разработки рыбоводно-биологических обоснований разведения и выращивания рыбы в товарных рыбоводных хозяйствах, навыками оценки эффективности технологических схем выращивания товарной рыбы.

При изучении дисциплины используются компетенции, базовые знания, умения и навыки, полученные в процессе освоения следующих дисциплин об-

разовательной программы бакалавриата: «Биологические основы рыбоводство», «Товарное рыбоводство».

При преподавании дисциплины используются достижения науки и практики, передовой отечественный и зарубежный опыт в области товарного выращивания рыб.

Дисциплина «Товарное рыбоводство (магистерский курс)» формирует компетенции, используемые студентами в дальнейшей профессиональной деятельности, а также является базой при изучении таких дисциплин как: «Выращивание гидробионтов в УЗВ», «Индустриальное рыбоводство», а также при обучении в аспирантуре и в профессиональной деятельности.

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется через систему тестирования. Тестовые задания используются для оценки освоения всех тем дисциплины студентами очной и заочной формы обучения. Тесты сформированы на основе материалов лекций и вопросов рассмотренных в рамках лабораторных занятий. Тестирование обучающихся проводится на лабораторных занятиях (в течение 10-15 минут, в зависимости от уровня сложности материала) после рассмотрения на лекциях соответствующих тем. Тестирование проводится с помощью компьютерной программы Indigo (база тестов располагается на сервере кафедры).

Положительная оценка («отлично», «хорошо» или «удовлетворительно») выставляется программой автоматически, в зависимости от количества правильных ответов.

Градация оценок:

- «отлично» - свыше 85 %

- «хорошо» - более 75%, но не выше 85%

- «удовлетворительно» - свыше 65%, но не более 75%

Промежуточная аттестация по дисциплине предусмотрена в виде:

очная форма, второй семестр – экзамен;

Условием допуска студента к экзамену является прохождение тестов на оценку не ниже удовлетворительно, выполнение всех лабораторных работ и их успешная защита.

Система оценивания результатов обучения при промежуточной аттестации включает в себя системы оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» (таблица).

Таблица – Система оценок и критерии выставления оценки

| Критерий   | Оценка  |   |   |   |
|--|---|---|---|---|
|  | «неудовлетворительно»   | «удовлетворительно»   | «хорошо»  | «отлично»   |
| Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов    | Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой) | Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект | Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект   | Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект   |
| Работа с информацией   | Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи                           | Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи                             | Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи   | Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи  |
| Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта       | Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений              | В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации                | В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные данные | В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи |
| Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач | В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки                 | В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом                 | В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма                              | Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи  |

Учебно-методическое пособие состоит из:

введения, где указаны: шифр, наименование направления подготовки (специальности); дисциплина учебного плана, для изучения которой оно предназначено; цель и планируемые результаты освоения дисциплины; место дисциплины в структуре ОПОП ВО; виды текущего контроля, последовательности его проведения, критерии и нормы оценки (отметки); форма проведения промежуточной аттестации; условия допуска к экзамену, критерии и нормы оценки (текущей и промежуточной аттестации);

основной части, которая содержит методические рекомендации к каждой лабораторной работе;

заключения;

списка рекомендованных источников.

## **Лабораторная работа № 1 БИОЛОГИЧЕСКАЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБ - ОБЪЕКТОВ ТОВАРНОГО РЫБОВОДСТВА**

**Цель работы.** Изучить биологические особенности и хозяйственные характеристики рыб основных объектов товарного рыбоводства.

**Материал и оборудование.** Набор различных разводимых и выращиваемых видов рыб (фиксированный материал), музейные экспонаты рыб, учебники по товарному рыбоводству, справочная литература, таблицы.

**Задание.** Составить сводную таблицу, в которой отразить основные сведения по биологии объектов рыбоводства в следующей последовательности – русское и латинское название, основные систематические признаки, географическое распространение (ареал) и места акклиматизации; характер питания, возраст полового созревания, плодовитость (абсолютная, относительная, рабочая), диаметр икры; условия нереста (субстрат, температура воды, содержание кислорода и др.); продолжительность эмбриогенеза в сутках или градусо-днях, методы получения потомства в условиях рыбоводных хозяйств (естественный нерест производителей в прудах, заводской, отлов молоди в естественных водоемах, комбинированный); выращивание в условиях прудовых, озерных и других хозяйств в монокультуре, в качестве добавочных рыб или поликультуре; рыбоводно-технологические нормативы (возраст, масса посадочного материала и товарной продукции).

### **Рекомендации по выполнению лабораторной работы:**

1. Составить таблицу о биологической и хозяйственной характеристиках объектов товарного рыбоводства.
2. Отметить основные параметры, учитываемые в период размножения объектов рыбоводства (показатели плодовитости, время нереста, температура воды и др.).

### **Контрольные вопросы:**

1. Характер питания выращиваемых рыб.
2. Сроки полового созревания и тип икрометания рыб.
3. Какими методами получают и выращивают потомство этих рыб?
4. Назовите нормативы массы и возраста товарной продукции по видам выращиваемых рыб.



## Лабораторная работа № 2 КОМБИКОРМА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ТОВАРНОМ РЫБОВОДСТВЕ

**Материал и оборудование.** Набор различных комбикормов в рассыпном или гранулированном виде для рыб – объектов товарного рыбоводства; кормовые таблицы.

### **Задания:**

1. Ознакомиться с рецептами и качественной характеристикой комбикормов для кормления рыб разных видов и возрастов в прудах и промышленных условиях.

1.1. Выписать рецепты комбикормов для рыб разных видов, возрастов и условий выращивания.

1.2. Выписать и сравнить данные по качественной характеристике различных комбикормов.

2. Рассчитать показатели питательной ценности комбикормов (состав основных питательных веществ, белковое отношение, кормовой коэффициент, энергетическую ценность, энергопротеиновое отношение). Сравнить их с показателями качества комбикормов (на примере двух комбикормов). Рассчитать количество комбикормов на определенный период времени для конкретного вида и возраста рыб по заданию преподавателя.

### **Контрольные вопросы:**

1. Назовите рецепты комбикормов для кормления рыб в промышленных условиях, стартовые и продукционные корма.

2. Какие комбикорма используются для кормления карпа в прудах?

3. Дайте качественную характеристику комбикормов. Как определить эти показатели качества комбикорма?

## Лабораторная работа № 3 ВЫРАЩИВАНИЕ КЛАРИЕВОГО СОМА В УЗВ

**Цель работы:** Ознакомиться с перспективными видами выращивания представителей отряда сомообразных в УЗВ.

### **Задания:**

1. Изучить основные этапы выращивания клариевого сома в УЗВ.

2. Описать отличительные признаки самок и самцов клариевого сома.

К семейству клариевых сомов (*Clariidae*) относятся рыбы с голой кожей, тело которых обычно вытянуто, почти угреобразной формы. Анальный и спинной плавники очень длинные, доходят до хвостового, жирового плавника нет. Плоская голова несет 4 пары усов. Клариевые сомы распространены широко: они встречаются во всей Африке, включая водоемы Сахары, в бассейне реки Иордан, в Южной Азии, на Мадагаскаре, Малайском архипелаге и Филиппинских островах. Многие виды населяют временные, пересыхающие в сухой сезон озера и речки. Столь широкое распространение объясняется хорошим при-

способлением к неблагоприятным для других рыб условиям. Этому способствует их голая слизистая кожа, облегчающая газообмен с воздухом. У броняков и затылкоперых сомов отмечено кишечное дыхание, когда рыба заглатывает воздух и газообмен осуществляется стенками кишечника. Приспособление клариевых сомов более совершенно: у них развивается специальный орган для дыхания атмосферным кислородом. От жаберной полости отходит древовидно разветвленный наджаберный орган, стенки которого пронизаны множеством кровеносных сосудов и имеют очень большую поверхность. Иными словами, это настоящее легкое, заменяющее жабры, когда рыба находится вне воды.

Оптимальной средой обитания африканского сома является вода с рН 6,5–8,0 и температурой 25–30°C, но также хорошо он переносит температуру 12–18°C, устойчив к ее перепадам, переносит уровень соли в воде до 10 ‰. Данный вид достаточно всеяден: он может питаться водяными жуками, моллюсками, рыбой, растительной пищей и даже отбросами органического происхождения, но в природных условиях является главным образом хищником. Достигает возраста икрометания (половой зрелости) через 1–1,5 г, его вес в это время составляет 400–500 г, а длина – около 300–400 мм. В длину представители этого вида достигают 170 см и веса 60 кг. Живут около 8 лет.

**Содержание производителей.** Стадо производителей надо комплектовать из рыб, имеющих наибольший темп роста. У самок половая зрелость наступает после 6–7 мес. Лучшие результаты размножения – у самок в возрасте 1,5–2 года. Хорошо развитые и полноценные гонады формируются у самцов после 1,5–2 лет. Производителей кормят хорошо сбалансированными кормами с содержанием белка не менее 35–38 %, суточный рацион составляет 1–1,5 % биомассы. Нерест клариевого сома:

- стимуляция получения половых продуктов производится с помощью гормональной инъекции;
- самок перед инъекцией нужно распределить по отдельным бассейнам или аквариумам;
- за 1–2 дня до запланированного нереста рыб не кормят;
- гипофиз используется для однократной инъекции (4–4,5 мг/кг массы тела самки).

Икру получаем от каждой самки отдельно, нормальная масса икры составляет 10–20% массы тела самки. Молоки получаем из гонад убитых самцов (активность сперматозоидов – 24 ч при температуре 4 °С). Самок после взятия икры следует погрузить в раствор KMnO<sub>4</sub> (0,5 г/100 л воды) на 1 ч. Полученную икру от каждой самки отдельно следует разделить на порции по 200–300 г и добавить 2–3 мл молок, полученных от 2–3 самцов.

Оптимальная температура для овуляции икры 25–26 °С и наступает после 10–12 ч после инъекции гипофиза. Для активизации оплодотворения добавляется вода, перемешивается в течение 3–5 мин. После оплодотворения необходимо промыть икру в растворе танина (7–10 г/10 л воды) в течение 20–30 с для обесклеивания. Обесклеенная икра инкубируется в аппаратах Вейса или в лот-

ках на рамках, обшитых сеткой с ячейками по 0,5 мм. Необходимо располагать икру тонким слоем. Выклев личинки происходит при температуре 25–27 °С через 23–27 ч. Расход воды в аппаратах Вейса – 2–3 л/мин. Расход воды в лотках – 5–10 л/мин.

**Выдерживание личинок до рассасывания желточного мешка** происходит в круглых бассейнах или лотках. После 2 сут. содержания личинку необходимо переместить лотки. В этот период личинок содержат в темноте. Очистка: на 2–3-й день после рассасывания у сомов желточного мешка следует убрать со дна заплесневевшую икру. Признаком рассасывания желточного мешка является активное движение личинок. На 1-м этапе выращивания личинок продолжается 2–3 недели, к моменту перехода рыб на дыхание атмосферным кислородом вес 400–500 мг. Плотность посадки 50–150 шт./л. Расход воды – уровень кислорода (50–70 % насыщенности). Обмен воды в бассейне 1–2 раза/ч. Бассейны или лотки объемом до 1000 л, глубиной 50–60 см. Условия освещения – полумрак. Первые 2–4 дня личинок кормили живой, декапсулированной артемией или трубочником (*Tubifex*), после 4–5 дней можно постепенно переходить к кормлению сухими стартовыми кормами:

- сухие корма должны содержать не менее 50–55 % белка и не более 14 % жира;
- после двух недель выращивания следует плотность посадки рыбы до 20–50 шт./л;
- дневной рацион корма должен составлять 12–15 % биомассы рыб;
- кормление рыб возможно ручным или автоматическим (автоматическая кормушка) способом.

Каннибализм – частое явление у африканского сома, проявляется уже после нескольких дней выращивания. На 3-й неделе выращивания необходимо провести сортировку личинок – средняя масса рыб 300–500 мг. Сортировка – действие, вызывающее огромный стресс для личинок, ее нужно проводить очень аккуратно. Цикл выращивания мальков длится 3–5 недель. Продолжительность его зависит от организации производства. Выращивание мальков начинаем с наполнения бассейнов отсортированных выращенных личинок удельной массой 300–500 мг. Мальков сома на данном этапе выращивают до массы 30 г.

Выращивание рыбопосадочного материала клариевого сома продолжается от 50 до 60 дней. Рыбу выращивают до средней массы 130–200 г. Необходимы бассейны ёмкостью 3 000–5 000 л. Отход за период выращивания не должен превышать 2,5%. Выращивание товарной рыбы – это последний этап выращивания, продолжающийся 30–50 дней. Средняя масса рыб – 800–1 200 г. Выращивание проводят в бассейнах ёмкостью 5–10 м<sup>3</sup>. Кормление лучше проводить плавающими кормами в объёме 2–3% от биомассы рыб. Кормить следует каждые 5–6 ч. При кормлении вручную происходит более равномерное распределение корма и меньшая дифференциация рыб по массе.

### **Контрольные вопросы:**

1. Перечислите основные отличительные признаки клариевых сомов.
2. Назовите основные этапы выращивания клариевого сома в УЗВ.
3. Охарактеризуйте каждый этап выращивания клариевых сомов.

## **Лабораторная работа № 4 СТРУКТУРА ПОЛНОСИСТЕМНОГО И НЕПОЛНОСИСТЕМНОГО ФОРЕЛЕВОГО ХОЗЯЙСТВА**

**Цель работы:** Ознакомиться со структурой полносистемного и неполносистемного форелевого прудового хозяйства.

### **Задания:**

1. Рассмотреть типы, системы и категории прудов холодноводного хозяйства.
2. Произвести рыбохозяйственные расчеты согласно полученному варианту задания.
3. Сделать аргументированный вывод.

Форелевые хозяйства по отношению разводимого объекта – форели к температуре воды относят к холодноводному типу рыбоводных хозяйств.

Биологические особенности форели, более требовательной к условиям внешней среды, температурному, кислородному режиму и качеству воды, обуславливают своеобразие методов ее разведения и выращивания. Прежде всего, форель в прудах не размножается, и это побуждает содержать производителей в прудах до созревания половых продуктов, а затем искусственно оплодотворять икру и инкубировать ее на рыбоводных заводах в специальных аппаратах. Биологическими особенностями форели определяются и требования к прудам, в которых ведется выращивание. Пруды в холодноводном форелевом хозяйстве проточные, достаточно глубокие, с галечно-песчаным грунтом.

**Устройство форелевого хозяйства.** Основными типами форелевых хозяйств принято считать полносистемные и неполносистемные товарные хозяйства.

Полносистемное форелевое хозяйство включает рыбопитомник и нагульные пруды, в полносистемном хозяйстве форель выращивают от икринки до товарной массы, которой она достигает через 14–16 мес. выращивания. Также на хозяйстве имеется инкубационный цех, мальковые бассейны, живорыбные садки, холодильные установки для хранения кормов, кормокухня, база для выращивания живых кормов, пруды необходимых категорий, производственные, жилые и подсобные помещения.

В воспроизводственном комплексе основной продукцией может быть оплодотворенная икра на стадии пигментированных глаз или подрощенная молодь форели. В зависимости от конечной продукции изменяются соотношение категорий прудов, предназначенных для содержания и выращивания ремонтно-маточного стада, посадочного материала, и мощность инкубационного цеха.

Воспроизводственный комплекс должен иметь большие площади прудов для содержания и выращивания ремонтно-маточного стада, большой инкубационный цех и емкости для подращивания молоди. Большое количество рыбоводных емкостей необходимо и для проведения селекционно-племенной работы. В питомнике используют либо привезенную икру, либо полученную от собственных производителей. Основными здесь являются выростные пруды или бассейны, садки для выращивания посадочного материала.

Нагульное хозяйство имеет нагульные пруды или бассейны, садки, необходимое вспомогательное оборудование, холодильную установку для хранения кормов, кормокухню, складские и жилые помещения. Посадочный материал приобретают в рыбопитомнике. Как полносистемные форелевые хозяйства, так и рыбопитомники должны иметь свое стадо производителей в необходимом количестве, обеспечивающем потребности.

Структура форелевого хозяйства несколько отличается от карпового хозяйства. Например, нет необходимости в нерестовых прудах, т. к. форель в прудах не размножается. Она питается и зимой, поэтому зимовальных прудов в форелевых хозяйствах не строят, оставляя рыбу на этот период в летних прудах.

Площадь форелевых прудов значительно меньше карповых прудов. Форелевое хозяйство обычно работает с 2-летним оборотом. За этот период радужная форель достигает веса 150–200 г и выше. Чтобы вырастить ее до более высокого штучного веса, переходят на 3-летний оборот, при котором она достигает 600 г и более.

**Характеристика полносистемного форелевого хозяйства. Инкубационный цех.** Инкубационный цех предназначен для инкубации икры и выдерживания выклюнувшихся личинок. Обычно в здании инкубационного цеха осуществляют кратковременное выдерживание производителей форели, сбор половых продуктов и осеменение икры.

Инкубационный цех может находиться в едином блоке зданий (кормокухня, холодильник, кладовые и подсобные помещения), здесь также может размещаться лаборатория, дежурная комната, бытовое помещение. Цех размещают поближе к источнику водоснабжения.

Инкубацию икры в форелевых хозяйствах осуществляют в аппаратах различной конструкции: Шустера, Вильямсона, Коста, Аткинса, ропшинском, ИВТМ, ИМ. После выклева и стадии покоя, когда личинки переходят к активному плаванию и питанию внешним кормом, их помещают в мальковые бассейны различных конструкций (бетонные мальковые бассейны, лотки, квадратные и круглые бассейны). Плотность посадки на 1 м<sup>2</sup> личинок 20–30 тыс. шт., мальков 5–10 тыс. шт., сеголеток 3–5 тыс. шт., годовиков 1–3 тыс. шт.

Выростные пруды используют для выращивания мальков до возраста сеголетка. Площадь выростных прудов от 100 до 300 м при глубине от 1,0 до 1,2 м. Слой воды в прудах от 0,6 до 0,8 м. В прудах обеспечивают хорошую проточность, благоприятный температурный и газовый режим. Плотность посадки в выростные пруды составляет от 100 до 500 шт./м<sup>2</sup>. Нагульные

пруды предназначены для выращивания товарной форели средней массой от 125 до 150 г. Площадь их может колебаться от 250 до 1 000 м, более удобны нагульные пруды площадью от 300 до 500 м<sup>2</sup>. Общая глубина пруда может достигать 1,5 м, слой воды при летнем выращивании – 1 м, при зимнем – от 1,2 до 1,4 м. Соотношение сторон нагульных прудов не должно превышать 1:8.

Плотность посадки в прудах в зависимости от интенсивности водообмена может составлять от 25 до 200 шт./м<sup>3</sup>. Нагульные пруды занимают от 60–70 % площади прудов полносистемного хозяйства.

Маточные пруды предназначены для круглогодичного содержания маточного стада. Спуск и осушение прудов проводят только в начале нерестовой кампании. В хозяйстве должно быть несколько, но не менее 2 маточных прудов. Ремонтный материал форели выращивают также в отдельных маточных прудах. Желательно в каждом пруду содержать рыб одного возраста. Площадь маточного пруда может достигать 2 га, обычно 500–1000 м<sup>2</sup>, ремонтных – 300–500 м<sup>2</sup>. Карантинные пруды предназначены для временного содержания рыбы, завезенной из другого хозяйства, с целью выявить возможные заболевания рыб. В хозяйстве обычно имеется два специально оборудованных и размещенных в конце территории (вниз по течению реки) карантинных пруда площадью от 200 до 300 м.

В полносистемном хозяйстве рекомендуется следующее соотношение прудов отдельных категорий: выростные – 20%, нагульные – 60%, маточные – 5 %, ремонтные – 10%, карантинные и прочие – 5%.

Кормокухня необходима для приготовления корма. На кормокухне должно быть все необходимое оборудование для приготовления стартовых и продукционных кормов. Производительность кормоприготовительных машин зависит от мощности хозяйства. На кормокухне обычно имеются электрические мясорубки различной, смесители кормов, весы, сита, сушильная камера, а также обязательно должны быть водопровод, горячая вода и канализация.

Складские помещения предназначены для хранения готовых кормов и их компонентов, а также различного оборудования, инвентаря и материалов.

### **Контрольные вопросы:**

1. Характеристика и устройство холодноводного прудового хозяйства.
2. Характеристика не полносистемного хозяйства и инкубационного цеха.
3. Характеристика выростных, нагульных, маточных прудов, бассейнов.

## Лабораторная работа № 5 ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АКВАКУЛЬТУРЕ

**Цель:** Изучить особенности комплексного использования водоемов, научиться проводить основные технологические расчеты.

**Задания:**

1. Законспектировать основные особенности интегрированных технологий, применяемых в товарном рыбоводстве.

Использование водоемов только для целей рыбоводства не всегда представляется рациональным, поскольку, как и в любом виде хозяйственной деятельности, аквакультура хорошо увязывается с другими отраслями сельского хозяйства.

Опыт других стран (Венгрия, Китай, Вьетнам) позволяет утверждать, что целесообразно проектировать и строить прудовые хозяйства так, чтобы рыбоводство было интегрировано с растениеводством, животноводством, птицеводством, что позволяет получать более дешевую, экологически чистую рыбную и сельхозпродукцию по практически безотходной технологии, частично решить проблему с кормами, повысить рентабельность производства.

Из существующих форм интегрированных хозяйств в настоящее время в мире наибольшее значение получили карпо-утиные и рисо-рыбные хозяйства.

В интегрированном карпо-утином хозяйстве производят выращивание двух объектов – карпа и уток. При этом за счет удобрения прудов утиным пометом улучшается естественная кормовая база рыб, уничтожаются многие вредители и конкуренты в питании, промежуточные хозяева паразитов, уничтожается растительность. Отход в карпо-утином хозяйстве не превышает нормативный, т. к. утки не в состоянии выловить здоровую рыбу. Для птицеводства имеются также выгоды: до 70 % прироста уток обеспечивается за счет естественных кормов, на 15–20 % снижается себестоимость, за счет укрепления иммунитета уменьшается гибель молодняка. Однако успех интегрированного карпо-утинового хозяйства возможен только при правильной его организации.

Второе направление – выращивание рыбы на рисовых чеках. Рисовые чеки – участки пашни площадью 0,5–5 га с посевами риса, отгороженные земляными валиками для удержания воды. В Китае в целях максимального уменьшения объема земляных работ валики устраивают по горизонталям местности, так что если смотреть сверху, то рисовые чеки создают впечатление гигантской рельефной карты местности. Глубина залития рисовых чеков – 10–25 см. Для спуска воды устраивают шлюзы – водоспуски.

Рисовые поля представляют собой мелководные водоемы с хорошо спланированным дном, глубиной 15–30 м, площадью от 0,5 до 5 га и более. Водоснабжение зависимое, т. е. вода из водоисточника поступает по каналам в ближайшие чеки, переходит в расположенные ниже – и т. д. до сброса в канал. Полная смена воды осуществляется за 2–3 суток.

Приспособить чеки под выращивание рыбы несложно, достаточно лишь укрепить береговые валики и углубить водоподающую сеть.

На рисовых полях карп питается естественной пищей. Однако при существующей мелководности рыба становится легкодоступной для рыбоядных птиц, поэтому выход обычно не превышает 50 %, а продуктивность – от 1,5 до 2 ц/га. В то же время использование методов интенсификации и чередование севооборотов (выведение «под водный пар») позволяет получать до 10–12 ц/га. Рыбоводство на рисовых полях ведется в двух направлениях: рыба выращивается в чеках, освобождающихся из-под риса, или, как говорят, «под водный пар» системы севооборота. Выращивание карпа или сазана на рисовых чеках способствует повышению урожайности риса на 2–5 ц/га, кроме того, карп уничтожает некоторых вредителей риса. В поисках пищи карп разрыхляет почву, что повышает кустистость риса. Норма посадки карпа в рисовые чеки составляет 5–10 тыс. мальков в возрасте 7–10 дней или 300–400 годовиков на 1 га. Выход товарного карпа составляет 1,5–2,0 ц/га; товарные сеголетки карпа достигают веса 200 г и больше, двухлетки – 500–600 г и выше. Основной формой рыбоводства на рисовых чеках является однолетнее нагульное хозяйство.

**Карпоутиные хозяйства.** Одним из методов комплексного использования водоемов является совместное выращивание рыбы и водоплавающей птицы, уток, в частности. При этом выход рыбы и утиного мяса оказывается выше, чем при раздельном их выращивании. Целесообразность и рентабельность комбинированного карпоутинового хозяйства определяется следующими показателями:

- утка не является конкурентом карпу в питании естественной пищей, т. к. поедает головастиков, лягушек, их икру, а также водных насекомых;

- утка – хороший мелиоратор рыбоводных прудов, она поедает как подводную мягкую растительность, так и плавающую на поверхности воды (в основном ряску), способствует уничтожению жесткой растительности;

- экскременты уток, попадающие в пруд (утка основное время дня проводит на воде), являются ценным органическим удобрением, способствующим повышению естественной кормовой базы прудов. В 100 кг помета содержится 0,8 кг азота, 1,5 кг фосфора и 0,4 кг калия. Кроме того, утки мелиорируют пруд, разрыхляют его ложе и тем самым способствуют быстрейшему окислению органических веществ. При выращивании уток на прудах естественная рыбопродуктивность их повышается в 2 раза;

- выгул уток на воде ускоряет их рост и благоприятно отражается на качестве воспроизводительной системы, при этом на выращивание единицы массы уток расходуется меньше кормов, т. е. кормовой коэффициент уменьшается.

При ведении комбинированного карпоутинового хозяйства необходимо выполнять определенные требования, нарушение которых может привести к ухудшению условий обитания рыб, снижению рыбопродуктивности. Выращивание уток разрешается только в нагульных прудах, при этом карпы не должны болеть краснухой и жаберной гнилью. Желательно выращивать уток в нагульных прудах, достаточно сильно заросших макрофитами. Плотность посадки



уток зависит от степени зарастаемости водоема, его глубины и наличия или отсутствия водообмена, от гидрохимического режима. Уток целесообразно выращивать в прудах с поликультурой карпа и растительноядных рыб. При поликультуре степень загрязнения воды в пруду снижается из-за способности толстолобиков очищать воду за счет потребления интенсивно развивающегося фитопланктона и зоопланктона в прудах, удобряемых пометом уток.

Совместное выращивание рыбы и уток позволяет получать до 3 т/га товарной рыбы и 0,6–1,0 т/га утиного мяса.

**Контрольные вопросы:**

1. Краткая характеристика рисо-рыбных хозяйств.
2. Карпоутиные хозяйства.

**Лабораторная работа № 6 БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ УГРЯ**

**Цель работы:** Изучить биологию и технологию выращивания угря.

**Задание:**

1. Законспектировать биологические особенности и основные характеристики важных этапов выращивания.

***Рыба семейства угревых.*** Длина до 2 м, масса до 6 кг. Тело змеевидное, почти цилиндрическое, в задней части сжатое с боков. Голова небольшая, несколько уплощённая. На челюстях и сошнике многочисленные мелкие зубы. Глаза маленькие. Спинной и анальный плавники соприкасаются с хвостовым и образуют сплошную кайму по заднему краю тела. В спинном плавнике 245–275 лучей, в анальном их 177–235. Грудные плавники короткие, широкие, брюшные отсутствуют. Чешуя очень мелкая, почти скрытая в коже, распространяется на голову и плавники. Отдельные чешуйки налегают одна на другую, как у остальных рыб. Количество позвонков 112–118 – основной отличительный признак от других видов угрей.

Угорь распространён в водах Европы от Белого до Чёрного моря включительно. Из Средиземного моря он заходит в реки Южной Европы, Малой Азии, Северной Африки. В связи с искусственным заселением водоёмов бывшего СССР молодью – стекловидными угорьками, границы его обитания несколько расширились. Так, например, угорь появился в Каспийском море, по-видимому, вследствие проникновения из водохранилищ Оренбургской области через реку Урал или из озера Селигер через Волжскую водную систему, которые в своё время заселялись его молодью. Работы по заселению внутренних водоёмов страны этой рыбой регулярно проводятся в Литве, Латвии, Эстонии, Беларуси, Украине. Проводились они также в Псковской и Ленинградской областях, в Подмосковье. В ограниченных объёмах экспериментальные посадки угря в водоёмы субтропической зоны осуществлялись в Грузии (Батуми). Для посадок стекловидный угорь импортируется главным образом из Франции и Англии.

**Технология выращивания угря.** Плотность посадки стекловидного угря в один бассейн площадью около 2 м<sup>2</sup> и объемом 400–500 л составляет 4–6 тыс. шт. или до 2 кг/м<sup>3</sup>. Конечная масса рыбы достигает 12 кг на бассейн, или 5–6 кг/м<sup>2</sup>. После 3 месяцев выращивания 40 % молоди угря достигает необходимой кондиции.

В течение первых 1–1,5 мес. проводится сортировка молоди угря по реакции на корм. Для этого используют сачки 30×30 см с соответствующей ячейей. Затем в бассейны устанавливают кормовые ящики, при помощи которых в течение последующих 2 месяцев практически ежедневно отбираются попавшие туда угри. Оставшиеся особи являются браком. После 3 месяцев выращивания массы 0,5 г и менее достигают около 25% общего числа посаженной молоди, массы 0,5–1,5 г – также около 50%, свыше 1,5 г – примерно 15%. Основной отход рыбы наблюдается в течение 1-го месяца выращивания (до 15%).

Через 3 и 6 месяцев отход, как правило, незначительный. Однако до 30% молоди угря может не брать корм и не расти. Мальков угрей массой 1,5 г и выше обычно оставляют для дальнейшего выращивания в круглых бассейнах объемом по 10 м<sup>3</sup>, а более мелких реализуют. По истечении года от начального количества остается приблизительно 40% молоди. Из них массы 15 г достигают 35–40%, 20 г и выше – 15–20%, 9–10 г – 25%, 6 г и меньше – по 10–13%. Выращивание товарного угря от массы 10–16 г до 250 г при отходе до 3% продолжают в течение 1–2 лет. Выход угря с одного бассейна должен составлять 500 кг, или 50 кг/м<sup>3</sup>. Кормление угря осуществляют 2 раза в день. Корм задают в количестве 1,5 % от массы крупного угря и до 15% от массы молоди. Кормовой коэффициент при выращивании угря от 5 до 60 г составляет 1,5; от 60 до 110 г – 2–2,5; свыше 110 г – 2,5–3. Сортировку угря при достижении 12-месячного возраста проводят при зарыблении бассейнов и далее один раз в два месяца при помощи сортировального ящика с изменяющимся зазором между прутьями решетки. С его помощью можно сортировать до 700–800 кг угря в сутки. Из-за больших различий в размерах особей требуется сортировка, т. к. мелкие ослабевшие рыбки оттесняются от корма и поедаются более крупными угрями. Сортировочные процессы из-за сильной нагрузки на рыб не рекомендуется проводить в течение первых 3–4 месяцев. Сортировку начинают тогда, когда визуально около 25% угрей по своей величине значительно отличаются от средних размеров поголовья, а также при наличии значительно более крупных особей угря, из-за которых возникает угроза каннибализма.

Перед сортировкой рыбу не кормят. Сортировку проводят очень осторожно, при подаче воды. Не рекомендуется смешивать угря разных возрастных групп. При этом во фракции ниже 170 г увеличивается количество самцов угря, т. к. самки растут быстрее. При достижении 70–80% особей стадии серебристого угря (определено с помощью проб по 100 шт.) их можно продавать. Через 27–30 мес. после 2-й сортировки 75 % самцов угря достигают массы 150 г. Дифференциация размеров у самцов меньше, чем у самок. Последние примерно через 3 г. достигают средней массы 360 г. Для всего стада средняя масса со-

ставляет 250–270 г, при этом 55 % особей имеют массу свыше 300 г, 36 % – свыше 130 г и 9 % ниже 130 г.

Нормой общих потерь во время фазы адаптации считают 30–35 %. Потери достигают максимума в течение первых 5 дней, затем они постепенно снижаются. После 120-суточного содержания среднесуточный отход должен быть ниже 0,1%. Таким образом, до достижения массы 8 г выживают минимум 25 % посаженного стекловидного угря, до товарного угря – минимум 16–17%. Необходимо также постоянно дезинфицировать весь инвентарь – сачки, щетки и т. д.

Неиспользованный корм из кормушек необходимо удалять через 30–45 мин. после каждого кормления. Следует удалять остатки корма из бассейнов, чтобы избежать засорения и перелива. Соответствующий контроль проводят постоянно.

### **Контрольные вопросы:**

1. Перечислите основные отличительные биологические особенности угря.
2. Охарактеризуйте каждый этап выращивания угря.
3. Назовите особенности кормов, которые применяют при выращивании угря.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе обучения студенты приобретают знание основных элементов биотехники разведения и выращивания объектов прудового и индустриального рыбоводства, способности к проектированию и планирования работы рыбоводных хозяйств различного профиля. В результате освоения курса студенты должны знать структуру рыбоводных хозяйств; особенности формирования и оптимизации абиотических и биотических условий выращивания рыбы в рыбоводных системах, относящихся к различным направлениям товарного рыбоводства; технические решения, оптимизирующие производственные процессы и улучшающие условия содержания рыб; традиционные усовершенствованные и новые технологические решения в товарном рыбоводстве; биологическую потенцию освоенных и перспективных объектов товарного рыбоводства; методы анализа, статистической обработки данных о выращивании рыб и оценки экономической эффективности рыбоводных процессов. Уметь формировать структуру рыбоводных хозяйств, относящихся к различным направлениям товарного рыбоводства; применять на практике и совершенствовать биотехнику выращивания различных объектов товарного рыбоводства; пользоваться оборудованием, инвентарем, иными техническими средствами и проводить работы по их усовершенствованию и созданию новых конструкций; планировать и проводить экспериментальные работы; анализировать экспериментальные и производственные данные и выбирать наиболее оптимальные технологические решения. Владеть навыками выполнения работы в области производственной, научно-исследовательской и проектной деятельности, разработки технологической карты рыбоводных предприятий, навыками разработки рыбоводно-биологических обоснований разведения и выращивания рыбы в товарных рыбоводных хозяйствах, навыками оценки эффективности технологических схем выращивания товарной рыбы.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

### Основная литература:

1. Пономарев, С. В. Аквакультура : учебник для вузов / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева, Ю. В. Федоровых. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 440 с. — ISBN 978-5-8114-6994-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/153922> (дата обращения: 21.01.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Основы индустриальной аквакультуры: учебник / Е. И. Хрусталева, К. Б. Хайновский, О. Е. Гончаренко, К. А. Молчанова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 280 с. — ISBN 978-5-8114-3229-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206021> (дата обращения: 14.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### Дополнительная литература:

1. Ворошилина, З.П. Товарное рыбоводство: учеб. пособие / З.П. Ворошилина, В. Г. Саковская, Е. И. Хрусталева. - Москва: Колос, 2009. – 265 с.
2. Козлов, В.И. Аквакультура: учеб. / В. И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин; под ред. Л.Л. Кожина. - Москва: КолосС, 2006. – 445 с.
3. Технические средства аквакультуры. Осетровые хозяйства: учебник для вузов / Е. И. Хрусталева, В.Е. Хрисанфов, К.А. Молчанова, С.А. Розенталь. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 180 с. — ISBN 978-5-8114-7609-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176867> (дата обращения: 14.02.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Локальный электронный методический материал

**Е. И. Хрусталеv, А. Б. Дельмухаметов**

**ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО (МАГИСТЕРСКИЙ КУРС)**

*Редактор И. В. Голубева*

Уч.-изд. л. 1,6. Печ. л. 1,4.

Издательство федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»  
236022, Калининград, Советский проспект, 1