

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕН-
НАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАС-
НОГО ЗНАМЕНИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ**

Факультет биотехнологии и аквакультуры

Кафедра ихтиологии и рыбоводства

СОГЛАСОВАНО

Председатель методической
комиссии факультета биотех-
нологии и аквакультуры

_____ А. Г. Марусич
«__» _____ 20__ г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета
биотехнологии и аквакультуры

_____ А.И. Портной
«__» _____ 20__ г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**БИОТЕХНОЛОГИЯ
В РЫБОВОДСТВЕ**

для специальности 1-74 03 03 – Промышленное рыбоводство



Горки 2021

Рассмотрен и утвержден
на заседании научно-методического совета академии
(протокол №__ от _____ 2021г.) Рег. номер _____

Составитель: Т. В. Портная, доцент кафедры ихтиологии и рыбоводства учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

Рецензенты:

Биотехнология в рыбоводстве: учебно-методический комплекс / учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия». Составитель: Т. В. Портная. – Горки, 2021. – 227 с.

© Учреждение образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Пояснительная записка	4
2. Теоретический раздел	6
2.1. Тематический план лекций	6
2.2. Опорный конспект лекций	7
3. Практический раздел	108
3.1. Тематический план проведения лабораторных учебных занятий	109
3.2. Методические указания и задания для выполнения лабораторных занятий	109
4. Раздел контроля знаний	195
4.1. Вопросы промежуточного контроля знаний	195
4.2. Тестовые задания по дисциплине	197
4.3. Вопросы текущей аттестации	210
4.4. Критерии оценки знаний и компетенций студентов по дисциплине	211
5. Вспомогательный раздел	215
5.1. Учебная программа	215

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебно-методический комплекс (УМК) – совокупность взаимодополняющих и взаимосвязанных дидактических (программных, учебных, методических, наглядных, справочных и контрольно-измерительных) средств обучения по дисциплине учебного плана специальности, способствующих эффективному освоению студентами учебного материала дисциплины и необходимых для организации и осуществления учебного процесса.

Цель УМК – повышение качества учебно-методического обеспечения учебного процесса, включая самостоятельную аудиторную и внеаудиторную работу студентов, путем обеспечения организационной и содержательной целостности дидактических средств обучения по учебной дисциплине в целях достижения требований образовательного стандарта высшего образования.

Задачи УМК:

- целостное и качественное учебно-методическое обеспечение дисциплины, отвечающее современным требованиям в формировании компетенций будущих специалистов;
- обеспечение учебного процесса современными учебными материалами, способствующими повышению качества подготовки специалистов;
- формирование навыков самостоятельной работы студентов с информацией, рациональной организации учебного труда, вырабатывание оптимального алгоритма самостоятельного изучения материала;
- содействие реализации системы контроля и самоконтроля результатов обучения, их коррекции и оценки.

Функции УМК:

- реализация комплексного учебно-методического обеспечения дисциплины;
- объединение различных дидактических средств обучения и подчинение их общим целям образовательного процесса;
- конкретизация требований к содержанию изучаемой дисциплины, к знаниям, умениям и навыкам студентов, согласно образовательного стандарта соответствующей специальности;
- стимулирование самостоятельного изучения учебного материала студентами;
- содействие накоплению новых знаний, стимулирование развития творческого потенциала студентов и преподавателей.

Настоящий учебно-методический комплекс по дисциплине «Биотехнология в рыбоводстве» направлен на получение теоретических знаний и практических навыков по программе курса и имеет своей целью оказание учебно-методической помощи студентам в успешном изучении дисциплины.

Учебно-методический комплекс (УМК) по дисциплине «Биотехнология в рыбоводстве» разработан на основе учебной программы учреждения высшего образования, утвержденной 30.04.2020 года, регистрационный № УД-3-42-20/уч. и предназначен для студентов и УО БГСХА специальности 1-74 03 03 – Промышленное рыбоводство.

Биотехнология – это совокупность промышленных приемов и методов, использующих живые организмы и биологические процессы.

Биотехнология в рыбоводстве излагает современное состояние актуального направления научно-технического прогресса в области получения наиболее качественной продукции рыбоводства за счет усовершенствования методов выращивания гидробионтов и производства наиболее ценных кормовых организмов для питания рыб.

Данная учебная дисциплина включает в себя производство живых кормов и выращивание гидробионтов. Представлены технологии культивирования гидробионтов, способных при совместном выращивании с рыбой давать дополнительную продукцию за счет неиспользуемых рыбой естественных кормов, что способно значительно увеличить экономический эффект в отрасли рыбоводства.

Проблема получения живых кормов для выращивания в искусственных условиях молоди рыб занимает одно из центральных мест в индустриальном рыбоводстве. Поэтому наиболее

важно, чтобы студент в процессе обучения освоил современные и перспективные методы выращивания гидробионтов и получил практические навыки выращивания ценных кормовых организмов.

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование устойчивых теоретических знаний и практических навыков по базовым и современным технологиям выращивания гидробионтов и получения живых кормов.

УМК состоит из следующих разделов: теоретический, практический, контроля знаний, вспомогательный.

Учебно-методический комплекс решает следующие задачи дисциплины: изучение особенностей биологии, пищевой ценности, продуктивных свойств культивируемых организмов, изучение факторов окружающей среды, влияющих на рост и развитие культивируемых объектов, овладение интенсивными способами и методами, обеспечивающими получение высокой продуктивности.

Рекомендации по работе с УМК. Для формирования устойчивых знаний, умений и навыков по дисциплине «Биотехнология в рыбоводстве» осуществляется знакомство с теоретическим разделом УМК, после чего навыки и умения закрепляются во время лабораторных занятий. Дополнительная информация, необходимая для расширенного восприятия вопросов, содержащихся в их перечне, может быть получена при самостоятельной работе с литературными источниками, рекомендуемыми во вспомогательном разделе УМК, а также при обсуждении и закреплении материала на индивидуальных консультациях, при написании реферата. УМК выполнен в печатном виде.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЛЕКЦИЙ

№ п.п.	Тема лекции	Количество часов
1	Принципы создания технологий культивирования живых объектов	2
2	Естественная кормовая база – основа выбора объектов культивирования	2
3	Культивирование микроводорослей	2
4	Получение живых кормов методом инкубации яиц водных беспозвоночных	2
5	Биологические основы культивирования стрептоцефала и инфузорий	2
6	Коловратки – стартовый корм для рыб	2
7	Технология культивирования ветвистоусых ракообразных	2
8	Биологические основы и методы культивирования красного калифорнийского червя	2
9	Культивирование олигохет	2
10	Культивирование свободноживущих нематод	2
11	Культивирование личинок насекомых	2
12	Пути изменения структуры пресноводных биоценозов и повышения продуктивности прудовых экосистем	2
13	Биологические основы культивирования пресноводных раков	2
14	Наиболее распространенные технологии выращивания пресноводных раков	2
15	Технология культивирования пресноводных креветок	2
16	Марикультура. Морские водоросли – объекты марикультуры	2
17	Конхиокультура как отрасль марикультуры	2

ОПОРНЫЙ КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

Лекция 1. Принципы создания технологий культивирования живых объектов

Вопросы

1. Общие понятия технологий.
2. Классификация биотехнологий культивирования рыб.
3. Потоки и разноуровневый характер биотехнологий.

1. Общие понятия технологий

Технология – совокупность приемов и способов получения, обработки и переработки сырья, материалов, полуфабрикатов или изделий, осуществляемых в различных отраслях промышленности.

Метод (от греческого *metodos* – путь исследования, теория, учение) – способ достижения какой-либо цели, решения конкретной задачи, совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения действительности.

Технология – совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции, научная дисциплина изучающая физические, химические, механические и другие закономерности, действующие в технологических процессах. Технологией называют также сами операции добычи, обработки, транспортировки, хранения, контроля, являющиеся частью общего производственного процесса.

Технология как комплексный процесс функционирования с четко определенными конечными результатами базируется на нескольких важнейших принципах, которыми необходимо руководствоваться при создании технологического процесса в различных отраслях производства.

Первый принцип – малая ресурсоемкость разработки технологий, обеспечивающая как на входе, так и на выходе экономичность и незначительные выбросы.

Второй принцип – создание цикличного производства, когда отходы одного производства являются сырьем для другого.

Третий принцип – организация разумного захоронения неминуемых остатков.

Технологии, в основе которых лежит выращивание живых объектов, значительно отличаются от технологий обработки и производства неживых материалов. Живые организмы, являющиеся основополагающей составной частью биотехнологий, характеризуются такими отличительными от неживых объектов свойствами как наследуемость, изменчивость, приспособительность, самоорганизация, разнообразие, изменяемость, т.е. этапность в развитии организма от зарождения в теле самки и до наступления половой зрелости, элиминация под воздействием естественного отбора.

Каждое указанное свойство живого организма определяет особенности его существования в технологическом процессе одного или нескольких производственных циклов и, как следствие, требует учета этой особенности при создании технологии разведения и выращивания того или иного вида гидробионта.

Наследственность – способность живых организмов передавать потомкам этих особей признаки родителей, способствующие приспособлению этих потомков к изменяющимся условиям среды обитания. Благодаря этому происходит эволюция, чему способствует воспроизводство избыточного числа потомков с признаками, передаваемыми им родительскими формами, обладающими некоторыми фенотипическими признаками, повышающими выживаемость. При этом необходимо помнить, что естественный отбор действует только на те признаки, которые передаются по наследству. Наследуемость – проявление у предков и потомков одинаковых или сходных признаков и передача специфических наследственных за-

датков, ответственных за образование признака. Наследуемость – это часть общей фенотипической изменчивости, обусловленной генотипом (генетическими факторами). Это свойство определяет потенциальную возможность создания конструкции объекта культивирования, адаптированной к определенным условиям выращивания и отличающейся высокими хозяйственно полезными признаками.

Изменчивость – отклонение от первоначального (родительского) типа в результате наследственных вариаций, новых комбинаций или рекомбинаций и мутаций, происходящих в нескольких сменяющих друг друга поколениях или в популяциях. Изменчивость может быть наследуемой и модификационной. Фенотипическая изменчивость характеризуется незначительными постепенными переходами между отдельными вариантами или резкими отклонениями, не связанными между собой промежуточными формами. Это свойство лежит в основе наличия одновозрастных рыб различных размеров и массы, вылавливаемых в одном пруду, причем, чем хуже условия выращивания, тем больший диапазон изменчивости, особенно в отношении их массы.

Самоорганизация – способность организма с помощью внутренней среды сохранять гомеостаз и выдерживать определенные пределы флуктуации условий внешней среды без сокращения роста и потери жизнеспособности. Это свойство определяет наличие в показателях конечного продукта и промежуточных полуфабрикатов технологического процесса неких пределов, а не единой цифры, как что характерно при работе с неживыми предметами.

Разнообразие определяется особенностью биогидроценозов функционировать с обитанием нескольких видов животных на одной площади при условии их питания различными видами пищевых организмов (поликультура), т.е. энергетика трофической цепи может утилизироваться при довольно высоком КПД при условии оптимизации видового состава выращиваемых видов с учетом особенностей экосистемы конкретного водоема.

Естественная элиминация – воздействие абиотических и биотических условий обитания на численность вида в различные периоды жизненного цикла, которая определяется различными факторами: биологическое состояние производителей, условия нереста, температура и другие гидрохимические показатели среды, хищничество, естественная смертность и др. Значение этого свойства для создания технологий культивирования рыб и других гидробионтов убывает пропорционально изменениям соотношений естественного и искусственного отбора, т.е. от экстенсивных к индустриальным типам технологий.

2. Классификация биотехнологий культивирования рыб

Названные свойства указывают на то, что биотехнология – это многокомпонентная система, функционирование которой определяется тремя самостоятельно существующими взаимодополняющими друг друга компонентами: культивируемым организмом, средой обитания и внешними воздействиями, влияющими или только на организм, или только на условия среды обитания, или в равной степени на оба этих компонента. Исходя из различной степени взаимодействия этих трех составляющих компонентов, все биотехнологии можно подразделить на три класса.

Альфа-биотехнологии – биотехнологии, базирующиеся на использовании естественного потенциала объекта культивирования и природной среды, определяющиеся естественной рыбопродуктивностью. К этому классу относятся все биотехнологии культивирования рыб и других гидробионтов в условиях пастбищной аквакультуры, а также прудовые биотехнологии с низким уровнем организации, базирующиеся на использовании естественной кормовой базы прудов. Это наименее энергоемкие и ресурсоемкие биотехнологии.

Бета-технологии – биотехнологии, в основе которых лежит воздействие извне на один из объектов: культивируемый организм или среду обитания. К этому классу относится большинство современных биотехнологий выращивания гидробионтов с выращиванием беспородных или диких видов рыб.

Гамма-технологии – биотехнологии, при которых внешне воздействуют на обе составные части биотехнологии: культивируемые организмы и среду их обитания. К этому классу относятся технологии, базирующиеся на выращивании высокопродуктивных пород или кроссов рыб и регулировании большинства параметров водной среды с целью их оптимизации применительно к требованиям культивируемых организмов. В этот класс входят биотехнологии выращивания в установках с замкнутым циклом водообеспечения и в некоторой части бассейновые биотехнологии с элементами водоподготовки. Наиболее ресурсоемкие и энергоемкие биотехнологии.

Несомненно, что существуют биотехнологии переходного класса, связанные с переводом хозяйства на выращивание высокопродуктивных пород или кроссов рыб, определенным воздействием на отдельные абиотические факторы среды (оксигинация, известкование и т.д.), улучшением организации производства и ужесточением технологической дисциплины на предприятии и др. Указанные мероприятия могут значительно улучшать бета-технологии, занимающие срединное положение между использованием естественного потенциала водоемов и максимально управляемыми технологическими процессами в замкнутых системах.

Рассмотрим классификацию биотехнологий исходя из экосистемных подходов.

Альфа-технологии – это саморегулируемые системы с низким экосистемным КПД. Альфа-технология как самосовершенствующаяся организация эволюционирует в сторону адаптации культивируемого организма к условиям среды обитания, так как условия среды в этом случае являются более фундаментальным фактором эволюции, чем гомеостаз организма.

Для этих технологий характерны низкая выживаемость культивируемых гидробионтов, высокая зависимость выращиваемых организмов от природно-климатических условий, особенно в части темпа роста и полового созревания, и относительно низкий выход продукции с единицы площади по сравнению с другими типами технологий. В полной мере на состояние популяций выращиваемых гидробионтов воздействует естественный отбор. Для технологий такого типа характерен высокий уровень риска, так как конечный результат зависит от многих факторов, управление которыми или вообще отсутствует или осуществляется в крайне ограниченных масштабах.

Бета-технологии – технологии, состояние экосистемы которых, как правило, контролируется извне по многим важнейшим абиотическим факторам среды обитания, однако управление по большинству из них или вообще не проводится (температура), или осуществляется в ограниченном масштабе (кислород, состояние естественной кормовой баз, продолжительность периода выращивания). В то же время под жестким воздействием находятся такие важнейшие производственные показатели, как видовое разнообразие, породная принадлежность, численность и плотность выращивания, начальная и конечная масса особей, количество задаваемого искусственного корма и др. Имеет место некоторая стабильность в получении определенного товара, обладающего спросом на рынке, однако серьезным недостатком является полная зависимость от такого важнейшего для холонокровных животных фактора, как температура, которая из-за своей глобальности не поддается воздействию человека. Именно этот фактор формирует сезонность производства товарной продукции, что снижает ее конкурентоспособность на рынке и, как следствие, создает определенные риски в деятельности предприятия.

Гамма-технологии – технологии с целенаправленным формированием искусственной экосистемы, все составные части которой контролируются и управляются человеком исходя из его знаний особенностей взаимодействия организма и абиотических факторов среды обитания. Современные знания позволяют стабильно производить конкретный конечный продукт в заданные сроки с нужными размерно-весовыми характеристиками, пользующимися спросом на рынке только по ограниченным видам (породам) рыб. Риски при использовании технологий такого типа незначительны, однако серьезным недостатком их является высокая ресурсоемкость и энергоемкость, возможны и нарушения технологического процесса из-за проблем с энергетикой и уровня квалификации работников.

3. Потоки и разноуровневый характер биотехнологий

Биотехнология – это единый комплекс, направленный на достижение конкретной цели, т.е. производство конкретного товара, обладающего конкурентоспособными характеристиками и имеющего устойчивый спрос на рынке. Единый технологический комплекс состоит из нескольких потоков, каждый из которых, как бы самостоятельно двигаясь к единой цели с помощью своих своеобразных методов и способов, обеспечивает выполнение требований основного технологического потока в части создания оптимальных абиотических и биотических условий для выращиваемого объекта, а также в организации производства.

На настоящем этапе технологическая система в рыбоводстве состоит из четырех потоков: технологического, технического, ресурсного и организационно-экономического, которые, взаимодействуя, дополняют друг друга, но характеризуются самостоятельными методическими решениями, своими способами контроля и выполнения тех или иных производственных функций.

Важнейшим коренным, определяющим суть технологического комплекса, является технологический поток, в основе которого лежат особенности биологии вида или видов выращиваемых рыб. Именно этот поток, исходя из необходимости создания оптимальных или близких к оптимальным условий жизнедеятельности культивируемого организма рыбы, определяет существование второго технического потока и формирует исходные требования к техническим средствам контроля, управления и осуществления конкретных видов работ.

Технический поток лежит в основе двух важнейших критериев оценки создаваемых или действующих технологий: технический уровень технологии и степень затрат ручного труда на производство единицы товарной продукции по конкретной технологии.

Третьим потоком является ресурсный, определяющий стоимостную как с финансовой, так и энергетической стороны характеристику конкретной технологии и непосредственно влияющий на экономические показатели деятельности предприятия, работающего по этой технологии.

Наличие высокопродуктивного объекта культивирования и хорошее техническое оснащение производства не гарантирует высокую эффективность работы предприятия, если на производстве отсутствует система последовательности выполнения определенных работ, нет контроля качества работ на отдельных звеньях или в отдельных блоках технологического процесса, нечетко соблюдается технологическая дисциплина. На решение комплекса этих работ направлен четвертый организационно-экономический поток получения конечного продукта.

Сутью технологического комплекса являются характеристики производственного процесса, имеющего определенные ограничения как во времени, так и в пространстве. Показатели по этим характеристикам являются принципиально важными и могут быть отнесены к критериям оценки той или иной технологии.

Этапность развития живого объекта культивирования, характеризующаяся значительными изменениями как в строении объекта, так и, что особенно важно, в требованиях к условиям среды обитания, определила особенность последовательного построения производственного процесса выращивания гидробионтов.

Во-первых, весь производственный процесс представляет собой цепочку последовательных технологических звеньев и блоков, в которой зачастую нельзя выбросить или игнорировать то или иное звено. И в этом случае в действие вступает общесистемный закон, гласящий, что крепость цепочки определяется одинаковой крепостью всех ее звеньев. Ослабление любого отдельно взятого звена отрицательно сказывается на общей целостности цепочки независимо от того, что явилось причиной ослабления звена. В одном случае это может быть морально устаревший процесс или амортизированное оборудование, или низкая квалификация работника, а во втором случае – принимаемые действия на укрепление одних звеньев без внимания на состоянии других. Второй случай заключается в том, что над решением одних зачастую частных вопросов (отдельные ячейки технологии) работают многие исследова-

тели, а исследованиями по совершенствованию рядом расположенных звеньев никто не занимается. По этой причине технологическая цепочка не становится крепче, хотя средств и времени тратится много.

Логистика технологического процесса разведения и выращивания конкретного вида рыб или гидробионтов требует четкой вертикальной детализации, что связано с выделением различных структурных составляющих, которые в нашем случае на современном уровне знаний установлены сверху вниз следующим образом: комплекс (технология), блок, звено, ячейка.

Ячейка – основополагающий первичный элемент биотехнологий, являющийся составной частью звена, который может представлять собой отдельные параметры окружающей среды (температура, кислород, pH и др.) или отдельные физиологические характеристики культивируемого организма (отношение к температуре, кислороду и т.д.). Знания физиологических потребностей организма и возможностей отдельных факторов среды обитания во многом определяют эффективность разрабатываемых биотехнологий и перспективность их внедрения в производственные структуры.

Звено – состоит из ячеек и является четким отражением этапности в развитии культивируемого организма. Звено отражает комплексный характер взаимодействия организма и среды обитания, который по мере роста и развития культивируемого гидробионта изменяется, особенно на начальных этапах онтогенеза.

Блок – состоит из отдельных звеньев, конечный результат по которому может быть представлен тем или иным видом получаемой продукции.

Рыбоводно-биологические особенности всех объектов, выращиваемых в аквакультуре, позволяют вычленивать четыре рыбоводно-производственных блока:

- ремонтно-маточное стадо, в качестве товара для реализации в этом блоке может быть племенной материал, отличающийся от другой рыбоводной продукции особыми рыбоводно-биологическими параметрами и генетико-морфологическими признаками;
- потомство на ранних этапах жизненного цикла, в качестве товара для реализации могут быть рыбоводная икра и личинки;
- рыбопосадочный материал, в качестве товара для реализации может использоваться разновозрастная молодь в возрасте от 1 до 24 месяцев;
- товарное производство, в качестве товара для реализации используется рыба коммерческих размеров.

В зависимости от объекта культивирования количество звеньев и ячеек в каждом, отдельно взятом блоке будет различным, но характерным для каждого объекта выращивания. Продолжительность во времени отдельных блоков также будет различной, но здесь важно учитывать организационно-экономические постулаты, из которых следует, что чем короче и проще производственный цикл, тем рентабельнее производство, эффективнее хозяйственный механизм.

Таким образом, биотехнологии – это горизонтально-вертикальная многоярусная ячеистая система культивирования конкретного вида (породы) рыб или других гидробионтов с блочно-модульным принципом ее конструирования. Эволюция такой довольно сложной системы может происходить в двух разнонаправленных движениях: от простого к сложному и от сложного к простому с ее оптимизацией через:

- адаптацию организма к условиям среды обитания;
- улучшение условий среды применительно к требованиям организма;
- взаимообразное сближение требований организма и условий среды обитания;
- оптимизацию логистического построения с учетом различных организационно-экономических принципов.

Рассматривая биотехнологию как многоярусную ячеистую интегрированную систему культивирования конкретного вида гидробионтов, необходимо признать, что ее создание и функционирование является весьма сложной задачей.

Лекция 2. Естественная кормовая база – основа выбора объектов культивирования

Вопросы

1. Биотехнология производства живых кормов как способ решения проблемы выживаемости ювенильных стадий гидробионтов.
2. Понятие естественной кормовой базы. Виды живых кормов и требования к ним

1. Биотехнология производства живых кормов как способ решения проблемы выживаемости ювенильных стадий гидробионтов

В настоящее время, при широком развитии индустриального и декоративного рыбоводства проблема разведения живых стартовых кормов приобрела большое значение.

Одной из ключевых проблем при искусственном разведении рыб и беспозвоночных является получение жизнестойкой молоди, успех выращивания которой зависит от обеспечения хозяйства полноценными кормами.

Живые корма обеспечивают увеличение выживаемости ювенильных стадий гидробионтов и повышают рентабельность производства в целом. Большим преимуществом естественных кормов является то, что их можно получать за счет естественных ресурсов, не прибегая к услугам других отраслей сельского хозяйства, комбикормовой промышленности и т. д. Особенно это важно для декоративного рыбоводства. По мере совершенствования биотехники и роста культуры рыбоводства естественные корма будут приобретать все большее значение. Особенно для молоди, которая выращивается для зарыбления естественных водоемов.

Естественные корма характеризуются высокой пищевой ценностью, значительным содержанием белка, жира, незаменимых аминокислот, витаминов, ферментов, других жизненно важных для молоди рыб компонентов. Создание столь же полноценных искусственных кормосмесей оказывается практически невозможным.

На первый взгляд, наиболее простой и удобный путь массового получения живого корма – это вылов водных беспозвоночных из естественных водоемов. Разработаны эффективные методы, позволяющие осуществлять массовый отлов планктонных животных. Однако таким методом нельзя обеспечить гарантированное стабильное получение живого корма в нужные для рыбоводства сроки.

Известно, что получение личинок и молоди рыб заводским методом ведется как правило в начале вегетационного периода, когда численность и биомасса планктонных животных в естественных водоемах еще очень низки. Важным обстоятельством является и то, что вместе с выловленным из водоема кормом в емкости для выращивания молоди рыб можно занести паразитов (например, аргулюсов – карповая вошь), переносчиков заболеваний (циклопов) и т.д. Поэтому рекомендации по отлову естественных кормов из естественных водоемов как правило временная, вынужденная мера, ограниченная рамками следующих условий:

- наличие сравнительно крупного водоема около рыбоводного предприятия, где производится выращивание рыб;
- интенсивное развитие в этом водоеме кормовых организмов в период подращивания молоди рыб, т.е. обычно ранней весной;
- отсутствие в водоеме паразитов и хищных беспозвоночных, которые могут нанести вред рыбе;
- постоянный контроль водоемов в период отлова кормовых организмов со стороны гидробиологов и ихтиологов.

Таким образом, основной путь массового, гарантированного получения живого корма при подращивании молоди рыб и выращивании беспозвоночных – это искусственное разведение различных живых кормов с применением методов инкубации и культивирования.

Разные виды рыб различаются по характеру питания. Наряду с всеядными рыбами имеются с узким пищевым спектром, морфологически и физиологически приспособленные к пита-

нию одним или немногими видами корма. С возрастом характер питания изменяется. Но личинки большинства рыб, независимо от характера их питания во взрослом состоянии, питаются животными кормами.

Для выращивания личинок рыб используются живые и искусственные стартовые корма. Однако сухой микробный корм уступает животным кормам, молодь хуже растет и выживаемость ее более низкая.

Сложный вопрос питания личинок не исследован окончательно, однако живые корма необходимы личинкам рыб на первых этапах развития.

Пищеварительные органы личинок недоразвиты, поджелудочная железа не сформирована, активность щелочных протеаз (ферментов, расщепляющих белок) кишечника очень слаба. В связи с тем, что у личинок рыб недостаточно полно функционирует пищеварительная система, важно, чтобы часть пищеварительных ферментов они получили с кормовыми организмами. Ферментативная активность вытяжек из науплиусов артемии и зоопланктона (коловратки, босмины, циклопы) в 2–3 раза выше, чем кишечника личинок. Следовательно, молодь рыб использует ферменты беспозвоночных, подаваемых в качестве живого корма.

Исследование биохимического состава живых организмов, служащих живым кормом для личинок рыб, показало наличие в них свыше 50 % белков, а в белке – большого количества (свыше 50 % к белку) низкомолекулярных пептидов и свободных аминокислот, что позволяет личинкам усваивать их без существенной ферментативной обработки в полости пищеварительного тракта.

Естественная пища – живые кормовые организмы содержат протеин с относительно низкой молекулярной массой. Именно эта особенность дает возможность ранней молоди рыб, потребляющей зоопланктон, эффективно использовать белок кормовых организмов и обуславливает быстрый рост и формирование пищеварительного тракта.

Исследования по питанию растительноядных рыб в природе показали, что их молодь довольно долго питается простейшими.

Для нормального роста и формирования пищеварительной системы личинок осетровых в первые дни кормления рекомендуется использовать живые корма.

2. Понятие естественной кормовой базы. Виды живых кормов и требования к ним.

Естественная кормовая база рыб – это комплекс гидробионтов, используемых рыбами непосредственно или через промежуточное пищевое звено в пищу и определяющих прирост рыбной продукции. Важное значение для оценки естественной кормовой базы рыб имеет качественная и количественная характеристика развития растений и животных, данные по питанию рыб и трофическим связям в водоеме.

В мировой практике аквакультуры накоплен значительный опыт выращивания различных кормовых организмов – живой корм можно получать в нужном количестве и в необходимые сроки.

К **живым кормам** относятся организмы, составляющие естественную кормовую базу водоемов или не являющиеся таковыми, но культивируемые в искусственных условиях для использования в кормлении рыб.

Живой корм представляет собой совокупность растительных и животных гидробионтов. К ним относятся: микроводоросли, простейшие – инфузории, или ресничные (*Ciliata*), науплии артемии (*Artemia*), дафнии (*Daphnia*), моины (*Moina*), веслоногие рачки (*Copepoda*), мелкие жаброногие *Branchiopods* (*Streptocephalus torvicornis*), коловратка (*Rotatoria*), (*Drosophila*), личинки насекомых (*Chironomus plumosus*), гаммариды (*Gammaridae*), олигохеты *Oligochaeta*: белый энхитрей (*Enchitreus albidus*), трубочник (*Tubifex tubifex*), аулофорус (*Aulophorus*) и калифорнийский червь (*Eisenia foetida*), свободноживущие нематоды (*Nematoda*).

Организмы, избираемые в качестве объектов культивирования, должны обладать набором свойств, обеспечивающих возможность высокой степени интенсификации производства, ха-

рактизоваться полноценностью биохимического состава, высокой калорийностью и доступностью для конкретного вида рыб на определенной стадии его развития.

Виды, избираемые для культивирования должны отвечать определенным требованиям, основными из которых являются:

- эврибионтность;
- высокая продукционная способность;
- устойчивое развитие популяции в условиях высокой плотности;
- высокая пищевая ценность;
- доступность.

Эврибионтность – это приспособление к широкому диапазону природных условий окружающей среды и выдерживание их значительных изменений. Требования неприхотливости вида к факторам внешней среды следует понимать как способность переносить определенные колебания экологических факторов.

Культивирование стенобионтов вполне осуществимо благодаря разработанной в настоящее время аппаратуре для поддержания стабильных условий среды, но поскольку культивирование не является самоцелью, а служит для получения живых кормов, которые будут скармливаться рыбам, выращиваемым в условиях, отличающихся от таковых в культуре, предпочтение отдается достаточно пластичным видам.

Высокая продукционная способность вида характеризуется его коротким жизненным циклом, большой плодовитостью и быстрым темпом роста.

Для характеристики продукционной способности гидробионтов применяется значение удельная продукция, представляющая собой отношение продукции к их биомассе за единицу времени. Удельная продукция животных, относящихся к одной систематической группе и даже одному и тому же виду, может изменяться в зависимости от состава (полового, возрастного) и физиологического состояния популяции, а также условий существования.

Устойчивое развитие популяции, при значительной плотности особей, является важным условием осуществления системы мероприятий по значительному увеличению полезной продукции с единицы объема или площади искусственных и естественных экосистем.

Полноценность биохимического состава корма определяется наличием в нем всех необходимых для нормального обмена веществ потребителя компонентов, белков, жиров, углеводов, минеральных солей и биологически активных соединений.

Содержание белков в корме имеет важное значение, поскольку они являются основным поставщиком азотсодержащих соединений и не могут быть заменены в рационе жирами или углеводами. Первостепенное значение имеет аминокислотный состав белков, поскольку полноценный корм должен содержать не только достаточное количество белка, но и все незаменимые аминокислоты в количестве и соотношениях, обеспечивающих нормальное протекание процессов обмена.

В процессе эволюции у многих водных беспозвоночных выработались приспособления, делающие их менее доступными для рыб. Защита от выедания достигается использованием укрытий, маскировкой, особенностями поведенческих реакций, морфологическими приспособлениями. Личинки хирономид и олигохеты укрываются в грунте водоемов, минирующие личинки мелких насекомых находят убежище и пищу в стеблях растений и характеризуются слабой доступностью для рыб.

Целесообразно различать **экологическую, морфологическую и физиологическую доступности** кормовых организмов.

Под **экологической доступностью** понимается способность потребителя обнаружить кормовой организм, под **морфологической** – соответствие формы кормового организма строению органов захвата пищи и пищеварительного тракта животных-потребителей, под **физиологической** – ферментативный состав пищеварительного сока и физиологическое состояние животного-потребителя.

Фактор доступности является основным при определении перспективности конкретного объекта для культивирования, оценки состояния естественной кормовой базы рыб в водоемах и правильного выбора биотехники кормления рыб живыми кормами.

Лекция 3. Культивирование микроводорослей

Вопросы

1. Значение микроводорослей
2. Культиваторы для производства микроводорослей
3. Методы культивирования микроводорослей

1. Значение микроводорослей

Роль микроводорослей многозначна. С них начинаются пищевые цепочки: микроводоросли – зоопланктон – личинки рыб; микроводоросли – личинки рыб. В рыбном хозяйстве культуры микроводорослей находят разнообразное применение:

- в качестве корма для культивируемых беспозвоночных животных;
- для кормления рыб;
- как высокоактивная кормовая добавка к искусственным кормам для рыб.

Это только в рыбном хозяйстве, но она используется и в других отраслях народного хозяйства. Биомасса высокопродуктивных штаммов рода *Chlorella* и *Scenedesmus* после соответствующей обработки используется в качестве добавки в рационы скота, а также в пищевых целях. Гидролизаты белка зеленой водоросли *Scenedesmus* используются в медицине и косметической промышленности.

Хлорелла используется в рационах сельскохозяйственных животных и птицы. Доказано положительное действие хлореллы на общее физиологическое состояние и увеличение приростов животных. Животным хлореллу можно скармливать в виде суспензии, пасты, а также сухой биомассы. Она применяется как биостимулятор (увеличение приростов живой массы), а также в ветеринарных и профилактических целях (хлорелла обладает бактерицидным действием).

В Японии используют хлореллу в производстве кондитерских изделий и отдельных молочных продуктов.

В рыбоводстве на суспензии хлореллы выращивают многих беспозвоночных, которые в дальнейшем используются для кормления рыб.

В настоящее время культивируют десятки видов водорослей, но объекты промышленного разведения пока еще малочисленны, это, главным образом, различные виды и штаммы хлореллы, сценедесмуса, спиролины (*Chlorella vulgaris*, *Ch. pueroidosa*, *Ch. regularis*, *Scenedesmus acutus*).

1. 1. Пищевая ценность сине-зеленых водорослей. Большое место в фитопланктоне многих водоемов занимают сине-зеленые водоросли.

Отдел насчитывает более 1,5 тыс. видов. Сине-зеленые водоросли вместе с бактериями относятся к прокариотам и многие ученые склонны исключать цианеи из группы водорослей. Сине-зеленые водоросли чрезвычайно широко распространены в природе.

Среди сине-зеленых водорослей есть одноклеточные формы, но преобладают нитчатые и колониальные.

Сине-зеленые водоросли распространены повсеместно на Земном шаре и поселяются там, где не могут произрастать другие растения.

Способность некоторых сине-зеленых фиксировать азот (*Anabaena*, *Gloeocapsa*, *Nostoc*, *Calothrix*) позволяет им поселяться в местах, где полностью отсутствует питательная среда, например, на вулканах после их извержения. Сине-зеленые водоросли могут поселяться в

горячих источниках, благодаря особому коллоидному составу их протоплазмы. Сине-зеленые водоросли встречаются в пресных и соленых водах, обычны в почвенных и надпочвенных сообществах, в сырых местообитаниях, на камнях, коре деревьев, на ледниках и снежниках.

Многие сине-зеленые водоросли, произрастающие в планктоне эвтрофных (богатых питательными веществами) водоемах способны вызывать массовое «цветение» воды.

Биомасса этих водорослей в водохранилищах и прудах может достигать в местах скопления нескольких кг/м³. В сухом веществе сине-зеленых водорослей содержится до 62 % сырого протеина. Белок сине-зеленых водорослей полноценен по аминокислотному составу, в нем содержатся все незаменимые аминокислоты, но высокое содержание труднорастворимых белков делает свежие и сухие сине-зеленые водоросли малопригодными для питания гидробионтов. Так, например, в белке *Microcystis aeruginosa* и *Aphanizomenon flos-aquae* 60% составляют трудно извлекаемые фракции. В сине-зеленых содержится много витаминов, в больших количествах обнаружены β-каротин, витамин В₁₂, тиамин В₂, пиридоксин, биотин (Н), никотиновая кислота (РР) и витамин С.

В составе ферментов сине-зеленых водорослей отсутствуют крахмалонакопляющие ферменты, в связи с чем не обнаружен настоящий крахмал, но имеется крахмалоподобное вещество – крахмал сине-зеленых. В составе сине-зеленых обнаружен гликоген. Содержание золы у сине-зеленых водорослей намного меньше, чем у диатомовых. Водоросли, взятые для анализа из пресной воды содержали 2,6–5,3 % золы, из морской – 5,2–25,0 %. Основную часть золы сине-зеленых составляют сернокислые соли железа, магния, кальция и калия. Наличие труднопереваримых углеводов и белков ограничивает физиологическую доступность живых сухих синезеленых для гидробионтов.

1. 2. Пищевая ценность протококковых водорослей. Протококковые – микроскопические зеленые водоросли. Служат пищей для дафний и других водных организмов, являющихся, в свою очередь, пищей рыб. Среди зеленых водорослей большое значение имеют планктонные водоросли, особенно хлорелла и сценедесмус как объекты массового культивирования.

Хлорелла (*Chlorella*), род микроскопических одноклеточных зелёных водорослей из класса протококковых.

Клетки шаровидные или эллипсоидные, с целлюлозной оболочкой, содержащие один пристенный хлоропласт с пиреноидом или без него и одно ядро, запасные продукты – крахмал и масло. Объект массового культивирования в качестве возможного источника пищи и корма, для биологической очистки сточных вод, регенерации воздуха в замкнутых экосистемах (на космических кораблях, подводных лодках).

Сценедесмус (*Scenedesmus*) (рис. 2 б), род зелёных водорослей из класса протококковых. Образует ценобии (колонии) из 4–16 продолговатых клеток, соединённых боковыми стенками. Поверхность клеток гладкая или с различными выростами, крайние клетки нередко с шипами. Насчитывается около 100 видов, обитают в пресных водах. Предпринимаются попытки культивировать сценедесмус в качестве источника пищи и корма.

Белок протококковых водорослей содержит все незаменимые аминокислоты и хорошо усваивается водными беспозвоночными и растительноядными рыбами. В сухом веществе протококковых почти 14 % жиров, в составе которых преобладают ненасыщенные жирные кислоты. В составе углеводов протококковых содержится сахароза и крахмал. В большом количестве обнаружены также глюкоза, фруктоза и другие маннозы. Протококковые водоросли богаты витаминами, в том числе β-каротин, С, В₁, В₂, РР, В₃, В₆, Н, В₁₂, Д, К, F, E.

Максимальное количество витаминов содержится в водоросли в период их интенсивного роста (витаминов содержится больше чем в овощах и фруктах). Хлорелла выделяет большое количество витаминов в окружающую среду, а также ферментов. Калорийность сухого вещества протококковых водорослей обуславливает интенсивное развитие зоопланктона и бентоса и способствует повышению рыбопродуктивности.

Химический состав зеленых и синезеленых водорослей по сравнению с соей представлен в табл. 1.

Таблица 1. Состав сухого вещества зеленых и синезеленых водорослей по сравнению с соей [Привезенцев]

Растение	Показатели					
	Белок	Вода	Липиды	Углеводы	Клетчатка	Зола
Зеленые водоросли	50–56	4–8	12–14	10–17	3–10	6–10
Синезеленые водоросли	56–62	10	2–3	16–18	–	2
Соя	34–40	7–10	16–20	19–35	3–5	4–5

Количество белка в водорослях может варьировать в зависимости от условий культивирования. Варьируя состав питательной среды, можно процессы биосинтеза в клетках хлореллы сдвинуть в сторону накопления либо белков, либо углеводов, а также активировать образование тех или иных витаминов. Содержание витаминов в водорослях больше, чем в овощах и фруктах.

2. Культиваторы для производства микроводорослей

Хлореллу можно культивировать как под открытым небом, так и в помещениях. Для массового культивирования хлореллы под открытым небом могут быть использованы установки самой различной формы и размеров. Для их изготовления пригодны различные материалы: кирпич, бетон, дерево, органическое стекло и др.

Таким образом, для производства микроводорослей используют культиваторы открытого и закрытого типа (рис. 1).

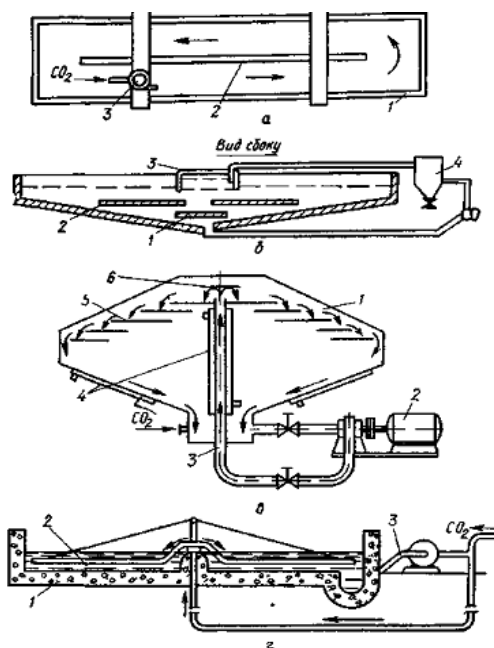


Рис. 1. Устройства для культивирования микроводорослей:

- а* – культиватор ЛГУ: 1 – корпус; 2 – неполная срединная перегородка; 3 – насос;
б – культиватор ВНИИПРХ-64: 1 – дисковая перегородка; 2 – кольцевая перегородка; 3 – газовый колпак; 4 – насос; *в* – культиватор ВНИИбиотехники: 1 – корпус; 2 – насос; 3 – нагревательная труба; 4 – теплообменники; 5 – сточный конус; 6 – насадка; *г* – японский культиватор: 1 – круглый бассейн; 2 – вращающиеся перфорированные трубки; 3 – насос

В открытых культиваторах водорослевая суспензия не изолирована от атмосферы, в закрытых полость культиватора, содержащая суспензию, имеет отличные от окружающей атмосферы физико-химические параметры.

Открытые культиваторы, как правило, просты по конструкции, дешевы в изготовлении и удобны в эксплуатации. Однако, они имеют ряд недостатков, связанных с трудностью осуществления оптимизации и стабилизации некоторых факторов роста микроводорослей и легкостью загрязнения и заражения культуры.

Конструкции культиваторов закрытого типа обеспечивают возможность направленного регулирования параметров выращивания, что открывает перспективу резкого повышения урожая с единицы объема при более экономном расходовании химикатов и углекислого газа, увеличения плотности суспензии, улучшения ее качества вне зависимости от внешних условий.

Конструкции культиваторов для микроводорослей разнообразны, но в общей схеме содержат следующие основные функциональные системы и блоки:

1. Реактор.
2. Системы: освещения, питания, газообмена, термостабилизации, перемешивания, отбора урожая, контроля и управления.
3. Вспомогательное оборудование.

Реактор представляет собой резервуар, в котором происходит рост и размножение культуры микроводорослей. Наибольшее распространение на производстве получили реакторы в виде плоскопараллельных кювет стеклотрубчатых систем, разнообразные круглые, прямоугольные бассейны и пр.

Система освещения включает источник света и устройства для его распределения и отражения.

Система питания предназначена для поддержания концентрации растворенных в воде питательных веществ в пределах, не вызывающих лимитирование или ингибирование роста микроводорослей. Система состоит из емкостей для питательной среды и дозаторов, обеспечивающих добавление в реактор определенного объема питательной среды при одновременном отборе такого же объема культуры.

Система газообмена включает источник углекислого газа (газобаллоны, топливные газы, биологические объекты), компрессор, расходомеры, магистрали движения газовой смеси.

Система термостабилизации предназначена для поддержания температуры суспензии микроводорослей в оптимальных пределах.

Система перемешивания предназначена для улучшения питания и дыхания клеток суспензии микроводорослей, для создания более равномерного облучения клеток светом, для уменьшения оседания на поверхность реактора.

Производство микроводорослей включает ряд операций:

- подготовка питательной среды;
- приготовление инокулянта;
- зарядка и запуск культиватора;
- культивирование и выдача готовой продукции;
- регулярная чистка и обеззараживание технологического оборудования.

В настоящее время разработано большое количество культиваторов для интенсивного выращивания микроводорослей. Это могут быть открытые круглые неглубокие бассейны (рис. 2 а), перемешивание суспензии осуществляется с помощью флейты, или гребным колесом (дешево, но выход продукта меньше). Так же распространены закрытые культиваторы: специализированные трубы с прокачкой и добавлением питательных элементов (рис. 2 б) (эта установка дороже, но и выход продукта в ней больше).

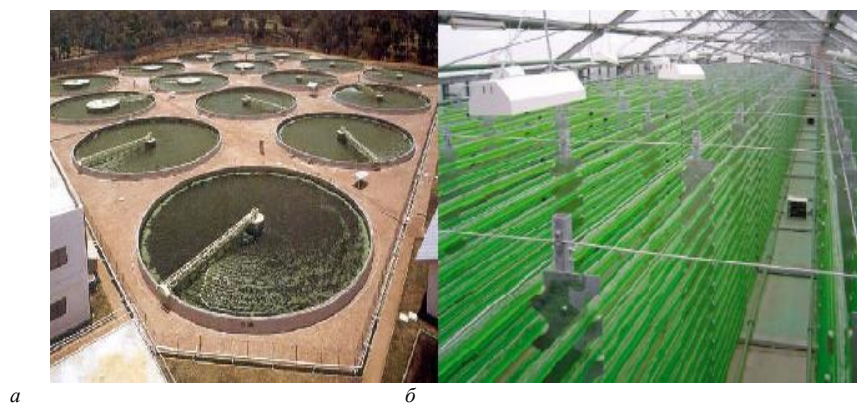


Рис. 2. Культиваторы для интенсивного выращивания микроводорослей:
а – бассейны для культивирования микроводорослей;
б – трубчатый культиватор микроводорослей.

В лабораторных условиях для культивирования микроводорослей применяется культиватор закрытого типа. Установка состоит из двух плоскопарных кювет объемом 8 л каждая, между ними помещен светильник. Культура постоянно перемешивается воздухом, который подают со скоростью 2,5 л/мин на 1 л культуры. Один раз в сутки культуру сливают и доливают свежую питательную среду, а 2–3 раза в сутки в культиватор вносят мочевины из расчета 0,25 г/л. Ежесуточная продуктивность культуры при таком режиме составляет 8 г сухой или 24 г сырой биомассы с 1 л среды.

Урожайность водорослей колеблется в широких пределах – от 2 до 20 г сухого вещества на 1 м³ в сутки.

3. Методы культивирования микроводорослей

Существует три метода культивирования микроводорослей:

- накопительный (периодический)
- непрерывный
- квазинепрерывный

Накопительный является наиболее простым, при котором водоросли развиваются сначала в условиях избытка, а затем недостатка питательных веществ. В среде накапливаются продукты метаболизма. По достижении максимальной плотности суспензию используют, после чего цикл можно повторять.

Недостатки метода: 1) недостаточно эффективное использование оборудования; 2) периодичность поступления биомассы; 3) низкая биологическая активность получаемой суспензии.

Непрерывный метод является более совершенным. Достоинства метода: 1) культура поддерживается в активном физиологическом состоянии; 2) постоянное поступление биомассы.

Применяются два основных способа непрерывного культивирования микроводорослей: хемостатный и турбидостатный (плотностатный).

Суть первого состоит в том, что в аппарате устанавливается постоянная скорость потока питательной среды. В этих условиях концентрация клеток в среде устанавливается в соответствии с заданной скоростью потока за счет саморегулирующих свойств культуры. Имеют место колебания величины биомассы в культиваторах и в сливаемых порциях урожая, обусловленные физиологическим состоянием культуры микроводорослей. Регулирование при этом способе ведется путем подбора скорости потока среды.

Турбидостатный способ предусматривает принудительную автоматическую стабилизацию плотности суспензии, а скорость потока определяется факторами роста. При культивировании водорослей, для которых одним из определяющих факторов является стабильное обес-

печение клеток светом, турбидостатный способ предпочтительнее, поскольку он основан на стабилизации оптической плотности суспензии.

Турбидостатное культивирование является самым совершенным и продуктивным методом для одноклеточных водорослей, однако требует наличия сложной автоматически действующей аппаратуры, но именно при использовании этого способа достигаются наибольшая продуктивность и устойчивость процесса биосинтеза микроводорослей при непрерывном культивировании.

Квазинепрерывный характеризуется импульсивным сливом суспензии и пополнением питательной среды. Он занимает промежуточное положение между накопительным и непрерывным. Культура выращивается до определенной плотности, соответствующей линейной стадии кривой роста в конкретных световых условиях, затем производится отбор части суспензии, отделение (сепарирование, фильтрация) биомассы урожая от питательной среды и возврат питательной среды в культиватор. Объем возвращаемой среды доводится до величины, равной объему слитой суспензии. В культиватор добавляются питательные элементы, количество которых может быть определено по количеству полученной биомассы урожая. Необходимо учитывать, что при возврате питательной среды в суспензии накапливаются метаболиты водорослей и периодически возникает необходимость полной замены раствора на свежий.

Лекция 4. Получение живых кормов методом инкубации яиц водных беспозвоночных

Вопросы

1. *Artemia salina* как кормовой объект
2. Размножение и развитие артемии
3. Влияние факторов среды на развитие науплиусов
4. Биотехника массового получения науплиусов
5. Декапсуляция яиц
6. Методы консервации артемии

1. *Artemia salina* как кормовой объект

Многие водные беспозвоночные, обитающие во временных, пересыхающих, ультрагалинных водоемах или в прибрежной части крупных водоемов обладают способностью переносить длительное высыхание, промерзание, повышение температуры за критические пределы, летальные для особей данного вида в деятельном состоянии в виде стойких покоящихся яиц. При попадании яиц в благоприятные условия существования из них выходят личинки, дающие начало новым популяциям.

Жаброногие рачки, такие как *Artemia salina*, откладывают громадное количество покоящихся яиц. При массовой откладке таких яиц, в известные периоды и при определенных условиях становится возможным их сбор, с целью получения мельчайшего корма для личинок рыб.

Наиболее доступными для сбора оказались покоящиеся яйца жаброногого рачка артемия салина, обитающего в ультрагалинных водоемах. Полученные из яиц науплиусы являются хорошим кормом для выращиваемых в промышленных условиях личинок рыб.

Для выращивания более крупных личинок рыб (осетровых и лососевых) используют не только науплиусов, но и артемию на более поздних стадиях развития. Практика мирового рыбоводства убедительно показала особую ценность науплиусов артемии в качестве стартового корма для личинок рыб.

Ценность артемии как кормового объекта определяется:

- благодаря широкому диапазону размеров, может быть использована как корм для разных видов рыб на разных этапах (0,5–10 мм);
- мелкими размерами науплиев (0,5 мм) с мягким и тонким (1 мкм) наружным скелетом, что позволяет использовать науплиев в первые часы и дни жизни многих видов рыб и ракообразных;
- высоким темпом роста, за две недели выращивания рачки увеличиваются в длину в 20 раз, а их сухая масса возрастает в 500 раз;
- высокой степенью использования пищи на прирост – до 50%;
- высоким содержанием белка в теле рачка – до 60% (на сухие массы) при значительном уровне незаменимых аминокислот, витаминов, гормонов, каротиноидов;
- способностью к интенсивному росту при очень высоких плотностях (более чем 10 000 животных на 1 л соленой воды);
- высокой плодовитостью (более чем 100 потомков за каждые четыре дня);
- уникальными адаптационными возможностями вида, позволяющими рачкам существовать в широком диапазоне солености – от солоноватых вод до перенасыщенных;
- возможность находится в виде инертного продукта – яиц которые могут быть собраны в промышленных масштабах и способны сохраняться годами, и через 1–2 суток инкубации в любое время года могут быть получены свободноплавающие науплии;
- медленным плаванием, делающим науплиев и взрослых рачков доступным кормом для потребителей;
- содержанием в теле взрослых рачков репродуктивных гормонов, стимулирующих созревание организмов – потребителей артемии.

Артемия относится к подтипу ракообразных (*Crustacea*), классу жаброногие (*Branchiopoda*), отряду жаброноги (*Anostraca*), семейство Артемиевые (*Artemiidae*). Известно более 50 рас артемии, различающихся по морфологическим, физиологическим и биохимическим показателям. Эти различия определяются генетической неоднородностью популяций, а также условиями окружающей среды.

2. Размножение и развитие артемии

Артемии – раздельнополы. Они могут размножаться половым путем и партеногенетически без участия самцов. Яйцевой мешок самок имеет округлую форму. При определенных условиях развитие яиц полностью протекает в яйцевом мешке и самки выметывают молодь на стадии науплиуса в окружающую среду. При неблагоприятных условиях самки прекращают живорождение и откладывают яйца. Одна самка может давать до 170 яиц или науплиусов за одну кладку и около 30 кладок в течение жизни. Для практического использования в рыбоводстве представляют интерес покоящиеся (диапаузирующие) яйца артемии. Схема размножения артемии представлена на рис. 3.

Существуют партеногенетические и двуполые особи артемии соответственно с яйцеживорождением и яйцекладущими видами репродукции. Из цист вылупливаются яйцеживорождающее потомство; яйца сохраняются внутри матки до полного завершения эмбрионального развития. В экстремальных условиях эмбрионы развиваются только до стадии гастролы. После чего у яиц (размер 200–300 мкм) образуется толстая оболочка и переходят в состояние покоя или спячки (диапаузы) с соответствующим метаболизмом и самка (яйценосная) выводит их из своего тела

В определенные периоды года огромные количества яиц артемии плавают на поверхности соленых озер и сносятся ветрами и волнами к берегу. Яйца остаются в диапаузе до тех пор, пока находятся в сухом (высушены на воздухе или обезвожены за счет пребывания в условиях повышенной солености) или анаэробном состоянии. Диаметр диапаузирующих яиц в среднем равен 0,2 мм, масса сырого яйца – 0,04 мг, сухого 0,02 мг, причем 30 % массы сырого яйца приходится на оболочку. Находящиеся в покоящихся яйцах эмбрионы могут переносить неблагоприятные внешние условия. Они выдерживают значительное высыхание и могут

находится в сухом состоянии в течение нескольких лет. Благодаря высокой стойкости диапаузирующих яиц, вид переносит осолонение, опреснение, промерзание, воздействие высоких температур и расселяются из одного водоема в другой.

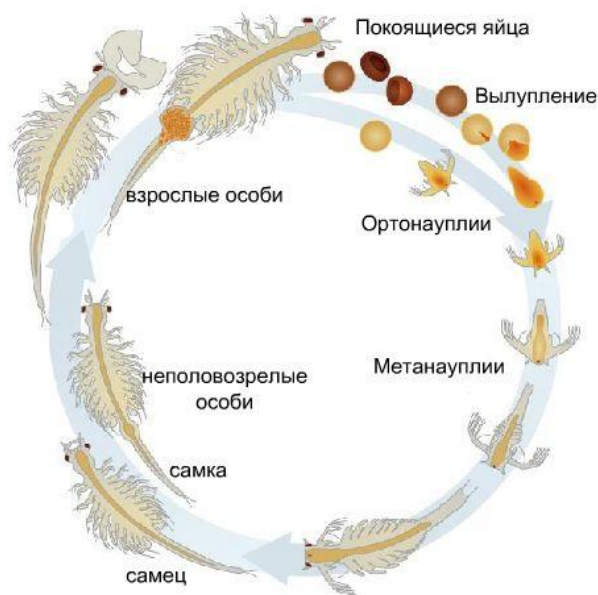


Рис. 3. Цикл развития артемии

После периода диапаузы при благоприятной температуре и высоком содержании в воде кислорода и прочих оптимальных условиях в яйце продолжается развитие эмбриона, которое завершается в течение 24–48 часов, после чего оболочка разрывается и науплиусы выходят во внешнюю среду. При выходе из яйца науплии имеют длину 0,45 мм, сырая их масса равна 0,01 мг. Науплий имеет коричневатую-оранжевую окраску благодаря присутствию желтка, у него три пары конечностей: антенны, выполняющие двигательные и сенсорные функции, и рудиментарные мандибулы (рис.4).



Рис. 4. Науплии артемии

Личинка растет и проходит 15 линек: туловище и брюшко начинают удлиняться, функционирует кишечный тракт, парные отростки превращаются в грудные ножки и смещаются в область туловища, начинается развитие боковых сложных глаз. Начиная с десятой стадии наблюдаются важные морфологические изменения: антенны теряют первичную двигательную функцию. У будущих самцов они превращаются в специальные крючкообразные хватательные органы, а у самок – в короткие листообразные отростки. Грудные ножки делятся на три функциональные группы: телоподиты, действующие как фильтраторы, веслоподобные эндоподиты, обеспечивающие локомоторную активность, и мембранные экзоподиты, функционирующие как жабры.

Самки имеют парные яичники, располагающиеся по обеим сторонам кишечного тракта позади грудных ножек (рис. 5).

Созревшие ооциты поступают из яичника в непарную матку, находящуюся внутри яйцевого мешка. В нее же открываются протоки скорлуповых желез, из секрета которых образуется наружная оболочка яиц.



Рис.5. Взрослая артемия:
а – самец; б – самка.

После копуляции оплодотворенное яйцо развивается в свободно-плавающий науплий (живорождение) или, когда достигает стадии гастрюлы, окружается толстой оболочкой и откладывается как циста, находящаяся в диапаузе (яйцено-шение). Чередование живорождения и яйценошения может происходить несколько раз в течение жизни самки. Переход от живорождения к яйценошению происходит при повышении солености и снижении содержания кислорода в среде.

В случае пересыхания водоема яйца из состояния диапаузы могут перейти в стадию покоя, в которой могут находиться несколько лет. При попадании в воду они способны к дальнейшему развитию.

По способу питания артемия является фильтратором. Науплии для этой цели пользуются щетинками антенн, взрослые всеми грудными ножками. Избирательность в отношении качества корма не обнаружена. Питается артемия одноклеточными водорослями, бактериями, простейшими. Количество отфильтрованной пищи зависит от размера рачков. По мере увеличения концентрации пищи количество отфильтрованного материала уве-

личивается, но до определенного предела. С увеличением концентрации пищи скорость фильтрации замедляется.

Длительность жизни рачков составляет несколько месяцев, плодовитость до 100 науплиев или яиц каждые 3–7 дней.

3. Влияние факторов среды на развитие науплиусов

О чрезвычайной пластичности артемии свидетельствует ее отношение к факторам внешней среды.

Артемия обитает в хлоридных, сульфатных и карбонатных водах, соленость их достигает 300 ‰ промилле. Но некоторое время она может жить даже в пресной воде (не более 1 часа), что позволяет использовать ее в качестве живого корма для пресноводных аквариумных рыб.

Яйца прогидротированы (оводнены) и эмбрионы развиваются лишь тогда, когда соленость опускается ниже 85 ‰. При более высокой солености яйца не могут проклюнуться, поскольку они не гидратируются. Для выклева науплиусов, роста, формирования молоди и существования самок наиболее благоприятна соленость 30–80 ‰. Откладка диапаузирующих яиц происходит более интенсивно при солености воды более 90 ‰.

Удивительная жизнестойкость артемии проявляется и в отношении к температурному режиму водоемов, где она обитает. В течение года температура воды там колеблется в пределах от минус 20 до плюс 30 °С, а в отдельных районах этот диапазон еще шире. В то же время артемия – летняя теплолюбивая форма: оптимальная температура для активной фазы ее жизни 25–28 °С, но она может существовать и при 35–37 °С. При понижении температуры ее жизненные процессы замедляются, и при температуре менее 5 °С она, как правило, погибает, хотя известны случаи, когда вмерзшие в лед рачки после оттаивания оживали. Дегидротированные яйца сохраняют выживаемость даже при таких температурах, которых нет в естественных условиях: до «минус» 200 °С и «плюс» 130 °С.

Артемия очень лабильна в отношении содержания растворенного кислорода в среде. Нижней летальной кислородной границей для них является 0,17 мг/л. Молодь артемий также

переносит существенное понижение содержания кислорода. Оптимальное содержание кислорода для артемии на этих этапах 6–8 мг/л. В период формирования зародыша требуется повышенное содержание кислорода на окисление запасных питательных веществ, используемых эмбрионом, и дыхание (10 – 12 мг/л).

Пороговая концентрация кислорода для взрослой формы очень низкая – 0,5 мг/л, а для науплиев и того меньше – 0,3 мг/л. Рачок живет до двух часов даже в анаэробной (бескислородной) среде.

Отношение к свету, у только что выклюнувшихся науплиусов и у рачков на более поздних стадиях, различно. Науплиусы проявляют способность к положительному фототаксису, это связано с тем, что в освещенной зоне, в поверхностных слоях воды, они находят лучшие условия питания и большее количество кислорода. Взрослые рачки положительно реагируют на свет при понижении содержания кислорода в воде.

В естественных местах обитания артемии рН воды бывает как нейтральным, так и щелочным. Яйца при инкубировании выдерживают значительные колебания рН, но эффективность выклева значительно увеличивается, если рН находится в диапазоне 8–9.

4. Биотехника массового получения науплиусов

Биотехника массового получения науплиусов артемии салина включает следующие основные этапы: заготовку и очистку яиц; хранение; активацию; инкубацию яиц. Они тесно связаны между собой и представляют единый процесс.

Заготовка и очистка яиц. Сбор артемии начинается с момента массового появления диапаузирующих яиц. Вылов яиц из воды можно начинать со второй половины лета, все осенние и зимние месяцы и ранней весной до прогревания воды до 10–14 °С и выклева первых науплиусов. Наилучшее время для сбора яиц артемии – осень.

Сбор яиц артемии на берегу не представляет большой сложности. Наиболее чистые яйца из свежих выбросов и из толщи воды, где количество хороших составляет 80–95 % от общей массы. Свежие выбросы следует искать на пологих подветренных берегах, особенно много яиц скапливается в естественных ловушках (коссы, небольшие заливы и бухточки). Выбросы имеют вид полосы, идущей параллельно береговой линии. Свежие выбросы имеют желтовато-розовую окраску, старые – серую или коричневую.

Свежие яйца из выбросов на берегу осторожно собирают лопатой или савочком, не захватывая грунт.

Запасы яиц артемии сильно варьируют на отдельных водоемах или на одном водоеме в разные годы. Рационально, изымая яйца из водоема, оставлять определенную часть для естественного воспроизводства. Неоправданно интенсивная заготовка яиц привела к подрыву запасов артемии в уникальном водоеме – Большом Соленом Озере (штат юга, США), являющимся основным поставщиком яиц артемии на мировом рынке.

При производственном получении науплиусов для кормления личинок рыб важное значение имеет процент выклева.

Яйца, собранные летом или осенью, дают без специальной обработки 3–5% выклева, несмотря на высокое содержание в них живых эмбрионов.

Прежде чем приступить к заготовке яиц следует определить степень их доброкачественности, так как даже при осмотре под лупой мертвые яйца и нерасклевывшаяся скорлупа схожи с доброкачественными.

Существует несколько способов определения качества сбора:

1. Яйца раздавливают между двумя предметными стеклами и рассматривают в лупу 10–15 кратного увеличения. Наличие жирных пятен свидетельствует, что яйца живые (нельзя путать с пятнами, оставшимися при раздавливании скорлупы яиц, заполненной через трещину вязким светлым илом).

2. Часть яиц опускают в прозрачный сосуд (пробирку или стакан) с пресной водой. Скорлупа всплывает наверх, а доброкачественные яйца опускаются на дно (иногда заполненная илом скорлупа также опускается на дно).

3. Небольшое количество яиц зажимают между подушечками двух пальцев, затем делают несколько перетирающих движений и яйца рассматривают непосредственно на пальце через лупу 10–15 кратного увеличения. Если материал скатывается в веретенца или рассыпается на чешуйки, он недоброкачественный, если остался в виде отдельных яиц – доброкачественный.

Очистку проводят несколькими способами. Механический с помощью сит, но это не обеспечивает удаление всех нежелательных примесей (остаются идентичные по размеру яйцам примеси).

После механической очистки применяют очистку по удельному весу. В пресной воде пустые скорлупки всплывают наверх, а яйца и частицы песка оседают на дно (в течение часа происходит набухание яиц и их осадка на дно). В соленой воде живые яйца всплывают в верхний слой воды, а песок на дно.

Хранение большого количества покоящихся яиц целесообразно проводить в сухом виде. Влажность высушенных яиц не должно превышать 2–5 %. Высушенные яйца хранят в темном прохладном сухом помещении в водо- и воздухонепроницаемой упаковке. Такие яйца могут храниться месяцами. При хранении их на открытом воздухе, они гидратируются, вследствие чего может произойти разрыв оболочек. Для длительного хранения в тепле они должны быть упакованы в бескислородных условиях. Это обычно делается под вакуумом в жестяных банках. Такие яйца могут храниться годами. Гидротированные яйца могут храниться при температуре от минус 18 °С до плюс 4 °С в темном месте.

Активация яиц артемии салина – основной момент биотехники массового получения науплиусов. Активирующее действие на яйца оказывает свет и химические реагенты: сода, бура, органические растворители – ацетон, бутанол, этиловый эфир. При обработке бурой выклев колеблется от 9 до 43 %, ацетоном – до 15 %, содой – 13 %.

Низкий процент выклева науплиусов имеют яйца артемии, собранные в осенний период, в то время как у яиц, собранных весной, наблюдается высокий выклев. Значит в природных условиях активация яиц происходит в осенне-зимний период. Поэтому, в основе одного из способов активации яиц лежит имитация природных условий. Замораживание в морозильнике (при температуре от минус 18 °С до минус 25 °С) дегидратированных в насыщенном рассоле NaCl чистых яиц через месяц повышает выклев на 8–30 %, через 4 месяца – на 43–50 %, через 6 месяцев – на 70 %. Активация холодом сухих яиц (влажность менее 10 %) не происходит.

В последние годы для активации яиц используют перекись водорода. Это связано с тем, что при развитии яиц от гастролы до науплиусов проходят активные окислительно-восстановительные процессы и эмбрион нуждается в большом количестве кислорода, и возникает необходимость использования его в виде перекиси водорода. Существует несколько способов обработки яиц перекисью:

- выдерживание яиц в течение 15–30 минут в 3-% растворе перекиси водорода с последующей промывкой;

- непосредственно внесение в инкубационную среду 1–3 мг/л 3 % перекиси водорода.

Инкубация яиц. Обычно яйца артемии инкубируют в 3–5 % растворе NaCl или Na_2SO_4 .

Для приготовления инкубационной среды используют поваренную нейодированную соль или природную морскую воду. Желательно добавлять 2 г технически чистого NaHCO_3 на 1 литр среды. Сода используется для увеличения буферной способности среды при инкубации яиц при высоких плотностях и для гарантии, что уровень pH не опустится ниже 8,0.

Для инкубации яиц необходимо высокое содержание кислорода в воде, которое обеспечивается непрерывной продувкой солевого раствора с содержащимися в нем яйцами, воздухом или кислородом. Плотность загрузки инкубационных устройств должна быть в пределах 4–8 г сухих яиц на 1 л инкубационной среды.

Оптимальные условия инкубации:

- температура должна быть в пределах 25–30 °С;
- постоянная освещённость 1000–2000 люкс;
- солёность 30-35‰;
- кислород 2-4 мг/л;
- рН 8-9;
- сильная аэрация.

5. Декапсуляция яиц

Декапсуляция, т. е. снятие наружных оболочек, является путем повышения эффективности использования яиц. Оболочка покоящегося яйца артемии состоит из трех хорошо различимых слоев: двух слоев хитиноподобного хориона и внутренней эмбриональной кутикулы. Наружный (кортикальный) слой хориона толщиной около 1 мкм состоит из плотного вещества, не разрушаемого трипсином. Альвеолярный слой хориона довольно толстый (6–7 мкм), внутри него находятся соединенные друг с другом полости. Этот слой скорлупы играет существенную роль при гидратации и дегидратации яиц, принимая в полости или отдавая из них значительное количество воды.

Хорион, непереваримый для большинства рыб и беспозвоночных, легко растворяется в растворах гипохлорита, в результате чего эмбрион остается в тонкой и мягкой эмбриональной кутикуле, которая легко переваривается в организме животных. Функция кутикулы состоит в защите появляющегося науплия от повреждений о края скорлупы при выклеве.

Декапсуляция яиц представляет собой экзотермическую реакцию между ионами гипохлорита и веществами хориона яиц, которые под действием этих ионов окисляются.

5. 1. Преимущества декапсуляции. Применение метода декапсуляции яиц артемии дает следующие преимущества:

- прежде всего упрощается техника инкубации яиц, так как не требуются сепараторы для отделения науплиев от оболочек, которые растворяются при обработке. При этом уменьшаются потери яиц, сокращаются затраты ручного труда;
- полное отделение науплиусов от пустых оболочек не всегда выполнимо. Скорлупа и яйца, выклева из которых не происходит, при попадании в выростные емкости с личинками рыб заглатываются ими, но не перевариваются и иногда вызывают полную блокаду кишечника и гибель потребителей;
- освобожденные от хориона эмбрионы являются практически стерильными, так как в процессе обработки погибают находящиеся на оболочках бактерии, споры грибов и водорослей;
- науплии, полученные из декапсулированных яиц имеют несколько большую массу и более высокое содержание энергии, так как последняя не была потрачена на разрыв хориона при выклеве;
- повышается эффективность и синхронность выклева науплиусов;
- упрощается кормление личинок рыб высушенными декапсулированными яйцами, что позволяет автоматизировать процесс кормления.

Таким образом, полученные после декапсулирования эмбрионы можно использовать следующим образом. Во-первых, они могут быть инкубированы, и науплии будут использованы традиционным путем. Во-вторых, некоторыми видами рыб и беспозвоночных они могут употребляться непосредственно, без доинкубации. В-третьих, могут быть законсервированы в насыщенном солевом растворе и храниться в нем без снижения процента выклева в течение нескольких месяцев, а по мере надобности их можно инкубировать или использовать в корм в таком виде. В насыщенном солевом растворе происходит дегидратация (обезвоживание) эмбрионов, и метаболические процессы приостанавливаются. Для продолжения развития эмбриона его надо обводнить – поместить в воду соленостью ниже 85 ‰ (обычно 5–30 ‰).

5. 2. Этапы декапсуляции яиц артемии.

Процедура декапсуляции включает в себе ряд последовательных операций:

- определение процентного содержания активного хлора в хлорсодержащем реагенте;
- гидратация яиц артемии;
- приготовление декапсулирующего раствора;
- обработка в декапсулирующем растворе;
- промывка декапсулированных яиц артемии и дезактивация активного хлора;
- дегидратация и хранение.

Гидратация яиц. Перед декапсулированием яйца должны быть гидратированы. Полное удаление хориона может быть проведено только у яиц сферической формы, которую они приобретают в процессе гидратации. У большинства рас полная гидратация яиц достигается в пресной или морской (но не выше 35 ‰) воде через 2 ч при температуре 25 °С. Время гидратации увеличивается со снижением температуры.

Гидратацию удобно проводить в таких же емкостях с коническим дном, какие применяют при инкубации. После окончания гидратации яйца процеживают через сачок из мельничного газа № 40–46, или концентрируют на сите с ячейей размером 120 мкм, дают стечь остаткам воды, а затем переносят в декапсулирующий раствор. Гидратированные яйца, которые по каким-либо причинам не могут быть немедленно декапсулированы, можно хранить в течение нескольких часов в холодильнике при температуре 0–4 °С.

Приготовление декапсулирующего раствора. Для декапсулирования яиц артемии используют гипохлорит натрия или технический гипохлорит кальция, так как он имеет более низкую себестоимость и широко применяется в качестве дезинфицирующего средства, а также ряд других препаратов.

Отечественная промышленность выпускает химикаты различных марок, содержащие активный хлор: гипохлорит натрия (хлорноватистокислый натрий), гипохлорит кальция, двухосновный гипохлорит кальция, хлорная известь.

Порцию гипохлорита кальция, содержащую 50 г активного хлора растворяют в 1,4 л морской воды. Полученный раствор аэрируют в течение 10 мин, затем добавляют в него 40 г технического CaO . Снова аэрируют в течение 10 мин и дают отстояться в течение 10–12 ч. Сливают надосадочную жидкость и используют ее в качестве декапсулирующего раствора.

Аналогично готовится декапсулирующий раствор из гипо-хлорита натрия. Разница состоит лишь в том, что вместо CaO добавляют 15 г щелочи (33 мл 40 %-ного раствора $NaOH$).

В литературе приводятся разные данные по оптимальной концентрации активного хлора (от 17 до 42 г/л) длительности декапсуляции (от 4 до 15 мин) и количеству сухих яиц на 1 л декапсулирующего раствора (80–160 г). За рубежом для декапсуляции 1 г сухих яиц используют обычно 0,5 г активного хлора и 14 мл декапсулирующего раствора.

Обработка в декапсулирующем растворе. Гидратированные, но подсушенные яйца помещают в декапсулирующий раствор, где они должны находиться постоянно во взвешенном состоянии. Этого добиваются путем постоянного перемешивания раствора. Через несколько минут начинается реакция, которая идет с выделением теплоты, образуется пена.

О растворении хориона свидетельствует переход темно-коричневой окраски яиц в серую при использовании $Ca(OCl)_2$ или серой в оранжевую – при обработке гипохлоритом натрия. Декапсулирование длится 7–15 мин в зависимости от температуры раствора.

Промывка декапсулированных яиц артемии и дезактивация активного хлора. Когда хорион полностью растворится (можно видеть под микроскопом), а цвет эмбрионов перестанет меняться и температура поднимется, эмбрионы следует отфильтровать на сито с размером ячейи 120 мкм и промыть водопроводной или морской водой до исчезновения запаха хлора. Но даже при длительном промывании некоторое количество гипохлорита может оставаться на яйцах. Дезактивации остатков хлора можно достичь путем обработки яиц раствором сульфита натрия (0,5 мл 1 %-ного раствора Na_2SO_3 на 100 г яиц) или тиосульфата натрия (0,5 мл 1 %-ного раствора $Na_2S_2O_3$ на 10 г яиц).

Декапсулированные эмбрионы, лишившись хориона, оседают на дно. Яйца, которые полностью не обработаны и сохранили остатки хориона, а значит, и плавучесть, могут быть собраны с поверхности воды. Их можно дегидратировать и хранить до того момента, когда будет производиться декапсуляция следующей партии яиц.

Декапсулированные эмбрионы могут быть использованы в пищу многими объектами аквакультуры, для чего эмбрионы надо собрать в сачок, отмыть от глицерола, метаболитов выклева, бактерий и использовать в качестве корма. Кроме того, в случае необходимости декапсулированные эмбрионы могут храниться в холодильнике несколько дней при температуре 0–4 °С. Они значительно мельче свежевыклюнувшихся науплиев, поэтому могут быть использованы личинками более ранних стадий.

Для получения живых науплиев инкапсулированные эмбрионы следует проинкубировать в оптимальных условиях. Эффект воздействия обработки в этом случае следует оценивать не только по скорости освобождения эмбрионов от хориона, но и по проценту выклева декапсулированных яиц.

Дегидратация и хранение. Декапсулированные эмбрионы могут быть сохранены в течение длительного периода путем дегидратации, для чего после подсушивания на сите с размером ячеек 120 мкм их требуется перенести в насыщенный соляной раствор из расчета 1 г подсушенных яиц на 100 мл раствора (NaCl – 330 г/л).

Дегидратацию проводят в течение ночи (минимум 3 ч при комнатной температуре). Яйца приобретают форму кофейных зерен. Затем их отфильтровывают на сито с размером ячеек 120 мкм, переносят в пластиковый контейнер, снова заливают свежим насыщенным соляным раствором и хранят в холодильнике или морозильнике. В таких яйцах содержится 20 % воды. Высокий выклев сохраняется в течение нескольких месяцев. Декапсулированные яйца теряют всхожесть при освещении, поэтому должны храниться в темноте.

Дегидратированные эмбрионы могут быть использованы непосредственно для кормления или инкубированы, но в том и другом случае требуется удалить остатки соляного раствора, промыв эмбрионы на сите водопроводной водой.

6. Методы консервации артемии

Наиболее экономичным является использование свежевыклюнувшихся науплиусов, а это значит, что инкубацию нужно проводить ежедневно. Значительное облегчение в работах на аквахозяйствах приносит хранение свежевыклюнувшихся науплиев в холодильнике (0–4 °С) в аэрируемых емкостях при плотности посадки до 15 тыс. экз. на 1 л в течение 1–2 суток. После этой операции почти у всех рас выживаемость науплиев остается выше 90 % (даже через сутки после перенесения науплиев из холодильника в культуральный танк при температуре 25 °С), содержание энергии и сухая масса науплиев уменьшаются незначительно (не больше чем на 7–8%).

Живые корма можно сохранять замораживанием и сушкой. Живые кормовые организмы собирают, очищают, сортируют и с целью обезвоживания распределяют на поверхности гипсовой плиты (либо на фильтровальной бумаге, цементной плите, холсте и т.д.), время обезвоживания не более 10–15 мин. Затем обезвоженных личинок собирают, взвешивают и распределяют на поддоне для дальнейшего замораживания. Толщина слоя при этом равна 6,3–12,7 мм (средняя и наиболее оптимальная толщина – 9,5 мм). Личинок подвергают резкому охлаждению при температуре минус 60 °С со временем выдерживания 10–15 мин. Затем температуру уже замороженных личинок повышают до минус 35–40 °С и сразу же переносят в сушильную камеру, давление в которой падает до 0,02 мм рт.ст., т.е. ниже давления насыщенных паров льда при температуре от минус 40 до минус 50 °С. В процессе сублимационной сушки (6–7 ч) необходимо обеспечить подвод тепла во избежание дальнейшего понижения температуры. После обработки содержание влаги составляет менее 3 % и они приобретают белую окраску. Продукт, изготовленный предлагаемым способом, сухой, не клейкий,

белый (в виде кубика с внешним белым слоем и буровато-красным внутри). При намачивании он поглощает воду и восстанавливает свой первоначальный вид.

Лекция 5 . Биологические основы культивирования стрептоцефала и инфузорий

Вопросы

1. Общие сведения *Streptocephalus torvicornis*.
2. Особенности культивирования стрептоцефала.
3. Особенности биологии инфузорий и их значение как живого корма для гидробионтов.
4. Питательные среды для культивирования инфузорий.

1. Общие сведения *Streptocephalus torvicornis*

Стрептоцефал (*Streptocephalus torvicornis*) – пресноводный рачок, относящийся к отряду жаброноги (*Anostraca*).

Стрептоцефалы – обитатели временных или промерзающих пресноводных водоемов с резко меняющимися суточными режимами, что и определило особенности их биологии: обитая в условиях где нет никаких врагов, они не имеют никаких защитных приспособлений.

По внешнему виду стрептоцефал очень похож на артемию салина, но несколько крупнее ее (достигает длины 30 мм) (рис.6. Самцы отличаются от самок тем, что их антенны, расположенные на голове, сильно удлинены, имеют добавочные ветви и часто сложно закручены. У самок они короткие и листовидно расширенные. У самок хорошо заметны яйцевые мешки, расположенные позади жаброножек.

Стрептоцефалы размножаются только половым путем. Соотношение самцов и самок в популяции всегда примерно одинаковое. При температуре 20 °С рачки достигают половой зрелости в возрасте около трех недель с момента вылупления. К этому момент они имеют длину 15 мм.

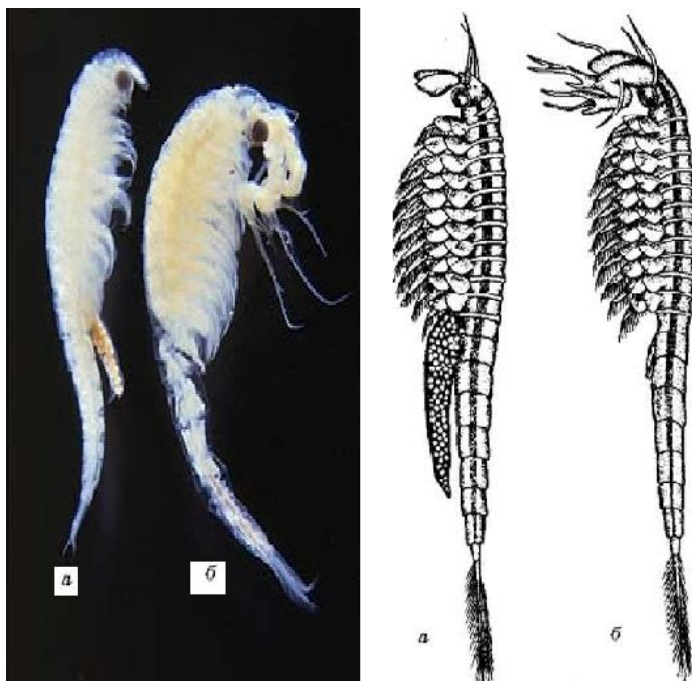


Рис. 6. *Streptocephalus torvicornis*:
а – самка; б – самец.

Оплодотворенные яйца порциями поступают в яйцевой мешок, в котором вынашиваются 3–5 дней. Выбрасывание их происходит порционно, поэтому полное освобождение мешка длится 5–7 часов. Яйцами следующей кладки мешок начинает заполняться через 2–14 часов. Образование яиц у стрептоцефала продолжается в течение всей жизни самки.

Самки мечут яйца через каждые 3–5 дней. За весь жизненный цикл самка делает 15–25 кладок, выметывая в общей сложности 4–5 тыс. яиц диаметром около 0,25 мм.

После откладки яйца опускаются на дно. Они имеют плотную окрашенную в коричневый цвет, сильно сморщенную оболочку. В присутствии взрослых особей они не развиваются и накапливаются на дне водоема вместе с илом и экскрементами стрептоцефалов. Яйца сохраняют жизнеспособность при замерзании и нагревании до 40 °С.

Для яиц стрептоцефала не обязательно высушивание или промораживание, они способны развиваться непосредственно после кладки.

Наибольшее количество яиц – до 600 за одну кладку – характерно для 70-дневных самок. Особи, только что достигшие половой зрелости, откладывают 15–200 яиц. Нормальное их развитие протекает при температуре 10–25 °С. Науплиальная стадия протекает еще в яйце и из него выходит свободноплавающая личинка – метанауплиус. Она быстро растет, переносит ряд линек и примерно через три недели при температуре 19–21 °С превращается во взрослое ракообразное, готовое к размножению.

Продолжительность жизни рачков в среднем составляет 50–70 дней, самцы живут дольше самок.

У стрептоцефалов фильтрационный тип питания. В природе пищей служат простейшие и бактерии, последних они отфильтровывают с одноклеточными водорослями или иловыми частицами.

2. Особенности культивирования стрептоцефала

Одним из наиболее сложных этапов в культивировании стрептоцефала является сбор яиц. Для получения чистых яиц их собирают шлангом со дна вместе с илом. Отделение осуществляют двумя способами:

1) путем пропуска яиц с илом через ряд сит, отделяя таким образом яйца от более крупных и мелких частиц;

2) яйца с илом помещают в глубокий тазик с водой и раскручивают его. Яйца, как более тяжелые собираются на дне в центре горочкой, а ил с водой сливают.

Яйца хранят в сухом виде, высушивая в иле или на тонком песке, а также хранят в холодильнике при температуре 4 °С во влажном состоянии, прикрывая слой яиц в 1 см водой, взятой из емкости с производителями стрептоцефалов.

В лабораторных условиях стрептоцефала выращивают в стеклянных кристаллизаторах или аквариумах. При производственном разведении используют бассейны.

В лабораторных условиях их можно кормить дрожжевыми клетками, но лучше смесью дрожжевых и водорослевых клеток. При кормлении дрожжевыми клетками их задают в концентрации 0,1–0,5 млн. клеток (100 мг на 1 л воды). Дрожжи используют пекарские, спиртовые. Их режут тонкими ломтиками и выдерживают в морозильной камере до приобретения ими коричневого цвета.

Для кормления можно использовать нежирное снятое молоко в концентрации 2–4 капли на 1 л.

Разводят стрептоцефалов на разведенной водорослевой пасте или культурах одноклеточных водорослей хлореллы или сценедесмуса в концентрации клеток 0,5–0,8 млн. штук в 1 мл воды. Сине-зеленые водоросли не пригодны. При использовании водорослей в качестве корма не допускается попадание в сосуд прямых солнечных лучей.

Если пищи недостаточно то рачки начинают гибнуть. Определить недостаток питания можно по их виду и поведению: рачки приобретают беловатый цвет и появляются черные пятнышки на грудных ножках. Держатся голодные стрептоцефалы около дна.

Для инкубации можно брать либо свежие яйца, либо высушенные. Их необходимо ополоснуть водой (водопроводной или аквариумной), чтобы избавиться от метаболитов взрослых рачков. Развитие сухих яиц начинается с момента их погружения в воду. Оптимальные условия инкубации: dH 2–6 °C, pH 6,8–7,2; температура – 20 °C (15–25 °C).

Яйца помещают в культуру сценедесмуса и хлореллы, не содержащую удобрений и инкубируют при сильной продувке воздухом. Выклев растянут от 1,5 до 15 суток, с массовым выходом на 5–10 сутки. Науплии розового цвета, размером около 0,5 мм и обладают положительным фототаксисом. Растут очень быстро: на пятый день их размер приблизительно равен 2 мм, на 15-й – 9 мм, на 25-й – 16 мм.

Взрослые рачки не поедают свою молодь, что позволяет выращивать их совместно, но нежелательно, так как метаболиты взрослых рачков угнетают их рост.

Сажать рачков на размножение нужно так чтобы на 10 особей было не менее 1 литра воды. На двух самок хватит одного самца.

Стрептоцефалы очень удобны для выкармливания мальков аквариумных рыбок. Науплии стрептоцефалов имеют маленький размер и так как они пресноводные, то в отличие от артемии не так быстро погибают в пресноводном аквариуме если их не съели мальки. А уже подросшие стрептоцефалы из-за особенности своего питания, они отфильтровывают воду выбирая из нее пищу, могут служить своеобразным живым фильтром убирая из воды бактерии.

Короткий жизненный цикл, высокие репродуктивные возможности и развитие популяции в условиях очень высокой плотности, позволили использовать некоторые виды жаброногов для массового культиви-рования в качестве корма для молоди рыб. Перспективными в этом отношении оказались *Streptocephalus torvicornis* и *Artemia salina*.

3. Особенности биологии инфузорий и их значение как живого корма для гидробионтов

1. Простейшие являются первичным живым кормом для самых мелких личинок рыб. Среди простейших инфузории – довольно крупные организмы, размеры которых обычно колеблются от 0,1 до 0,3 мм. Наиболее широко в качестве живого корма используют парамецию.

Ресничная инфузория – пресноводная туфелька – (*Paramecium caudatum*) (рис. 12) является типичным представителем *Ciliatea* типа *Ciliophora* подарство *Protozoa*.

Она сохраняет постоянно свою форму тела благодаря тому, что наружный слой цитоплазмы плотный.

Все тело инфузории покрыто продольными рядами многочисленных мелких ресничек, которые совершают волнообразные движения.

С их помощью туфелька плавает тупым концом вперед. От переднего конца до середины тела проходит желобок с более длинными ресничками. На конце желобка – ротовое отверстие, ведущее в глотку.

Размножение инфузорий осуществляется вегетативным или половым способами (рис. 7).

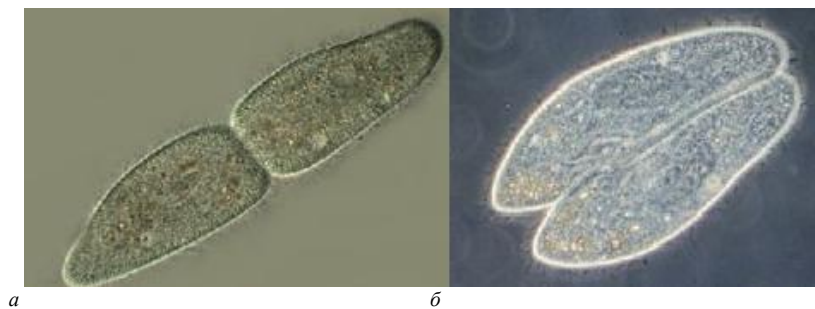


Рис. 7. Размножение инфузории-туфельки:
а – бесполое; б – половое.

При вегетативном способе размножение инфузорий происходит путем поперечного деления клеток, то есть происходит увеличение особей. При половом способе две клетки соединяются и обмениваются частями ядерного аппарата, несущего наследственное вещество (конъюгация), увеличение особей не происходит. В оптимальных условиях инфузории характеризуются очень высокой интенсивностью размножения.

Инфузории очень подвижны. За одну секунду они преодолевают расстояние, в 10–15 раз превышающее длину их тела, что надо учитывать при выкармливании мелких, малоподвижных личинок некоторых икромечущих рыб, которые даже при высокой концентрации инфузорий могут оставаться голодными.

Питаются инфузории бактериями, микроводорослями, мелким детритом и растворенным органическим веществом.

Многие инфузории выдерживают значительное понижение температуры. При 0 °С *Paramecium caudatum* продолжает делиться, но в замедленном темпе, то есть деление происходит 1 раз в 18–19 дней. Инфузории обладают способностью адаптироваться к высоким температурам. Например, *Paramecium caudatum* живет в горячих источниках Японии при температуре 36–40 °С. В диапазоне 4–28 °С парамеции выдерживают суточные колебания в пределах 6–12 °С. В виде цист инфузории способны переносить годами неблагоприятные условия. Цисты образуются при наступлении неблагоприятных условий.

Реакция среды (рН) оказывает большое влияние на рост, размножение и питание инфузорий. Оптимальное рН для *P. caudatum* – 6, 5–7,5. Но она не погибает при рН 4,5–9,0. Инфузории устойчивы по отношению к понижению содержания растворенного в воде кислорода, оптимальное значение которого находится в пределах 6–8 мг/л.

В практике лабораторного и массового культивирования обычно используют высокопродуктивные виды: *Paramecium caudatum*, *P. aurelia*, *P. bursaria*, *Tetrahymena pyriformis* и др.

4. Питательные среды для культивирования инфузорий

Питаются инфузории главным образом бактериями. Помимо бактерий инфузории могут питаться дрожжевыми клетками и водорослями.

При кормлении их водорослями следует избегать прямого солнечного света, так как кислород, выделяемый только что заглоченными водорослями, может разорвать инфузорию.

Также следует избегать наличия в сосуде с инфузориями посторонних взвешенных частиц, поскольку, переполнив свое ротовое отверстие посторонней взвесью, инфузории могут погибнуть.

Для разведения туфельки обычно используют цельностеклянные сосуды объемом от 3 л. Хорошие результаты достигаются при комнатной температуре, но пик размножения инфузорий наблюдается при температуре 22–26 °С. В первые дни культивирования желательна слабая продувка, но осадок не должен подниматься со дна банки. Культивируют инфузорию в колбах, делительных воронках, аппаратах Вейса, бассейнах, полиэтиленовых садках и др.

В качестве сырья для приготовления питательной среды для инфузорий можно использовать высушенные корки банана, тыквы, дыни, желтой брюквы, нарезанную кусочками морковь, гранулы рыбьего комбикорма, молоко, высушенные листья салата, кусочки печени, дрожжи, сенной настой, т. е. субстраты для развития бактерий, а в качестве корма – водоросли и дрожжи.

При приготовлении сенного настоя возможны различные соотношения сена и воды. При лабораторном культивировании берут 20 г сена и 1 л воды. При массовом культивировании лучшие результаты получены при концентрации 1–2 г/л, так как при более высоких концентрациях сенного настоя культура загнивает и на поверхности образуется бактериальная пленка.

В лабораторных условиях для приготовления сенного настоя берут 10–20 г сена, помещают в 1 л воды, кипятят в течение 20 мин, затем фильтруют и настаивают 2–3 дня. Через 2–3

дня из спор развиваются сенные палочки, служащие пищей для инфузорий. Настой хранят в прохладном месте и по мере необходимости добавляют в культуру.

Листья салата, кусочки печени помещают в мешочек с марлей, опускают в воду и настаивают в течение нескольких дней, а затем вносят зарядку инфузорий.

Кожуру спелых, неповрежденных бананов, дыни, брюквы, тыквы высушивают и хранят в сухом месте. Перед внесением в культуру берут кусочек размером 1–3 см², ополаскивают и заливают 1 л воды. Гидролизные дрожжи вносят из расчета 1 г на 100 л.

Для приготовления отвара овсяной, рисовой, пшенной и других круп берут 50 г крупы, помещают в 1 л воды и кипятят в течение 15–30 мин. Отвар сливают в чистую посуду и закрывают.

Наиболее простым способом является разведение тифлек на снятом, кипяченом или сгущенном без сахара молоке. Молоко вносят в культуру из расчета 1–2 капли (1,5–2 мл) на 1 л воды. Инфузории используют молочнокислых бактерий.

Перед кормлением инфузорий очищают, чтобы не испортить воду в аквариуме. Существует несколько способов очистки.

1. Настой с инфузориями пропустить через фильтровальную бумагу, после чего бумагу опустить в аквариум.

2. Выдержать инфузорий, взятых из культиватора, в воде в течение 1–2 суток. За это время они уничтожат всех бактерий, попавших вместе с ними.

Основным правилом при выращивании инфузорий является то, что нельзя допускать передозировки в питании. Также необходимо знать, что инфузории, выращенные на бактериях обладают положительным фототаксисом, т. е. стремятся к свету, а выращенные на водорослях – отрицательным фототаксисом, стремятся в темноту. Это свойство можно использовать при выращивании тенелюбивых личинок рыб. Инфузорий можно выращивать на водорослевой суспензии сценедесмуса и хлореллы.

Лекция 6. Коловратки – стартовый корм для рыб

Вопросы

1. Общие сведения о коловратках.
2. Солоноватоводная коловратка – *Brachionus plicatilis*.
3. Пресноводные коловратки – *Br. rubens*, *Br. calyciflorus*.
4. Коловратки рода *Philodina*.
5. Коловратки *Asplanchna*.

6. 1. Общие сведения о коловратках

Коловратки (*Rotatoria*) – многоклеточные животные, ранее относимые к группе первично-полостных червей. Основным характерным признаком является наличие так называемого коловращательного аппарата – ресничного образования на переднем конце тела, который используется для питания и движения.

Коловратками называют своеобразную группу с основным пресноводных (хотя встречаются солоноватоводные и морские) микроскопических животных. Коловратки населяют не только разнообразные пресные, солоноватые и соленые бассейны, как с очень высокой, так и с очень низкой температурой воды, но многие из них приспособились к существованию в местах, где вода бывает в ничтожном количестве, или только временно: в прибрежном песке водоемов, во мху, в лесной подстилке, в дуплах деревьев, в почве. Но основная масса коловраток населяет пресные водоемы.

Коловратки – самые мелкие из многоклеточных. Их размеры колеблются от 0,04 до 2 мм, т.е. соизмеримы с размерами инфузории-туфельки. Коловратки, вместе с инфузориями и науплиями ракообразных, входят в состав так называемой «пыли». Свое название коловратки получили за наличие коловращательного аппарата, состоящего из двух венчиков ресничек на

передней части тела. Движением ресничек создается водоворот, благодаря которому мелкие пищевые организмы попадают в рот коловратки. С помощью этого аппарата у многих форм коловраток осуществляется также и плавание.

Возможности использования коловраток в качестве стартовых живых кормов для личинок многих видов рыб и некоторых беспозвоночных определяется следующим:

- относительно небольшие размеры;
- наличие значительного количества (от 30% белка) низкомолекулярных пептидов и свободных аминокислот, делающих их легкоусвояемыми для личинок рыб на ранних стадиях развития;
- лабильный химический состав, изменение которого происходит в течение нескольких часов в зависимости от качества корма, и возможность направленного формирования его состава, соответствующего потребностям гидробионтов, питающихся коловратками;
- коловратки менее подвижны, чем инфузория-туфелька;
- высокая скорость размножения;
- не создаются проблемы при поддержании культуры в чистом виде некоторых видов.

В настоящее время известно более 1500 видов коловраток. Класс коловраток включает три отряда, однако все культивируемые коловратки принадлежат отряду Monogononta, т.е. отряду однояичниковых коловраток. У представителей этого отряда самки большую часть времени размножаются партеногенетически, т.е. производят только самок. Однако при высокой их плотности или при изменениях условий обитания они производят самцов, переходят к половому размножению, после чего откладывают покоящиеся яйца, а сами гибнут. Это обстоятельство осложняет их культивирование. Представители другого отряда – пиявковидные коловратки (*Bdelloidea*) размножаются исключительно партеногенетически и, видимо, могут являться перспективными объектами культивирования.

Наиболее часто культивируют солоноводную коловратку (*Brachionus plicatilis*), поскольку ее легче всего поддерживать в виде чистой культуры. Из пресноводных коловраток культивируют *Brachionus rubens*, *Br. calyciflorus*, филодин (*Philodina*) и аспланхн (*Asplanchna*), однако их поддержание в виде чистой культуры более сложно из-за засорения культуры инфузориями.

2. Солоноватоводная коловратка – *Brachionus plicatilis*

Brachionus plicatilis – это типично планктонная коловратка, встречающаяся как в континентальных так и прибрежных водоемах.

Br. plicatilis – это мелкий эвригалинный и эвритермный вид коловраток, способный прожить только в воде с содержанием соли от 1–90 ‰. Размер 0,08–0,3 мм (рис. 8).

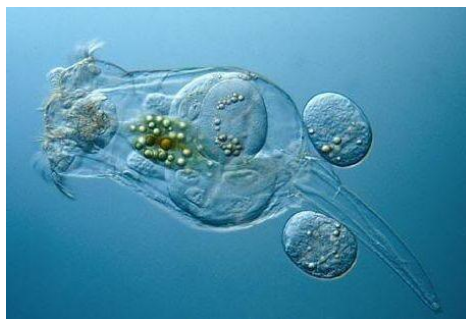


Рис. 8. Коловратка – *Brachionus plicatilis*

Они поедают фитопланктон, бактерий, дрожжи. Коловратки вида *Br. plicatilis* обладают гетерогонией, т.е. чередованием полового и партеногенетического типов размножения. Размножение осуществляется самками двух типов: амиктическими и миктическими. Амиктические и миктические самки, присутствующие в культуре, можно различить между собой лишь

по наличию определенного типа яиц. Миктические яйца по объему в 2–3 раза мельче, чем амиктические, но их образуется больше.

Партеногенетическое размножение начинается с вылупления амиктических (партеногенетических) самок из покоящихся яиц. Амиктические диплоидные ($2N$) самки не способны к оплодотворению, откладывая диплоидные яйца, из которых вылупляются или амиктические самки, или, в зависимости от условий, миктические самки, способные к однополному и двуполому размножению. Миктические ($1N$) самки (т.е. с одним набором хромосом) дают яйца, из которых выходят самцы ($1N$) или участвуют в спаривании, откладывая полноценные покоящиеся ($2N$) яйца.

Способность миктических самок откладывать покоящиеся яйца обеспечивает выживание вида в неблагоприятных условиях. Миктические яйца на самцов и амиктические не имеют длительной покоящейся стадии, и молодь, в зависимости от температуры, может появиться через несколько часов или дней. Молодь из покоящихся яиц может выклеиваться через несколько недель, месяцев, лет. Появление покоящихся яиц в культуре обусловлено резким изменением одного или нескольких факторов окружающей среды (понижение или повышение температуры, изменение солености, ухудшение кормового режима и др.).

Плодовитость самки зависит от физиологического состояния и продолжительности жизни. Продолжительность жизни самок – до 2 недель, самцов – 2–3 суток. Половозрелыми становятся через 1–1,5 суток.

Механизм перехода от партеногенетического к половому способу размножения вызывается изменением таких факторов окружающей среды, как температура, pH, соленость, длительность фотопериода, плотность популяции, количество и качество корма.

При культивировании следует избегать условий, при которых появляются миктические самки, поскольку их покоящиеся яйца имеют латентный период. Основу здоровой, быстро развивающейся культуры должны составлять амиктические самки с яйцами.

2. 1. Культивирование коловраток *Br. plicatilis*. Каждая продукционная культура начинается с маточной, от качества и количества которой зависит длительность периода разгонки продукционной культуры.

Получение исходной маточной культуры. Выращивание маточной культуры начинают за 10–15 суток до начала эксплуатации производственных бассейнов, которые засевают коловратками за 7–10 суток до начала инкубации икры. Маточную культуру получают двумя способами:

- из покоящихся яиц;
- круглогодично поддерживающейся исходной культуры.

Покоящиеся яйца получают следующим способом. В августе-сентябре в бассейне с коловратками резко меняют условия содержания: прекращают подогрев культуры и снижают температуру до 12–14 °C, уменьшают в 3–4 раза рацион, освещение оставляют только естественное. Так вызывают переход от бесполого размножения к половому и образованию покоящихся яиц. Культуральную среду сливают через шланг, осадок со дна бассейна переносят на фильтрованную бумагу, высушивают на воздухе в тени и используют в следующем сезоне для получения маточной культуры.

Инкубация яиц. Для выбора условий инкубации нужно знать:

- каким способом получены яйца: в искусственных условиях при культивировании или собраны в естественных водоемах;
- какова соленость воды и ее солевой состав: сульфатного или хлоридного типа вода.

При инкубации яиц из сульфатного водоема используют раствор состоящий из смеси хлорида и сульфата натрия в соотношении 3:1 как бы имитирующий соотношение солей в природном водоеме.

В качестве инкубационных сосудов применяют высокие емкости с коническим дном (аппараты Вейса, длительные воронки), соединенные с системой подачи сжатого воздуха (воздух подается снизу). Обязательные условия правильной инкубации яиц коловраток – это

круглосуточное продувание емкости воздухом и постоянное поддержание яиц во взвешенном состоянии.

Выклев яиц происходит при температуре 20–35 °С, оптимальная температура 28 °С. Важным фактором при инкубации яиц является соленость и свет. При солености 60–120 ‰ выклев не происходит вообще, при 5–10 ‰ – слабый, оптимальная соленость 15–18 ‰. В темноте яйца не выклеваются. Освещенность на поверхности инкубационного сосуда должна составлять не менее 2–4 тыс. люкс.

При более высокой освещенности длительность периода инкубации не меняется, но процент выхода молоди увеличивается. Оптимальная длительность периода инкубации 2–4 суток.

Кроме температуры и освещенности инкубация зависит от срока хранения яиц. Чем длительнее срок хранения, тем продолжительнее период инкубации. Норма загрузки яиц в инкубационные емкости – 1 г/л.

По завершении массового выклева прекращают подачу в инкубационные аппараты воздуха. Пустые оболочки всплывают к поверхности, невыклюнувшиеся яйца остаются в природном слое, а молодь в толще воды. Пустые оболочки удаляют с поверхности ложкой, молодых коловраток отлавливают сифоном и переносят в другой сосуд. К оставшемуся осадку добавляют свежий инкубационный раствор и включают аэрацию. Через несколько часов выклеваются еще порция коловраток. Эту операцию можно повторять несколько раз.

Условия содержания маточной культуры. В случаях небольшого количества маточной культуры, полученной из нескольких десятков или сотен яиц, животных удобно содержать в пенициллиновых пузырьках и маленьких колбочках. В случае инкубации сразу нескольких граммов яиц выклюнувшейся молодью можно засеивать бассейны емкостью 50–100 л.

Маточную культуру, предназначенную для получения больших количеств коловраток, содержат в 8–10 бассейнах объемом 0,1 м³ при высоте столба 30 см. Бассейны размещают в закрытом помещении. Перед внесением молоди в бассейн морскую воду нагревают до температуры 26–28 °С, вносят живой корм, желательно водоросли, поскольку они способствуют образованию большого количества яиц у коловраток, и размешивают его. Начальное количество 5–10 экз/мл, оптимальное – 10–20 экз/мл.

Режим выращивания может быть экстенсивным и интенсивно-накопительным, но основные факторы среды должны, по возможности, поддерживаться на оптимальном уровне: освещение – круглосуточное (освещенность 1–2 тыс. люкс) корм – суспензия микроводорослей, дрожжи, которые следует вносить 4–5 раз в сутки по мере выедаемости, температура культуральной среды 27–28 °С.

По достижении плотности 100–200 экз/мл, считается, что маточная культура готова для засева в производственные емкости. Ее полностью сливают, осадок заливают свежей морской водой и начинают новый цикл культивирования. За счет ежедневного обновления среды при сливе значительной культуры обходятся без продувания емкостей воздухом. При накопительном режиме выращивание ведут до тех пор, пока плотность коловраток не достигнет 200–300 экз/мл, после чего культуру полностью сливают и начинают новый цикл выращивания.

Показателем высокого качества маточной культуры коловраток является почти полное отсутствие самок с миктическими яйцами, покоящихся яиц самцов. Культура должна состоять из амиктических самок с 1–3 яйцами и молоди.

Массовое культивирование. В зависимости от потребностей хозяйств для массового культивирования коловраток используют стеклянные сосуды, деревянные лотки, выстланные изнутри пленкой, рыболовные стеклопластиковые лотки и бассейны, цементные бассейны, и даже висящие на специальных стойках полиэтиленовые мешки. Вместимость выростных устройств варьирует от нескольких десятков литров до нескольких кубических метров. Бассейны с производственной культурой размещают в закрытом помещении или на улице под навесом, защищающим коловраток от воздействия прямых солнечных лучей. Для ведения культуры удобно использовать пластиковые бассейны размером 150×150×50 см или

200×200×50 см с донным сливом, цилиндрические емкости с коническим дном (типа аппаратов ВНИИПРХа), объемом от 0,5–2 м³.

Для плавного, не вызывающего отрыва яиц у самок коловраток, перемешивания культуральной среды используют крейсель, представляющий собой эрлифт, помещенный в дополнительную трубку с боковыми отводными трубками, обеспечивающий мягкую вертикальную и круговую циркуляцию воды с коловратками.

Над культиватором располагают кормовой бункер, объем которого должен быть в несколько раз меньше объема выростной емкости. Бункер заправляют как неживым кормом (водорослевый порошок, искусственный корм), так и живым (дрожжи, суспензия водорослей). Режим кормления выбирают в зависимости от плотности популяции коловраток и концентрации кормовой суспензии. Подачу корма осуществляют по таймеру. Распределение корма по емкости обеспечивается работой крейселя.

Независимо от того, где идет выращивание коловраток, в помещении или под открытым небом, для получения стабильных высоких урожаев и высокого качества продукции выростные емкости необходимо термостатировать.

Бассейны, предназначенные для культивирования коловраток, перед их заселением тщательно моют, заливают профильтрованной через ватномарлевый фильтр морской водой. включают осветитель мощностью 3–5 тыс. люкс и 4–5 термообогревателей.

Можно использовать аквариумные электронагреватели воды с терморегуляторами и контактным термометром.

После подогрева воды до 27 °С в бассейн вносят корм – отсепарированные от морской воды микроводоросли или дрожжи, из расчета 0,5 г сухой биомассы корма на 1 млн. коловраток. Дрожжи предварительно тщательно размешивают при комнатной температуре не менее 2 ч. Корм равномерно размешивают в бассейне. Исходная концентрация коловраток при засеве 20–50 экз/мл. Для непрерывного обеспечения кормом засев бассейнов проводят с интервалом в 1 сутки. Оптимальная продолжительность одного цикла культивирования – 8–10 суток.

Основными факторами, влияющими на скорость роста популяции коловраток при массовом культивировании являются: температура, освещенность, pH, соленость, продувание воздухом и кислородный режим, накопление метаболитов, корм.

Методы культивирования *Br. Plicatilis*. Солоноватоводную коловратку – *Br. plicatilis* культивируют различными методами: накопительным, проточным, полупроточным.

При накопительном методе осуществляется культивирование от введения культуры до полного слива без внесения свежей среды, при этом условия окружающей среды за счет увеличения плотности популяции и накопления метаболитов постоянно меняются. Процесс накопительного культивирования подразделяется на несколько фаз:

- адаптация культуры к новым условиям (лаг-фаза);
- экспоненциальная фаза, максимальная скорость роста культуры (лог-фаза) ;
- стационарная фаза, замедление скорости роста. В среде накапливаются метаболиты, ощущается недостаток пищи.

При проточном культивировании осуществляют постоянный слив части культуры и заменяют ее свежей средой. Скорость слива и долива рассчитывают таким образом, чтобы плотность популяции оставалась постоянной. При данном методе популяция постоянно остается в фазе экспоненциального роста.

При полупроточном методе часть культуры сливают через определенные промежутки времени (1–2 суток) и заменяют свежей средой.

Повышение пищевой ценности коловраток. Для повышения пищевой ценности коловраток, их отцеживают через газ N 76, выдерживают несколько часов (2–3 часа) в воде без корма (для освобождения кишечника), после чего их кормят в течение 1–2 часов кормами, богатыми витаминами и иными важными для роста личинок соединениями, а затем отфильтровывают через газ N 76 и скармливают личинкам. В данном случае в качестве корма для коловраток (в качестве наполнителей содержимого кишечника коловратки) используют пас-

ту морских водорослей (хлореллы, монохризиса) содержащих ω 3 высоконенасыщенные жирные кислоты (ω 3 ВНЖК), благодаря чему выживаемость личинок увеличивается в 2 раза. Коловраток можно в течение 1 суток кормить суспензией гомогенизированного жира катрана, богатого ω 3 ВНЖК.

Голодная, а также накормленная дрожжами или бактериями коловратка обладает положительным фототаксисом. Коловратка, накормленная водорослями, стремится от света и концентрируется в затененных участках аквариума.

3. Пресноводные коловратки – *Br. rubens*, *Br. calyciflorus*

Эти пресноводные коловратки по внешнему виду напоминают солоноватоводную коловратку *Br. plicatilis*. Друг от друга эти два вида отличаются по форме панциря. У *Br. rubens* выростов на панцире нет, а у *Br. calyciflorus* в передней и задней частях панциря имеются выросты (рис. 9).

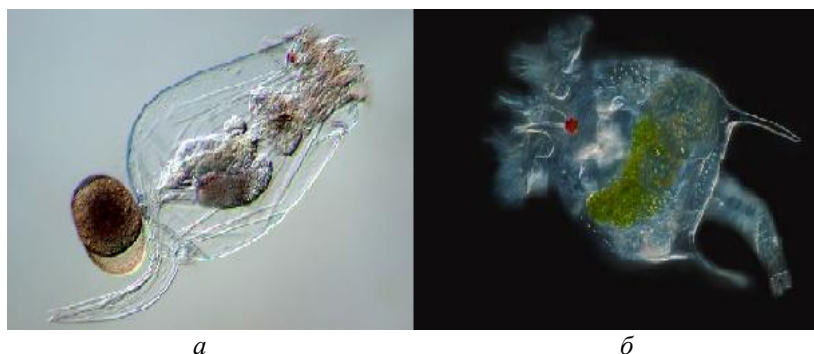


Рис 9. Пресноводные коловратки:
а - *Br. calyciflorus*; б- *Br. rubens*.

Однако в разное время года и в разных водоемах можно встретить *Br. calyciflorus* с длинными или короткими задними шипами, или же совсем без шипов. Есть данные обнаруживающие связь между длиной нижних шипов и количеством пищи в окружающей воде. При небольшой концентрации кормовой взвеси – шипы длиннее, и наоборот. По-видимому, длинные шипы являются как бы тормозами, которые замедляют движение коловратки и облегчают отфильтровывание ею пищевых частиц. Таким образом, эти данные дают возможность рассматривать явление периодического изменения формы тела как приспособление к условиям с целью лучшего улавливания пищи. В свою очередь *Br. rubens* часто и надолго прикрепляется своей ногой к панцирю дафнии, и, не затрачивая энергии на передвижение, в спокойном состоянии, отфильтровывает пищевые частицы, все время меняя (при помощи рачка) место своего обитания.

Часто они столь густо облепливают панцирь дафнии, что последняя выглядит «лохматой».

Размеры пресноводных коловраток, особенно *Br. rubens*, чуть меньше, чем солоноводной коловратки *Br. plicatilis*. Пресноводные коловратки, имеют размер 0,1-0,3 мм, а взрослые самки *Br. calyciflorus* – 0,57 мм. Созревают самки в течение суток, продолжительность жизни взрослой особи до трех недель. Самка дает от 3 до 12 яиц каждые 12 часов. Питается в природе планктонными водорослями. Очень питательны, используются для выкармливания морских и пресноводных рыб. При оптимальных условиях культивирования и партеногенетическом размножении можно получать до 217 г/м³ коловраток в сутки.

Некоторые авторы предлагают для постоянного партеногенетического развития *Br. calyciflorus* выращивать их совместно с водорослями в условиях полной темноты в течение 4 дней при температуре 33 – 37 °С. На четвертые сутки культуру коловраток перезаряжают. Однако следует учитывать, что в полной темноте и при высокой температуре интенсивно дышат как коловратки, так и водоросли. Это часто приводит (при высокой величине численности коловраток) к исчезновению растворенного кислорода и полной гибели коловраток.

Другая проблема, возникающая при их культивировании в таких условиях заключается в том, что при продувке емкости с коловратками, они садятся на стенки культиватора, сжимаются и перестают питаться из-за сильного тока перемешиваемой воды.

Существует метод культивирования коловраток р. *Brachionus* в темноте. Коловраток выращивают последовательно в 3 емкостях объемом – 0,5; 8; 1500 л. В качестве корма используют или выращенную хлореллу и производимую промышленным методом хлорельную пасту. Для получения максимального прироста оптимальная концентрация корма составляет 25–50 млн. клеток хлореллы на 1 мл. Культивируют в темноте. На свету коловратки находятся только 1 час в сутки, при переносе из одной емкости в другую.

В емкость 1 (0,5 л) вносят пищевую взвесь оптимальной концентрации, а также взвесь коловраток из расчета 50 экз/мл. Через сутки коловраток отцеживают через сито № 70 и переносят в емкость № 2, заполненную той же пищевой взвесью оптимальной концентрации. Еще через сутки, осажденных на сито коловраток переносят в емкость № 3, также с пищевой взвесью оптимальной концентрации, а на следующие сутки содержимое фильтруют через специальный садок из сита № 70 и собирают коловраток. Живая масса коловраток за 3–4 суток выращивания составляет 4–5 кг/м³. Эта технология обеспечивает такую же продукцию как и при непрерывном проточном культивировании, но расход воды и водорослей на получение единицы продукции в 10 раз меньше. Процессы пересадки коловраток, заполнения емкостей водой и внесение корма могут быть автоматизированы.

Коловратки питаются не столько водорослями, сколько бактериями, находящимися на поверхности клеток водорослей, особенно погибших. Следовательно, хороших результатов повышения численности коловраток можно добиться на фитопланктоне, предварительно выдержанном несколько дней в темноте (до его осадения). Перед скармливанием его коловраткам, осадок водорослей необходимо взболтать.

Для постоянного культивирования пресноводных коловраток можно предложить следующий способ. В стеклянную емкость помещают пресноводную культуру водорослей вместе с илом, состоящим из погибших клеток водорослей, и в нее вносят культуру коловраток. Под емкостью и над ней располагают лампы. При слабом освещении снизу, коловратки, благодаря положительному фототаксису, опускаются вниз и питаются бактериями, размножающимися в илу на погибших клетках фитопланктона. Проникающий сквозь ил свет способствует насыщению емкости кислородом, благодаря фотосинтезу фитопланктона, находящегося в объеме сосуда. При массовом размножении коловраток концентрация кислорода в емкости падает, и коловратки поднимаются к поверхности. Это указывает на то, что пора разрядить культуру коловраток. Для концентрирования коловраток у поверхности воды отключают нижний свет и включают верхний. Сконцентрированных у поверхности коловраток сливают сифоном и скармливают личинкам рыб, а культиватор, при необходимости, доливают свежим фитопланктоном. Благодаря верхнему свету происходит размножение фитопланктона, насыщение воды кислородом в процессе фотосинтеза водорослей и, как следствие этого, распределение оставшихся коловраток по толще воды. Далее верхний свет отключают и включают нижний, и весь процесс повторяется.

За размножением коловраток в культиваторе необходимо постоянно следить. Следует помнить, что низкое содержание кислорода в культиваторе, недостаточное или избыточное кормление, высокая плотность коловраток приводят к переходу последних на половое размножение, в результате чего самки откладывают покоящиеся яйца, а сами особи коловраток гибнут. Наибольшее количество зимних покоящихся яиц производится при максимальной плотности коловраток 120 – 150 экз./см³. Образованию зимних яиц способствует также понижение температуры.

Яйца, после отфильтровывания их на бумажный фильтр, можно хранить вместе с фильтром на нижних полках холодильника. Для выхода молоди из покоящихся яиц необходимо их культивировать в воде с высоким содержанием кислорода, постепенно повышая температуру до 30 – 35 °С.

Культивирование пресноводных коловраток сопряжено с большими сложностями из-за засорения культуры инфузориями и другими организмами, яйца которых заносятся с пылью.

Кормление личинок рыб пресноводными коловратками более желательно по сравнению с солоноводными, поскольку пресноводные коловратки не гибнут в пресной воде, обеспечивая постоянное и равномерное кормление личинок. Кроме того, они очищают аквариум с личинками от бактерий.

4. Коловратки рода *Philodina*

Из коловраток, относящихся к роду *Philodina*, наиболее часто культивируют *Ph. acuticornis* (рис. 10). По размерам она крупнее, чем представители рода *Brachionus*.

Филодины обычно обитают среди иловых частиц на дне аквариумов или пресноводных водоемов. Их легко обнаружить под микроскопом или биноклем, если рассматривать донный ил. Они обычно медленно переползают или не очень быстро плавают от одной иловой частицы к другой в поисках пищи. По форме они напоминают вытянутый конус, на расширенной передней части которого находится коловращательный аппарат, а на заднем заостренном конце, так называемой ноге, имеются два пальца – «хватательная вилка».

Питаются филодины водорослями и бактериями. Добавка в культуру дрожжей угнетает их рост. Средняя продолжительность жизни равна 27 суток. Культивируют их обычно при температуре 24–27 °С.



Рис. 10. *Philodina acuticornis*

Обычно их содержат в стеклянном сосуде с отстоянной водопроводной водой. В качестве корма используют сенную палочку и молочнокислых бактерий. Для их разведения необходимо вскипятить 10 г сена в 1 л дистиллированной воды, дать постоять 2–3 дня, затем процедить и добавить (на 1 л настоя) 2 литра азрированной дистиллированной воды. Для поддержания культуры в нее достаточно добавлять по 1–2 капли кипяченого молока 2–3 раза в месяц. Голодные коловратки обычно опускаются на дно и держатся среди частиц ила или сидят на стенках емкости. Сытые коловратки плавают в толще воды.

При внесении их к личинкам рыб, филодины хорошо растут и размножаются на фекалиях личинок, а также на погибших в пресной воде солоноводных коловратках. Их можно культивировать совместно с инфузорией-туфелькой на банановых корках с добавлением в культуру молока.

При слабой продувке филодины создают плотные скопления на стенках культиватора у самой поверхности воды. Хорошую «вспышку» численности филодины дают при внесении в их культуру бактерий, развивающихся над поверхностью активного ила.

Филодины хорошо размножаются при кормлении их одноклеточными пресноводными водорослями: сценедесмусом или хлореллой. Оптимальная концентрация хлореллы равна 0,4 г/л. При увеличении концентрации хлореллы до 0,8 г/л или снижении до 0,1 г/л выживае-

мость коловраток снижается. При выкармливании филодин водорослями желательно добавка в культуру бактерий.

Недостатком филодин, используемых для выкармливания личинок рыб, является их способность закапываться в ил.

Хорошие результаты дает метод непропорционально-проточного культивирования коловратки *Philodina acuticornis*.

Суть метода состоит в том, что в культиватор объемом 60 л непрерывно при помощи насоса-дозатора подается кормовая суспензия, а из него с такой же скоростью выводится культура коловраток. Непропорциональность проточности объясняется тем, что в культиватор, для увеличения площади, на которую прикрепляются коловратки, помещают дополнительные пластины, в виду этого плотность коловраток в культиваторе выше, чем в сливаемой среде. Кормом служит хлорелла или смесь хлореллы и дрожжей. Раз в сутки вносят водоросли, 2–3 раза в сутки – дрожжи. Перемешивание осуществляют при помощи эрлифта. Оптимальная скорость потока 6–10 объемов в сутки. Продуктивность при таком выращивании очень высока до 20 г/л (по влажной биомассе).

5. Коловратки *Asplanchna*

Asplanchna priodonta – одна из наиболее крупных (0,28–1,50 мм) пресноводных коловраток (рис. 11).



Рис. 11. *Asplanchna priodonta*

Взрослая аспланхна является хищником. Она питается инфузориями и более мелкими коловратками. Это типично планктонные животные всю жизнь проводят в толще воды, находясь в непрерывном движении. Плавают они ротовым отверстием вперед, не вращаясь вокруг своей оси, как другие коловратки. Тело прозрачное, почти круглое.

На передней части размещен коловращательный аппарат, имеющий форму оборки. Ноги у них нет. Аспланхны не имеют ни кишечника, ни анального отверстия и вся пищеварительная система состоит из желудка. Непереваренные остатки пищи выбрасываются через ротовое отверстие.

Если аспланхну кормить инфузориями или мелкими пресноводными коловратками, например, рода *Brachionus*, то она хорошо разводится в пресной воде при комнатной температуре. При попадании аспланхны в культуру пресноводных коловраток рода *Brachionus* она, размножившись, полностью их уничтожает. Можно выращивать аспланхн и на солоноводных коловратках. Для этого культуру солоноводных коловраток медленно распресняют до солености в 3 ‰, куда затем и вносят аспланхн.

Аспланхн обычно используют при выкармливании молоди рыб в качестве добавки к основному корму при переходе с более мелких кормов к более крупным. Питательность аспланхн сравнительно низкая, поэтому, перед скормливанием аспланхн молоди рыб их самих желательно покормить.

Оптимальным способом выращивания полноценных в пищевом отношении аспланхн является следующий. На 1 л культуры водоросли сценедесмуса или хлореллы вносится 10 мл

насыщенного раствора NaCl и немного пекарских дрожжей. Далее, туда же вносится распределенные до 3 % и отцеженные через газ № 76 солоноводные коловратки и культура аспланхн. Полученную культуру выдерживают при боковом освещении люминесцентной лампы. Молодь аспланхн растет на дрожжах, крупные особи питаются солоноводной коловраткой, содержащей в кишечниках водоросли и дрожжи.

Полезно подсаживать аспланхн при культивировании аулофоруса (змейки) на моркови. В этом случае аспланхна очищает воду от избытка инфузорий, улучшая кислородные условия среды обитания змейки.

Лекция 7. Технология культивирования ветвистоусых ракообразных

Вопросы

1. Особенности биологии дафниид.
2. Влияние условий среды на способы размножения ветвистоусых рачков.
3. Культивирование дафний в садках и бассейнах.
4. Культивирование дафний на различных средах.
5. Культивирование маточной культуры *D. magna*.
6. Культивирование мойны.

1. Особенности биологии дафниид

Особое значение для массового получения живого корма имеют представители отряда Cladocera, занимающие одно из первых мест по масштабам использования их в качестве живых кормов для рыб. Из громадного количества видов этого отряда в практике культивирования широко используются лишь несколько, характеризующихся высокой плодовитостью, быстрым ростом и пластичностью. К их числу относятся дафнии, главным образом, *Daphnia magna*, *D. pulex*, мойны – *Moina macroscopa*, *M. rectirostris*. В последние годы объектом массового культивирования стали цериодафнии (*Ceriodaphnia reticulata*) и хидорусы (*Chydorus sphericus*).

Хидорусы, цериодафнии и мойны по своим размерам не превышающие нескольких миллиметров могут служить стартовым кормом для рыб. Ветвистоусые рачки размножаются половым путем и партеногенетически. В оптимальных условиях партеногенетическое размножение может продолжаться длительное время. Самцы резко отличаются по размерам и строению от самок. Они меньше самок, вторые антенны у них подвижны и крупнее относительно тела, чем у самок. На первой ножке у самцов имеется крючок, при помощи которого они прикрепляются к самке во время спаривания.

В отличие от самок спинной край створок у самцов прямой, голова сильно вытянута, глаз большой занимает всю переднюю часть головы. Развитие партеногенетических яиц происходит в выводковой камере, заполненной питательной жидкостью. Сформировавшаяся молодь покидает ее при линьке самки. Период от появления яиц в выводковой камере до выхода молоди в окружающую среду у *D. magna* составляет 2–3 дня. Новая партия яиц поступает в выводковую камеру через 1–3 часа после вылупления молоди. Дафнии и мойны характеризуются высокой плодовитостью. Единоновременно в выводковой камере *D. magna* может находиться до 110 шт., *Moina macroscopa* – до 44 яиц. Первые яйца в выводковой камере появляются при достижении самками *D. magna* длины 2–3 мм, *M. macroscopa* – 0,95–1,00 мм. Молодь *D. magna* выходит из выводковой камеры на 6–8 день, *M. macroscopa* – на 4–5 день после рождения самки.

Оплодотворенные зимующие яйца заключены в специальное образование – седлышко или эфиппиум, хорошо изолирующее их от влияния окружающей среды и позволяющее переносить высыхание, промораживание и другие неблагоприятные условия. Из зимующих яиц

D. magna молодь появляется через 4–6 дней после попадания яиц в благоприятные условия. Рачки созревают на 10–11 день.

Плодовитость *Cladocera* до определенного возраста повышается, а затем по мере старения идет на убыль. Крупные самки *Cladocera* могут иметь высокую и низкую плодовитость в зависимости от возраста.

Рост ветвистоусых рачков осуществляется, главным образом, во время линьки, и кривая линейного роста имеет ступенчатый характер.

Наибольшая продолжительность жизни партеногенетических *D. magna* 4–5 месяцев, *M. macrocopa* – 25 дней. В течение своей жизни одна самка *D. magna* может дать до 1172 шт. молоди, *M. Macrocopa* – до 210 шт.

По питанию ракообразные – фильтраторы. Они могут питаться бактериями, микроводорослями, дрожжами, детритом и в небольшой степени растворенным органическим веществом. Чем меньше размер рачков, тем большее значение в их питании имеют бактерии.

Не меньшее пищевое значение для ветвистоусых рачков имеют мелкие планктонные водоросли. В составе пищевого комка часто встречаются протококковые: *Pediastrum duplex*, *P. tetras*, *Clorella vulgaris*, *Ch. tetricola*, *Scenedesmus* и др. Помимо протококковых встречаются криптоподы, мелкие десмидиевые, диатомовые, эвгленовые и синезеленые.

Значительное и иногда решающее значение в питании дафний оказывает детрит, так в пищевом комке *D. pulex* детрит составляет 78 %, а у *D. magna* – 92 %. Рачки используют в пищу не только взвешенной в воде, но и природный детрит.

Мирные *Cladocera* не потребляют мелких животных в водоемах, но охотно потребляют отмерший зоопланктон. *Cladocera* не только питается детритом, но и хорошо растут на этом виде корма. Суточные приросты и плодовитость у *D. magna* при питании детритом из фитопланктона часто бывают выше, чем при питании живыми планктонными водорослями.

Используя в пищу детрит, *Cladocera* способствуют минерализации органического вещества в водных экосистемах. *D. magna* способна усваивать растворенные в воде органические вещества и даже расти на этом виде корма.

Интенсивность питания *Cladocera* изменяется в зависимости от возраста животных, концентрации пищи, температуры и других причин. Молодые, интенсивно растущие и формирующиеся животные, поедают относительно массы своего тела больше корма, чем взрослые. Общая тенденция к снижению рациона с возрастом находит свое выражение в морфологии и физиологии животных. С возрастом уменьшаются соотношение объема кишечника к объему животных и понижается скорость прохождения пищи через кишечник.

Величина суточного рациона в большей степени зависит от концентрации кормовых организмов. По мере увеличения концентрации суточный рацион увеличивается, однако чрезмерная концентрация корма не только ухудшает условия фильтрации, но и снижает его усвояемость. Важными показателями, характеризующими продуктивное действие корма, является коэффициент использования потребленной и усвоенной пищи на рост. При культивировании *D. magna* на бактериальном корме кормовой коэффициент равен 3, на водорослевом – 4.

2. Влияние условий среды на способы размножения ветвистоусых рачков

Интенсивность питания, размножения и рост ветвистоусых зависят от ряда абиотических и биотических факторов. Среди абиотических важнейшими являются температура, содержание в воде кислорода, соленость, pH среды, свет. Температурный порог *D. magna*, *D. pulex*, *M. macrocopa*, *M. rectirostris*, *C. reticulata* близок к 38–39 °С. *D. magna*, *C. reticulata* и *Ch. sphericus* выносят значительное понижение температуры и дают партеногенетическое потомство при очень низких температурах. Нижняя граница существования *D. magna* лежит в пределах 0 °С, нижняя граница культивирования – 4–5 °С. *M. macrocopa* более теплолюбива, нижняя граница культивирования – 10–16 °С, оптимальная – 24–26 °С.

Нижняя летальная граница содержания растворенного в воде кислорода для *D. magna* – 0,3 мг/л, для *Ch. sphaericus* – 0,36 мг/л. Оптимальные значения концентрации в воде кислорода для всех культивируемых *Cladocera* – 4–8 мг/л.

Оптимальные значения pH для всех видов лежат в пределах 6–8, однако ветвистоусые могут переносить колебания pH довольно в широком диапазоне.

Отсутствие света действует на *D. magna* так же, как обильное питание, т. е. вызывает рост, плодовитость и уменьшает длительность жизни. Общее количество яиц от одной самки за время ее существования в темноте 674, на свету – 472, длительность жизни соответственно – 62 и 74 дня. При высокой освещенности животные обычно образуют скопления, а в темноте равномерно распределяются в толще воды. Чередование света и темноты действует как чередование голода и обильного питания.

3. Культивирование дафний в садках и бассейнах

При культивировании дафний в небольших масштабах, удобны открытые садки цилиндрической формы.

Диаметр верхнего отверстия не следует делать больше 1,5 м, высота садка не должна превышать 1,7 м. Садок устанавливается в водоеме в вертикальном положении недалеко от берега на глубине более 1,7 м. Перед погруженным садка в воду горловина завязывается и в нее помещается груз.

Частичный – сьем продукции культивируемых животных производится после созревания культуры через верхнее отверстие сачком, при полном снятии через нижнюю горловину.

Цилиндрические садки закрытого типа могут быть установлены в любом месте, и при любой глубине водоема. Корпус садка укрепляется на обручах, конусообразно суживается с обеих сторон и заканчивается двумя горловинами с отверстиями на концах. Перед погружением закрытого садка в воду одна горловина завязывается, а через отверстие другой горловины в садок вносится культура животных, и в случае необходимости, корм для них.

Садок укрепляется в горизонтальном положении веревками, концы которых привязываются к столбам или поплавкам. Облов закрытого садка проводится через отверстие одной из горловин. Обе горловины развязываются при мытье садка по окончании срока культивирования. При изготовлении садки всех типов сшиваются капроновыми нитками или склеиваются.

При больших масштабах культивирования целесообразно использовать открытые прямоугольные садки, которые закрепляются между мостками. Так же, как и цилиндрические садки, они имеют внизу горловины для укрепления груза и облова культуры.

Культивирование *Cladocera* в садках из капронового сита дает возможность оборудовать базу производства живых кормов без специальной системы спуска и подачи воды, выделения участка земли для строительства бассейнов. Цех культивирования кормов может быть оборудован в очень короткое время и в любом месте водоема. Зарядку дафний в садки вносят из расчета 10–20 г/м³. При слабом развитии фитопланктона в водоеме культуру поддерживают кормовыми дрожжами или кормом для рыб. При оптимальных условиях продукция *D. magna* составляет в среднем 250–230 г/м³. Результаты культивирования в капроновых садках в большей степени зависят от условий, сложившихся в водоеме. Наиболее перспективным является использование этих садков при организации полносистемных рыбоводных хозяйств на теплых водах.

4. Культивирование дафний на различных средах

Культивирование ветвистоусых рачков осуществляется на бактериальном корме, мелких планктонных водорослях, дрожжах. В качестве источника органического вещества для бактерий используют конский или коровий навоз, птичий помет, подвяленную растительность.

Конский или коровий навоз вносят при зарядке культуры из расчета $1,5 \text{ кг/м}^3$ и добавляют каждые 8–10 дней по $0,75 \text{ кг/м}^3$. Птичий помет как более концентрированное удобрение вносят по $0,5 \text{ кг/м}^3$ при зарядке и по $0,25 \text{ кг/м}^3$ каждые 8–10 дней. Хорошим кормом для дафний и моин в условиях массового культивирования являются протококковые водоросли.

В связи с тем, что бактериальные среды с использованием навоза трудно поддаются управлению (очень быстро наступает ухудшение кислородного режима), поэтому неконцентрированные корма заменяют концентрированными кормовыми дрожжами. При культивировании *D. magna* в бетонных бассейнах их вносят до 20 г/м^3 при зарядке культуры и 10 г/м^3 при подкормке каждые пять дней. В культуру *Moina macroscopa* вносят 100 г/м^3 в начале культивирования и затем каждые два дня по 50 г/м^3 . Дрожжи перед внесением измельчают, замачивают в воде на 3–4 ч и вносят в культуру.

Рекомендуют использовать навозные и сенные настои из жесткой растительности или кормовых дрожжей. Настои приготавливают из расчета 17,6 г свежего навоза и 84 г просеянной земли. Смесь выдерживают в течение трех дней при температуре $15\text{--}20^\circ\text{C}$. Затем настои процеживают и разбавляют свежей прудовой водой (1 л настоя на 4 л прудовой воды). Через час помещают дафний, развитие которых длится максимум три недели. На третий день такие настои дают вспышку численности бактерий – корма для дафний. Такую же вспышку дают и настои сена (2 кг сена на 100 л воды), которые выдерживают три дня, затем выливают в водоем один раз в семь дней из расчета 4 л/м^3 . Созревание культуры продолжается 10–15 дней.

Культивируют культуру на кормовых дрожжах. Дрожжи вносят в воду из расчета 15–20 г сухой массы на 1 м^3 воды с протококковыми водорослями, культуру дафний – через 1–2 дня, когда развитие дафний и фитопланктона достигает максимума. Частично дрожжи являются кормом и для дафний. Поэтому их вносят как подкормку каждые пять дней в количестве 8–10 г/м^3 .

Культивирование *Cladocera* на водорослевом корме осуществляют в одной и той же емкости или в разных емкостях при периодическом внесении в культуру водорослей. В процессе развития культуры периодически вносят подкормку для водорослей. Ориентировочные нормы внесения минеральных удобрений – 5 г/м^3 суперфосфата и такое же количество аммиачной селитры в начале культивирования и такая же норма каждые семь дней.

Системы культивирования в зависимости от входящих в культуру и выходящих из нее компонентов разделяют на 5 основных типов: одноканальная, двухканальная, трехканальная, многоканальная и комбинированная.

5. Культивирование маточной культуры *D. magna*

Для формирования естественной кормовой базы проводят интродукцию в пруды высокопродуктивного, относительно крупного по размеру ветвистого рачка *D. magna*, хорошо потребляемого молодью большинства рыб и потому редкого в прудах.

Маточную культуру *D. magna* вначале получают в лабораторных условиях. Культивирование проводят в стеклянных емкостях – аквариумах. Начальная плотность выращивания маточной культуры *D. magna* составляет 10–15 мг/л или 3–4 экз./л. В качестве корма используют настой конского навоза (25 г навоза на 10 л воды, выдерживают в течение 2–3 дней), который вносят по 10 мл на 1 л воды каждые 2 дня.

Для повышения продуктивности культивируемых рачков используют различные методы:

- в среду для культивирования каждые 12 дней вносят по 5 мг/л бализа;
- в качестве корма добавлять пивные дрожжи в количестве 25 г/м^3 ежедневно;
- в питательную среду вместе с кормом один раз в три дня вносят дополнительно по 0,2 мл/л боенской крови.

Культивирование маточной культуры начинается в феврале и ее накопление продолжается до середины апреля.

Для получения большого количества маточной культуры *D. magna*, достаточной для интродукции в производственные пруды, дальнейшее ее выращивание осуществляют в лотках,

затем в бассейнах и прудах-питомниках. Выращивают культуру при температуре воды 20–22 °С, поддерживая оптимальную плотность культуры 400 г/м³, изымая раз в 2–3 дня часть культуры, пропорциональную приросту за это время.

Под дафниевые пруды-питомники в рыбоводных хозяйствах используют спускные пруды площадью 0,1–0,5 га. Пруды частично заполняют водой через капроновое сито № 23–25 за день до внесения в них культуры дафний. Начинать зарядку культуры можно при температуре воды 9–10 °С. В залитую часть пруда-питомника вносят 100 г/га чистой культуры дафний и 1,5 кг/га кормовых дрожжей. Перед внесением в пруды дрожжи замачивают в воде и затем равномерно разбрызгивают по поверхности водного зеркала. Через трое суток вносят дрожжи в количестве 0,75 кг/га.

Помимо дрожжей в пруды-питомники вдоль береговой линии по урезу воды вносят конский навоз из расчета 1–2 т/га. Пруды полностью заливают водой в течение 4–5 суток. Этот этап длится с апреля по июнь. Маточную культуру *D. magna* вносят в частично залитые производственные пруды из расчета 100 г/га за 5–7 дней до зарыбления личинками европейского сома или других рыб. Для транспортировки *D. magna* на близкие расстояния можно использовать молочные бидоны, полиэтиленовые пакеты. Норма загрузки составляет 25 г на литр воды. Транспортировку культуры дафний в полиэтиленовом пакете можно проводить при температуре воды 20 °С в течение 2–3 суток.

6. Кормовая ценность ветвистоусых рачков

Дафнии и моины являются высокобелковыми кормами, причем не только для рыб, но и для других животных. По химическому составу ветвистоусые ракообразные не уступают рыбной муке (табл. 2).

Таблица 2. Состав питательных веществ в ветвистоусых рачках в сравнении с рыбной мукой

Корм	Вода	Протеин	Жир	Зола	Кальций	Фосфор
Моина	90,3	44,2–58,7	10,6–24,3	5,8–6,9	1,2	0,55
Дафния	89,4	60,36	21,6	16,7	9,6	1,48
Рыбная мука	60,7	59,2	6,4	23,4	-	-

Содержание питательных веществ в теле рачков зависит от условий выращивания их, в частности от кормления.

По данным Ивлевой И. В. калорийность дафний составляет около 4,5 ккал/г. Аминокислотный состав белков ракообразных тоже близок к рыбной муке (табл.3).

Таблица 3. Аминокислотный состав белка ветвистоусых рачков (по данным И. Б. Богатовой)

Аминокислота	<i>Daphnia magna</i>	<i>Moina macrocopa</i>
Лизин	2,9–3,6	7,5
Гистидин	1,9–3,1	2,1
Аргинин	1,9–2,8	6,6
Серин	2,2–5,2	5,7
Глицин	1,3–5,2	4,8
Треонин	2,5	6,6
Аланин	2,3–5,3	6,4
Пролин	–	5,5
Тирозин	1,2–1,4	1,6
Фенилаланин	6,1–7,1	–
Лейцин	5,6–6,3	7,8
Изолейцин		3,2

Скармливать рачков можно как в живом, так и сухом виде. Кормовой коэффициент при кормлении молоди осетровых до массы 150 мг принимают равным 6.

6. Культивирование моины

Моина как кормовой объект имеет ряд преимуществ перед дафнидами. Размеры взрослых моин редко превышают 1 мм, что позволяет использовать ее при выкармливании мальков. Питательная ценность моины на 20 % выше, чем у дафнии. В организме моины содержится более 50 % белка. Скорость размножения примерно втрое выше.

Готовить маточную культуру моины начинают примерно за 2 месяца до начала подкормки молоди рыб. Для этого эфиппиумы моины, заготовленные в предыдущие годы в прудах-питомниках, помещают в стеклянные банки объемом 1–2 л и заливают водой. Температуру поддерживают в пределах 20 °С. Через 5 – 7 дней в емкостях появляется молодь моины. Для питания рачков в емкости в небольшом количестве вносят настой навоза, суспензию дрожжей до слабого помутнения воды. По мере увеличения плотности культуру моины пересаживают в 200-литровые емкости, используемые при производстве растительноядных рыб, оборудованные компрессорами, нагревателями и регуляторами температуры.

В процессе выращивания поддерживают температуру 24–26 °С. В качестве корма используют дрожжи 20–25 мг/л и водоросли 0,5–2 млн. клеток/мл до слабозеленого цвета или настой навоза до слабого помутнения воды.

В начале апреля культуру рачков из аппаратов высаживают в пруды-теплицы. Для оптимизации температурного режима над прудом сооружают каркас с пленочным покрытием. Это позволяет поддерживать температуру воды в пределах 22–26 °С. Площадь пруда-теплицы – 40–60 м², средняя глубина – 40 см. Заливку пруда водой производят через установленный на водоподаче рукав из капронового сита № 40. Это предохраняет от попадания в пруд других гидробионтов. Одновременно с заливкой пруда вносят свежий навоз из расчета 2,5 т/га. Сразу же после заполнения водоема вносят культуру моины в количестве 0,3–0,4 кг/м². Регулярно через каждые два дня в пруд вносят разбавленные в воде кормовые дрожжи. Для обеспечения необходимого кислородного режима в пруду с помощью компрессора проводят аэрацию воды.

Пруд-теплица служит резервом чистой маточной культуры в течение всего периода подращивания молоди рыб. Периодически в нем заменяют часть воды, вносят органические удобрения, контролируют состояние популяции моины. При нормальных условиях в культуре можно наблюдать крупных самок, имеющих розовый цвет. В культуре также встречается большое количество разноразмерной молоди. В случае ухудшения условий содержания в популяции появляется много самок с эфиппиумами и активизируется развитие самцов. Обязательным условием развития моины является периодический сьем продукции.

Через 10–12 суток биомасса рачков достигает 100 мг/л, часть их 50–60 % общей биомассы отлавливают и переносят в пруды-питомники, где проводят дальнейшее культивирование в масштабах, необходимых для обеспечения подращивания личинок рыб.

В качестве питомников используют зимовальные пруды площадью 0,3–0,5 га. Их подготовку и заселение культурой проводят с таким расчетом, чтобы получение максимальной продукции совпало с моментом посадки молоди рыб на подращивание.

На ложе прудов завозят 2–3 т навоза. Культуру моины вносят в момент их заполнения водой из расчета 1,0–1,5 кг рачков на пруд. Через 10–15 дней заселяют молодь рыб или отлавливают рачков и переносят в другие пруды.

В прудах-питомниках популяция моины имеет высокую численность и сохраняется в относительной чистоте при обязательном ежедневном сьеме продукции в течение 20–25 суток. В дальнейшем идет снижение численности, засорение другими гидробионтами, например дафнией. Дафния, имея сходный спектр питания с моиной, находит здесь благоприятные условия, но обладая более длительным циклом развития достигает максимальной численности на 20–30 день.

Для того, чтобы весь период подращивания молоди рыбы был обеспечен достаточным количеством живого корма, производят последовательную зарядку культурой мойны нескольких прудов-питомников с интервалом в 8–12 дней.

Поликультуру мойны и дафнии, развивающуюся в пруду-питомнике на заключительном этапе культивирования, используют для интродукции в выростные пруды.

Лекция 8. Биологические основы и методы культивирования красного калифорнийского червя

Вопросы

- 1. Красный калифорнийский червь как объект биотехнологии**
- 2. Размножение и развитие красного калифорнийского червя**
- 3. Основные этапы биотехнологического процесса**

1. Красный калифорнийский червь как объект биотехнологии

Интерес к дождевым червям, как к объекту культивирования возник в связи с возможностью их использования в качестве источника гумусового удобрения – червекомпоста (вермикомпоста, вермигумуса) и полноценного белка в животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве.

Дождевые черви относятся к типу Кольчатые черви (*Phylum Annelidae*), подтипу Поясковых (*Subphyllum Clitellata*), классу Малощетинковых червей (*Classis Oligochaeta*), отряду Люмбрикоморфы, или Высших Малощетинковых, (*Ordo Lumbricomorpha*), семейству люмбрицид, или настоящих дождевых червей (*Familia Lumbricidae*)

Центральным семейством отряда *Lumbricomorpha* является семейство люмбрицид, включающее до 200 видов. Зоологи различают виды дождевых червей по особенностям строения органов размножения, по расположению щетинок и другим особенностям

К роду люмбрикус принадлежат десять видов. Самый обычный на территории нашей республики – малый красный червь, или малый выползок (*Lumbricus rubellus*). Он вдвое короче и тоньше большого красного выползка, но окрашен ярче, вишнево-красного цвета. Задний конец его тела тоже уплощён и расширен, а поясok у него обычно расположен с 27-го по 32-й сегмент. Глубоких ходов, как большой выползок, не делает, обычно держится в самом поверхностном слое почвы или в лесной подстилке среди гниющих листьев

Самый распространённый – вид *Aporrectodea caliginosa*, называемый иногда пашенным червем, так как на пашнях и полях попадаете чаще других; найти его можно также и в лесах, на огородах и побережьях водоёмов. Это средних размеров (длиной до 15–16 см) сероватый червь, лишённый пурпурной пигментации, с пояском, расположенным обычно на сегментах с 27-го по 34-й.

Один из наиболее ярко окрашенных червей – навозный (*Eisenia foetida*), обладающий специфическим неприятным запахом. Это сравнительно небольшой червь, длиной 6–10 см, с попарно сближенными щетинками

Среди 200 видов лишь немногие поддаются разведению. Наиболее привлекательными для вермикультивирования являются черви, относящиеся к виду красных червей. В результате их селекции был получен «Гибрид красный калифорнийский», универсальный по своим характеристикам и наиболее экономически эффективный. Он сохранил физиологические и морфологические особенности, характерные для других дождевых червей, но в отличие от своих «диких» сородичей имеет значительно большую продолжительность жизни (16 лет), более плодовит (500–1500 тыс. особей на 1 родительскую в год), очень вынослив, приучен жить в неволе. Червь технологичен и перерабатывает все виды органикосодеждающей массы. Утрата инстинкта покидать место обитания делает возможным его разведение под открытым небом

без риска потери популяции. Однако, отсутствие инстинкта не позволяет червю уходить в глубь при понижении температуры воздуха, что может привести к его гибели.

Калифорнийский красный червь был выведен в университете штата Калифорния в 1959 году американским врачом Т. Барретом. На собственной ферме он занимался разведением червей с целью повышения доходности своего хозяйства. Он исходил из понимания необходимости полнейшей утилизации всех органических отходов, получающихся в хозяйстве, то есть отходов кухни, сада, огорода, а также опавшей листвы и тому подобных органикосо-держащих отходов и использования их в качестве корма дождевым червям. Червей он выращивал в деревянных ящиках, заполненных землёй, навозом и отходами. В 1959 году американским врачом Барретом был получен патент на производство специализированных червей – «Красный гибрид», или как его чаще называют красный калифорнийский червь.

Результаты этих исследований не остались незамеченными. При помощи калифорнийских червей вот уже много лет перерабатывают мусор в Германии, Франции, Венгрии, Дании, Италии. Калифорнийский червь поедает опилки, гнилые овощи, ил сточных вод, а также отходы пищевых предприятий, кости, внутренности животных.

В России разведением дождевых червей занимались с начала XX века. К этому делу внимание привлёк эффект роста урожайности выращиваемых культур в лабораторных условиях.

Развернувшаяся в СССР индустриализация и химизация вызвала пренебрежение к органической системе земледелия и к дождевым червям, как её главной составной части. Практически до середины 80-х годов никаких исследований по биотехнологии переработки навоза (и другой органики) в гумусное удобрение (биогумус, червекомпост) с помощью технологических дождевых червей не проводилось. Исследования впервые были осуществлены Анатолием Михайловичем Игониным во Владимирском государственном педагогическом институте (ВГПИ) в 1984 г. по теме: «Разработка методики культивирования местных разновидностей дождевых (компостных) червей с целью переработки навоза (и другой органики) в гумусное органическое удобрение». Он вывел свою технологическую породу компостных червей «старатель», получил патент. В Беларуси выращивается гибрид «Красный пахарь».

Дождевые черви содержат в сухом веществе: 70% белка, витамин D, фосфолипиды, до 55% ненасыщенных жирных кислот, 22% насыщенных, 12% полиеновых кислот. Из биомассы червей готовят белковую муку, содержащую 62–72% белка.

Многолетними исследованиями была показана возможность и целесообразность культивирования червей на субстратах, приготовленных на основе навоза свиней, крупного рогатого скота, лошадей, помета птиц, сапропеля.

В качестве кормовой биомассы для рыбоводства и птицеводства эффективно использовать вермикультуру – это обобщенное название интенсивной биотехнологии ориентированной на производство кормовой биомассы и комплексного органического удобрения – вермикомпоста на основе массового разведения почвенных олигохет. Считается, что на одной тонне навоза можно вырастить до 100 кг червей и одновременно получить до 600 кг биогумуса – ценнейшего микробиологического удобрения для растений.

Красный калифорнийский червь представляет собой продукт длительного отбора в условиях вермикультуры обычного навозного червя *Eisenia foetida*. Оптимальная температура среды обитания красного калифорнийского червя +19 °С, при температуре ниже +14 °С черви перестают размножаться, а при температуре ниже +7 °С перестают питаться, впадая в лентаргическое состояние (анабиоз). Гибель красного калифорнийского червя наступает при охлаждении тела ниже 0 °С и нагреве свыше +42 °С. Ультрафиолет представляет смертельную опасность для червей, поэтому при их разведении следует избегать прямого действия солнечных лучей. Калифорнийских червей можно кормить экскрементами домашних и сельскохозяйственных животных, органическими остатками домашнего хозяйства, а также опилками, стружкой лиственных деревьев, травой листьями и т.д. Настоятельно рекомендуется не давать в пищу червям кору и отходы древесины красного цвета, поскольку они содержат танин, являющийся ядом для червя. Также необходимо исключать из состава корма все вещества, неподдающиеся биологическому разложению (органику синтетического происхожде-

ния). Калифорнийский червь очень плодовит, он превосходит все остальные виды люмбрицид примерно на порядок по числу яйцеклеток в коконах и по крайней мере в 4 раза по частоте спаривания.

Для успешного разведения червей необходимо соблюдение определённых требований к условиям среды их обитания:

- оптимальная температура для размножения и развития червя от +19 до +25 °С;
- влажность среды от 70 до 85 %. Хотя черви и обладают способностью переносить высокий процент потери воды из организма, однако если влажность субстрата длительное время ниже 35 %, черви могут погибнуть;
- оптимальная реакция среды – нейтральная. Допускается использование компоста с pH от 6,0 до 8,0. При pH ниже 5,5 (среда кислая) и выше 8,5 (среда сильнощелочная) черви могут погибнуть;
- при высокой влажности для дыхания червей необходимо обеспечение доступа кислорода. С этой целью уплотнившийся субстрат следует периодически рыхлить, стараясь не перемешивать при этом слой.

2. Размножение и развитие красного калифорнийского червя

Дождевые черви – гермафродиты. Т. е. имеют одновременно и мужские и женские половые органы, однако их строение исключает самооплодотворение. При спаривании черви обмениваются друг с другом сперматозоидами, которые могут довольно длительное время сохраняться в сперматеках. Поясок, делящий тело червя примерно в соотношении 1:2, имеют только половозрелые особи. Функция этого образования заключается в выделении комка особой слизи, в которую червь откладывает яйцеклетки и сперматозоиды и где собственно, и происходит оплодотворение. Вскоре после отделения от тела поверхность этого комка слизи застывает, образуя сферический кокон диаметром около 2–3 мм. Кокон имеет плотную хитинообразную оболочку, защищающую от неблагоприятных воздействий среды от 2 до 21 зародышей, развивающихся внутри него в питательной жидкости.

Оплодотворение дождевых червей перекрёстное. Два червя прикладываются брюшными сторонами, головы обращены друг другу навстречу. Поясками обоих червей выделяется слизь, одевающая их в виде двух муфт, поясок одного червя располагается против отверстий семяприёмников другого. Из мужских отверстий обоих червей выделяется сперма, которая сокращением брюшной мускулатуры проводится по его поверхности к пояску, где и попадает в упомянутую ранее слизистую муфту. Семяприёмники партнёра производят при этом как бы глотательные движения и воспринимают поступающее в муфту семя. Таким образом, семяприёмники обоих особей заполняются чужим семенем. Так происходит копуляция, после чего черви расходятся.

Откладка яиц и их оплодотворение происходит значительно позже. Червь выделяет вокруг своего тела, в области пояса, слизистую муфту, в которую и откладываются яйца. Затем муфта сползает с червя через его головной конец. Во время прохождения муфты мимо 9-го и 10-го сегментов семяприёмники вдавливают в муфту находящееся в них чужое семя, которым яйца и оплодотворяются. Муфта после этого смыкается на концах, уплотняется и превращается в яйцевой кокон, под защитой которого и происходит развитие яиц. Яйца развиваются внутри яйцевого кокона, из которого выходит уже вполне сформированный червь. Кокон содержит питательную белковую жидкость, а яйца бедны желтком и, развиваясь, дают зародыш, который активно заглатывает белок.

Через каждые 14–21 день после откладки кокона (в зависимости от температуры) маленькие черви разрывают оболочку кокона и выходят на поверхность. Первые 5–6 дней своей жизни в их эпителии отсутствует пигмент. Однако к 15–20-му дню они приобретают такую же окраску, что и их родители. Половой зрелости они достигают к 70–90 дню жизни. Продолжительность жизни – 16 лет.

3. Основные этапы биотехнологического процесса

Для разведения красного калифорнийского червя и получения биогумуса необходимо достаточно серьёзно подойти к покупке червей и подготовке субстрата (компоста). Червей необходимо покупать вместе с субстратом только в специализированных вермихозяйствах. Черви должны быть подвижные, красного цвета. В субстрате должны быть молодь и коконы. Генетически устойчивой считается популяция, содержащая не менее 1500 штук особей.

Биотехнологический процесс разведения красного калифорнийского червя состоит из следующих основных этапов: подготовка субстрата, подготовка вермикультиваторов, закладка червей, уход и подкормка, выборка червей, зимовка.

Подготовка компоста (питательного субстрата). Хорошим сырьём для подготовки питательного субстрата может быть навоз сельскохозяйственных животных, выдержанный в течение от 3 до 6 месяцев. Меньше времени уходит на компостирование кроличьего и козьего навоза, больше свиного и куриного. Качество навозного субстрата можно улучшить, добавив в него измельчённую скорлупу яиц, измельченные пищевые отходы, листья плодовых и овощных культур, сорняки, а также внести до 20 кг смеси извести и торфа на 1 т сырья.

Не рекомендуется использовать в качестве компоста навоз, пролежавший после завершения компостирования более двух лет, так как в нем крайне мало необходимых для червей питательных веществ. Такой навоз можно использовать в качестве добавки при компостировании органических отходов.

Готовность субстрата определяется следующим способом. На влажный субстрат кладут десяток червей. Если черви в течение нескольких минут заползают в субстрат, значит он готов к заселению червями. Если черви не заползают в субстрат, а лежат на поверхности и поднимают головки вверх, значит субстрат требует дополнительного компостирования. Категорически запрещается использовать в качестве корма для червей свежий навоз.

Лучшим кормом для червя будет являться комбинированная компостная куча, куда послойно, или в перемешанной виде, закладываются скошенная трава, пищевые отходы, лиственный опад. Как и дождевой червь, красный калифорнийский не может питаться живыми растениями, он питается только отмершими и начавшими гнить растительными остатками. Поэтому меню червя должно состоять только из растительной пищи. Никаких мясных включений быть не должно. Можно использовать любые растительные остатки: картофельную кожуру, листья капусты, огрызки яблок, кожуру бананов, кофейную гущу, спитый чай, очистки моркови, свеклы, испорченные и варёные овощи и немолочные каши. Но даже кожура овощей и огрызки яблок какое-то время содержат живые клетки. Поэтому перед скармливанием их нужно либо пропустить через мясорубку, либо заморозить в морозилке, для того, чтобы разрушить клеточные стенки. Спитый чай и кофейную гущу можно класть без всякой обработки. Черви очень любят хлеб. Поэтому любой, даже заплесневевший сухарь, для них большое лакомство. Время от времени можно поливать субстрат ополосками емкостей из под сметаны и кефира. Молочнокислые палочки, содержащиеся в этих продуктах – отличный корм для червей. Но нельзя поливать компост неразведенным кефиром. Это повысит кислотность субстрата и вызовет рост плесневых грибков. Перед заселением червя субстрат должен перегнить и не содержать живых растительных клеток. Для уменьшения кислотности субстрата можно добавить в него измельчённую скорлупу яиц, смесь извести и торфа.

Подготовка вермикультиватора. В качестве вермикультиватора можно использовать пластиковые ящики небольшие или более вместительные (от 0,5 до 1,0 м²) самодельные деревянные ящики высотой 30–40 см, гряды или компостные кучи. Пластиковые ящики предпочтительнее в тех случаях, когда червей на зиму планируется переносить в теплое помещение. Ящики можно разместить в помещениях, в которых температура воздуха составляет от +16 °С до +25 °С градусов. Идеальный вермикультиватор должен защищать червей от грызунов, особенно от кротов, и птиц, быть затемнённым, хорошо сохранять влагу и, вместе с тем, предотвращать перегрев и заливание водой во время ливней. Для защиты от грызунов на твёрдый грунт укладывается материал, изолирующий компост, населённый червями, от зем-

ли. Идеальный пол – цементный или деревянный. Но можно использовать и полиэтиленовую пленку и два слоя упаковочного картона.

Закладка червей в компост. Этот этап выращивания червей и получения качественного биогумуса требует особого внимания и подготовки. Червей заселяют вместе с питательным субстратом, равномерно распределяя их по поверхности. При закладке в компост на каждый квадратный метр закладывается 750–1500 штук червей. Черви не любят яркий свет, и поэтому ящик или компостную кучу необходимо закрыть воздухопроницаемым материалом.

Уход и подкормка. Уход за червями сводится к поддержанию температуры, рыхлению и поливу гряд (ящиков). Одно из ведущих условий в жизнедеятельности красных калифорнийских червей является влажность субстрата. Они очень чувствительны к колебаниям влажности, особенно к её снижению. Также нужно стараться поддерживать оптимальную для червя температуру 19–25°C. Нельзя поливать компост прямо из водопроводного крана из-за наличия в ней хлора. Воду нужно использовать либо дождевую или речную, либо отстоявшуюся водопроводную.

На практике степень влажности субстрата определяют следующим образом: набирают в ладонь субстрат из слоя размещения червей и сжимают в кулаке. Если между пальцами выступает влага, влажность субстрата достаточная, если выступают капли воды, то он переувлажнен, если влага не выступает – субстрат сухой, его необходимо увлажнять.

Оптимальным кормом для червей является конский навоз. Другие типы навоза подходят только при условии, если они тщательно смешаны с измельченной соломой в соотношении 5:1.

Первую подкормку червей проводят через две – три недели после заселения в компост. Операция подкормки заключается в следующем. На одну четвертую поверхности гряды или ящика настилают свежий питательный субстрат (корм) толщиной 5–7 см и равномерно распределяют его по поверхности. В качестве корма используется заранее подготовленный субстрат. Через 2–3 недели, по мере поедания корма червями, сверху вновь наносят 5–7 сантиметровый слой корма. На этом этапе корм наносят на поверхность, оставляя по всему периметру полосу шириной 5–7 см, который играет роль предохранительного клапана, если навоз не прошел процесс ферментации и выделяет вредные вещества. Это делают каждую неделю, до тех пор, пока ящик не будет полностью заполнен или высота гряды не достигнет 50–60 см. Периодичность подкормки зависит от количества червей в ящике (в гряде) и от температуры выращивания. При приближении температуры к оптимальной (20–22 °C) количество потребляемого червями корма возрастает. Процесс получения биогумуса заканчивается, когда питательный субстрат полностью переработан и составляет, по времени, три – четыре месяца от начала заселения.

Черви нуждаются в кислороде, поэтому после достижения толщины слоя субстрата 20 см и более проводят регулярное прокалывание гряды, для чего используют деревянный кол диаметром 2–3 см или специальные вермикомпостные вилы. Прокалывание проводят 2 раза в неделю на глубину залегания червей и коконов без перемешивания слоёв компоста.

При устойчивом режиме работы червей в гряде происходит расслоение на три зоны. Первая зона – поверхностный горизонт (5–7 см) представляет собой свежий субстрат, который является кормом для червей. Его количество постоянно меняется, так как черви питаются им постоянно, а этот слой наносится периодически. Средняя зона – 10–30 см – является рабочей зоной, в которой обитает основная масса червей. Третья зона – накопитель биогумуса по мере работы червей постоянно увеличивается по высоте.

Выборка червей и биогумуса. Необходимость в выборке червей возникает, когда питательный субстрат полностью переработан, или когда плотность червей превышает оптимальную плотность заселения (от 20 до 50 тысяч на 1 м²). Для того чтобы выбрать червей из ящика, им дают поголодать несколько дней, а затем на него ставят ящик со свежим субстратом. Черви в поисках пищи постепенно перебираются в новую емкость. Таким образом, нужно повторить выборку три раза, каждый раз оставляя ящик со свежим субстратом на неделю. Когда практически все черви из нижней емкости переберутся в верхнюю емкость, ос-

тавший в нижней емкости биогумус можно использовать по назначению. Правда, все равно остаются отшельники, которые будут оставаться в нижней емкости, питаясь тем, что будет стекать из верхней емкости при поливе. Их обычно остается до 5 % от поголовья. Но они не мешают использованию биогумуса.

При выборке червей из гряды им так же дают поголодать несколько дней, а затем на 1/3 площади раскладывают порцию нового корма слоем 5–7 см, в которую голодные черви перемещаются. Через два – три дня слой вместе с червями снимают. Эту операцию необходимо повторить 3 раза в течение трех недель, чтобы собрать всех червей, включая молодь, вышедшую из коконов.

Оставшийся биогумус-сырец представляет собой мажущую массу темного цвета, которую собирают совком, просушивают до 45–50 % влажности, просеивают через сито и фасуют для хранения. Просушенный фасованный биогумус можно хранить при температуре окружающего воздуха, от минус 20 °С до плюс 30 °С градусов.

Сохранение червей в холодное время года. В зимний период популяцию червя можно сохранить в помещении, где температура воздуха не опускается ниже +5 °С. Компост загружают в ящик или гряду размером 100×150×25 см. Червя, собранного с летней гряды переносят в зимнюю гряду. Гряду накрывают влажной тканью (лучше натуральной мешковиной) и следят за влажностью гряды, время от времени поливая ткань. Если температура в помещении +10 – +15 °С, то червей время от времени подкармливают. Но в любом случае в ящике или гряде должно быть достаточно корма. Так как при повышении температуры червь начинает питаться. И если не будет хватать корма, то часть червей может погибнуть. Кроме того в феврале у червей начинается период спаривания и размножения. Если не будет хватать корма, черви не будут откладывать коконы, значит и поголовья будет меньше.

На улице «зимник» требуется специально оборудовать. Для этого копают яму размером 120×150 см и глубиной 35–40 см. Из вынутой земли делается обваловка высотой 30–40 см. Глубина ямы вместе с высотой обваловки должна превышать уровень промерзания грунта зимой в данной местности. Дно и стены нужно выложить твердым материалом, а можно ограничиться слоем полиэтиленовой пленки или рубероида для защиты от кротов. По готовности в яму переносят червей с летней гряды.

Пространство между обваловкой заполняется слоем теплоизолирующих материалов высотой 40–50 см. (сено, солома, сухие листья). Также необходимо для предотвращения промерзания грунта утеплить яму по периметру на 1 метр. Закрывают сооружение пленкой. По краям полезно укрыть еловым лапником, а после первого снегопада снег по краям желательно плотно утоптать и даже пролить водой (для защиты от мышей). Выпавший снег является дополнительным теплоизолятором, и температура в зоне пребывания червей в течение зимы не опускается ниже +5 °С.

Можно просто тщательно утеплить гряду соломой и прикрыть пленкой. Такая конструкция защитит червя в случае снежной и не очень холодной зимы. Кроме того, следует принять меры для того, чтобы в гряде не пробрались кроты и мыши, которые быстро могут уничтожить поголовье червей.

Если же зимы холодные и земля промерзает на большую глубину, то лучше не рисковать и перенести червей в теплое помещение.

Часть популяции (300–500 особей) для гарантии можно забрать домой и содержать в течение зимы при комнатной температуре, подкармливая пищевыми отходами.

Лекция 9. Культивирование олигохет

Вопросы

1. Общие сведения и особенности биологии белого энхитрея
2. Отношение к факторам среды белого энхитрея
3. Биологические особенности развития и культивирования гриндальского червя

4. Технология культивирования трубочника (*Tubifex tubifex*)
5. Культивирование аулофоруса (*Aulophorus furcatus*)

1. Общие сведения и особенности биологии белого энхитрея

Энхитреиды – одно из семейств малощетинковых червей (*Oligocheta*), включающих в себя около 400 различных видов. Группа слабо изучена в систематическом и экологическом отношении. Среди представителей семейства наиболее известен белый энхитрей – *Enchytraeus albidus* Henle, называемый также горшечным червем.

E. albidus встречается не только в почвах самых различных типов, но и в пресных и солоноватых водоемах, на литорали морей, в детрите среди камней, в выброшенной на берег растительности. По своему географическому распространению энхитрей – убикиvist.

E. albidus имеет стройное цилиндрическое тело белого или слегка кремового цвета, разделенное на сегменты (сомиты), число которых варьирует от 52 до 74 или от 46 до 65. По сравнению с другими видами семейства, энхитрей обладает более крупными размерами. В природных условиях их длина достигает 25–35 мм, в то время как при искусственном содержании 35–45 мм.

В отличие от других почвенных олигохет, энхитрей ведет малоподвижный образ жизни. Он обитает в местах, где накапливается значительное количество органического вещества. Здесь также откладываются коконы и происходит развитие молоди, которая также не совершает значительных перемещений. Обычно продвижение энхитрея в грунте совершается путем выедания ходов. Вместе с тем при необходимости, главным образом в тех случаях, когда черви избегают воздействия каких-либо неприятных факторов, они могут двигаться достаточно активно.

В воде энхитреи собираются в клубки – синапории. Различают пассивную форму синапорий (например, при сносе животных водой) и активную (при подсыхании почвы, воздействии освещения, понижении температуры). При этом плотность клубков тем значительнее, чем резче воздействие фактора.

В природных условиях наиболее высокая численность энхитрея отмечается осенью и отчасти весной при умеренной температуре и достаточной влажности почвы. В условиях культивирования он успешно размножается при температуре от 8 до 25 °С. Снижение температуры до 0 °С не вызывает гибели червей и их яиц, которые при постепенном понижении переносят даже отрицательную температуру.

Энхитрей – гермафродит. Самооплодотворение у энхитрея наблюдается, как исключение и это связано с одновременным развитием половых продуктов. Сбрасывание коконов происходит в верхнем 5–7 сантиметровом слое грунта, часто у самой поверхности.

При комнатной температуре новорожденные энхитреи покидают кокон на двенадцатые сутки, выползая через разрывы в его сомкнутых краях. Новорожденные особи имеют длину тела от 1 до 1,5 мм и весят около 1 мг. Они сразу же оказываются способными самостоятельно отыскивать пищу и концентрируются около нее вместе со взрослыми червями.

Темп роста белого энхитрея наиболее высок в первые 15 дней и резко падает на 21–22 день, когда наступает половая зрелость. К этому времени черви достигают длины 15–20 мм и массы 5–8,5 мг. В передней части их тела (в области XI–XII сегментов) появляется утолщение – пояска или клителлум – образующееся в результате деятельности кожных желез при половом созревании животных. По наличию пояска можно легко отличить половозрелую особь от неполовозрелой.

С наступлением периода размножения рост червей замедляется, но не прекращается в течение всей остальной жизни. В лабораторных условиях 50 % опытных животных доживают до 200 дней. Максимальный срок жизни 313 дней.

Наиболее интенсивно энхитрей растет и размножается в культуре при плотности 400–500 г/м³ в слое грунта 12–15 см в первые 30 дней культивирования. Максимальная биомасса червей при высокой плотности составляет 2000 г/м².

В природных условиях энхитрей питается разлагающимися органическими веществами растительного и животного происхождения. Его часто относят к типичным сапрофитам, играющим роль в образовании гумуса почвы. Помимо разлагающейся органики большое значение в питании энхитрей имеют многочисленные бактерии и грибы, обильно развивающиеся в почве. Именно они и представляют основную пищевую ценность для червей.

В условиях культивирования пищей энхитрей могут служить любые продукты растительного и животного происхождения, а также культуры различных групп бактерий и грибов. Особенно успешно используются пекарские, пивные и кормовые дрожжи. Непосредственное ощущение корма проявляется у белого энхитрея на расстоянии, не превышающем 10 см. Наиболее охотно энхитрей собирается у дробины или другого корма, смешанного с дробинкой.

Хорошо концентрируются черви у мучных продуктов (овсянка, мука пшеничная, ржаная, различные крупы в виде каши). Слабее выражена реакция на такой корм как казеин, заваренные и измельченные листья растений, различные овощи. Рацион энхитрея зависит не только от вида корма, его влажности и дисперсности, но также и от доступности.

По степени использования пищи для процессов роста на первом месте стоят отруби, затем картофель, мука и хлеб. Наиболее интенсивно рост и размножение энхитреев происходят при питании мукой. Прирост биомассы в сутки при этом достигает 36,7 % от исходного веса, а суточная продукция яиц оказывается самой высокой.

При кормлении отрубями темп роста червей высокий, но активность размножения самая низкая. Животные, питающиеся хлебом и картофелем, имеют наиболее низкий темп роста, но продуцируют значительное количество яиц.

Энхитрей обладает способностью длительное время жить без пищи. При комнатной температуре он может выдерживать голод до 2,5 месяцев, теряя до 80 % массы тела.

2. Отношение к факторам среды белого энхитрея

Структура почвы. Самой благоприятной средой для жизни белого червя являются структурные плодородные почвы. В почвах с хорошей структурой встречается до 150 000 экз./м², в глинистых почвах – единичные экземпляры. В песчаных почвах черви встречаются в более глубоких слоях, в почвах лесов, где много гниющей растительности энхитрей не уходит глубже 1–3 см. Лучшие результаты культивирования были получены при использовании хорошо подготовленной земли из садов, парников и т. д. Песчаные и тяжелые глинистые почвы, содержащие малое количество органических веществ почти не применяются для выращивания энхитрея.

Влажность почвы. Не имея специальных покровов, предохраняющих тело от высыхания, энхитрей может нормально существовать лишь при условии достаточной влажности. При снижении относительной влажности почвенного воздуха черви начинают подсыхать, теряют подвижность и, в конце концов, погибают. Подсыхание животных идет очень быстро и в течение короткого срока они погибают. Основная масса червей гибнет при потере 65 % воды тела. Подвижность животных возобновляется в нормальных условиях влажности в том случае, если подсыхание не было глубоким, а общая потеря воды тела не превышала 55 %.

Оптимальной является влажность – 22–25 %, но только в тех случаях, когда почва хорошо структурирована. Влажность грунта 8–10 % летальна для энхитрея.

Температура. В условиях культивирования энхитрей успешно развивается при температуре от 8 до 25 °С. Снижение температуры до 0 °С не вызывает гибели червей и яиц, которые при постепенном охлаждении легко переносят даже отрицательную температуру. При 0 °С энхитрей сохраняет подвижность, но активность его заметно падает. Он слабо реагирует на корм, и вероятно не размножается. При 8–10 °С черви нормально размножаются и дают ощутимый прирост биомассы. Оптимальная температура для роста и размножения лежит в пределах 15–21 °С. Повышение температуры до 22–25 °С не сказывается значительно на процессах жизнедеятельности, при 25 °С черви откладывают коконы и живут продолжительное

время. Верхней температурной границей выживания энхитрея следует считать 28–29 °С, при температуре 33 °С черви погибают через 15 минут.

Свет и тепло. Энхитрей резко отрицательно реагирует на свет. Если источник тепла расположен снизу, черви активно уходят из прогреваемых слоев земли и в массе концентрируются на поверхности грунта. Наиболее чувствительна к освещению передняя часть тела, в эпидермисе которой сосредоточено наибольшее количество светочувствительных клеток.

Соленость и pH. Энхитрей является эвригалинным видом, обладающим высокоразвитой способностью к осморегуляции. По отношению к pH среды установлено, что концентрация водородных ионов не влияет на численность энхитреид, но энхитрей активно избегает щелочную зону (pH – 7,9–8,0) и в массе концентрируется в участках с pH – 6,2–6,7.

Одним из существенных факторов, определяющих плотность природных популяций энхитрея, является содержание органических веществ в почве. Наиболее благоприятные условия для культивирования создаются при частичном обновлении старой почвы путем смешивания ее со свежей в пропорции 1:1. В этом случае рост биомассы энхитрея в 5 раз превосходит рост червей в свежем и в 1,5 раза в старом грунте.

Несмотря на большую выносливость к внешним воздействиям, энхитрей обладает высокой чувствительностью к ряду химических веществ, что дает возможность использовать его в качестве тест-объекта при испытании различных препаратов.

3. Биологические особенности развития и культивирования гриндальского червя

Гриндальский червь (*Enchytraeus buchhoizi*) – это мелкий, длиной 0,5–12 мм и диаметром 0,4 мм червячок. Он обладает огромной репродуктивной способностью – при оптимальных условиях содержания он удваивает свою биомассу за трое суток.

Для разведения гриндаля лучше всего использовать деревянный ящик размером 20×15×8 см. Использование жестяных, стеклянных, пластмассовых емкостей нежелательно из-за того, что они плохо пропускают воздух.

Ящик с культурой следует полностью прикрывать крышкой или стеклом, с тем чтобы в него не проникали насекомые. Между крышкой и субстратом в ящике должно оставаться пространство в 1–2 см. В качестве субстрата используют влажные пенопластовые плитки, общим объемом около 2 см³, или кубики рыхлого вываренного торфа.

Можно применять перегной из лиственного леса, наполовину смешанный с торфом. Также можно применять ошпаренный торфяной длиноволокнистый мох – сфагнум. Субстрат увлажняют и помещают в ящик. Затем в субстрат закладывают столовую ложку питательной смеси (мелко перемолотые и ошпаренные кипятком спиртовые дрожжи с овсяными хлопьями), перемешивают ее с субстратом и после этого вносят культуру червей. Кормить червей желательно каждый день, в крайнем случае не реже одного раза в два дня.

Один раз в неделю в смесь необходимо добавлять витамины или рыбий жир, молоко и сахар. В смесь можно добавлять тщательно перемолотую пророщенную пшеницу, зерносмесь, овсяную муку, кефир, детское питание на основе овсянки, толокно. Хорошие результаты дает использование добавки в виде смеси сыра с крапивой (сыр неострый и нежирный). Для этого сыр необходимо подсушить, натереть на терке, затем высушить, перемолоть в муку, перемешать с порошком сухой крапивы в соотношении 5:1, смочить водой и внести в субстрат.

Оптимальная температура для разведения гриндаля 18–24 °С. При температуре 14 °С размножение червей прекращается, при температуре 30 °С и выше гриндаль, спасаясь от жары, покидает ящик. При температуре 26 °С усиливается размножение червей, но одновременно возникает опасность быстрого размножения клещей, часто попадающих в культуру с торфом или мхом. Появление клещей приводит к исчезновению гриндаля. Разделить клещей и червей можно, поместив их в стакан с водой. Гриндаль в воде опускается на дно, а клещи всплывают. Субстрат и ящик следует простерилизовать, опустив в кипящую воду, просушить и после этого можно возобновить в нем культуру гриндаля.

Перед скармливанием рыбам червей отделяют от субстрата. Для этого помещают субстрат с червями в капроновом сачке в воду, сквозь который черви при намачивании попадают в воду. Гриндаль в воде остается живым в течение суток.

Хранить большое количество червей можно в помещении с температурой 0 °С до 100 дней при плотности 4–5 кг на 1 м².

4. Технология культивирования трубочника (*Tubifex tubifex*)

Ценным универсальным кормом для рыб с усвояемостью 71–85 % является обыкновенный трубочник (*Tubifex tubifex*). Он относится к типу кольчатых червей, классу поясковых червей, отряду *Harplotaxida*, семейству *Naididae*, роду *Tubifex*. Им кормят как мальков, так и взрослых рыб. О питательной ценности трубочника можно судить по данным, приведенным в табл. 4.

Трубочник – обитатель мелководных участков медленно текущих ручьев и речек, канав и водоемов со стоячей водой. Наибольшие скопления его бывают в местах сброса вод со скотных дворов, пивоваренных заводов и других пищевых предприятий. Трубочники – типичные донные животные, могут жить не только в илистом, но и в песчаном грунте.

Таблица 4. Химический состав основных кормовых объектов, %

Кормовые объекты	Углеводы	Жиры	Белки	Минеральные вещества	Вода
Трубочник	3	2	8	1	86
Мотыль	4	2	8	1	85
Дафнии	4	0,5	4	1,5	90

Представители семейства *Tubificidae* обладают длинным и тонким нитевидным телом, обычно красноватого цвета, состоящим из большо-го количества сегментов. Длина червей составляет от 20 до 70 мм. Трубочники питаются в основном органическими остатками грунтов водоемов, пропуская через себя за сутки такое количество грунта, которое превышает их собственную массу во много раз. При этом грунт минерализуется и освобождается от остатков органического происхождения. Таким образом происходит биологическое самоочищение загрязненных водоемов.

Трубочник – культура эвритермная. При температуре 1–4 °С животные дают потомство, но развитие идет очень медленно. Трубочник живет до 4–6 лет. Половая зрелость наступает в возрасте 2–3 месяцев. Трубочники – гермафродиты. Размножается трубочник только половым путем, в основном в летние месяцы. В коконах содержится по несколько яиц (1–8), из которых уже через месяц появляются маленькие трубочники.

Среди известных способов культивирования тубицидов надежного способа до сих пор не разработано. Тем не менее его успешно культивируют в проточной воде на органических отходах (коровьем навозе). В таких установках на 1 кг трубочника требуется 18 кг навоза и 38 л воды.

6. Культивирование аулофоруса (*Aulophorus furcatus*)

Новым кормовым объектом, который мог бы заинтересовать рыбоводные хозяйства и уже получившим признание у аквариумистов, является червь *Aulophorus furcatus*.

Aulophorus furcatus относится к семейству *Noididae* – водяные змейки. Обитают они на илистых грунтах в пресных водоемах, питаются илом, гниющими растениями и другой доступной органикой. Длина взрослых особей 10–20 мм, толщина около 0,2 мм. Как большинство олигохет аулофорус – гермафродит. В отличие от трубочника половым путем размножается редко. Обычно же взрослые особи делятся пополам или на большее число особей.

Характерной особенностью аулофоруса является наличие жабр. Жаберные придатки расположены на расширении вокруг анального отверстия на конце тела. Аулофорус может образовывать колонии на питательном субстрате. Передняя часть тела червя погружена в субстрат, а задняя с жабрами находится в воде. Дыхательных колебаний, как трубочник, он не совершает. Брошенные в сосуд с водой черви расплываются во все стороны, а в дальнейшем концентрируются небольшими клубочками у поверхности воды, вдоль стенок или на дне сосуда. Исходную культуру червей можно найти в сильно загрязненных природных водоемах (пробы тщательно отбирают под микроскопом).

Культивирование аулофоруса помогает разрешить проблему выкармливания мальков, особенно в зимнее время. На таком корме мальки растут очень быстро и по своим размерам различаются весьма незначительно. В колониях аулофоруса постоянно присутствует большое количество мельчайших водных животных – различных инфузорий, коловраток и прочих организмов, которые также являются отличным стартовым кормом.

Для небольшого аквариумного хозяйства культивировать червей удобно в прямоугольной столитровой емкости. Этого достаточно, чтобы обеспечить кормом 500–1000 мальков в месяц. Можно использовать и низкие кюветы с уровнем воды 1,0–1,5 см. Размеры кювет зависят от того, какое количество культуры необходимо. Лучше иметь несколько небольших кювет, чтобы сохранить культуру.

В лабораторных условиях в качестве корма используют морковь, травяную муку, крапиву, клевер, банановые корки, мякоть тыквы и т. д. Лучше использовать комбинированные смеси: травяная мука – 500 см³, клевер луговой – 300 см³, морковь – 100 см³, дрожжи пивные – 100 см³, дафния – 5 см³, минеральные удобрения – 2 г, глюкоза – 5 таблеток.

Все сухие составные части тщательно замешивают на крутом кипятке до консистенции очень густого теста. Затем смесь снова высушивают или хранят в таком виде в холодильнике.

Воду берут только из аквариума или водопроводную, отстоянную не менее двух суток. Черви отрицательно реагируют на свет.

Десятилитровую емкость заливают водой и устанавливают аэратор (иначе при большом количестве органики вода испортится и черви погибнут). На поверхность воды помещают рамку из пенопласта, на которую натянута сетка из капрона № 40–64 в один или несколько слоев. На сетку один раз в 2–3 дня кладут корм. Первую партию корма вносят одновременно с культурой червей. Для начала достаточно буквально 2–3 десятка особей, которые очень быстро разрастаются в колонию. На 10 л воды оптимальной является биомасса червей в 100–150 г. При большой плотности культура погибает. В процессе выращивания необходим постоянный отбор червей, что стимулирует их размножение.

Уход за культурой несложен. Оптимальная температура 25–28 °С. Основное требование – систематическая подкормка и смена воды. Корм следует давать понемногу, добавляя его по мере поедания. Воду надо менять через один-два дня (от 1/2 до 4/5 объема). Очень быстро вода приобретает темный зеленовато-коричневый оттенок, но на культивировании червей это не отражается. Культиватор нужно плотно закрывать стеклом. Как правило, черви концентрируются на нижней стороне плавающей кормушки или на дне. При недостатке кислорода они поднимаются вверх и розовыми клубками собираются у стенок и на поверхности кормушки. В это время удобнее всего брать червей для кормления рыб. Достаточно уменьшить аэрацию для получения необходимого количества червей. Перед скармливанием их рыбам червей помещают в небольшую пробирку, наполненную на 2/3 водой, где они собираются в клубочек. Если кормят рыб, которые берут корм в толще воды, клубочек разбивают. Для этого пробирку тщательно встряхивают, пока черви не распределятся равномерно в воде, а затем выливают содержимое в аквариум.

По скорости размножения аулофорус – рекордсмен. Через каждые пять суток количество червей удваивается, если есть колония червей биомассой 100–200 г, то без всякого ущерба из нее можно ежедневно изымать 20–40 г аулофоруса. Для самых молодых мальков червей

можно порезать на кусочки, при этом несъеденные остатки червей могут регенерировать и превращаться в новую особь.

При разведении аулофоруса аквариумистами самым простым известным и популярным способом является культивирование его в полуводной среде на поролоновой губке, где выступающая часть губки остается не затопленной водой на 2–3 мм.

Губку укладывают в небольшой пластиковый контейнер обязательно с закрывающейся крышкой, в которой для поступления воздуха проделывают несколько небольших отверстий. В корм аулофорусам можно использовать спирулину, травяную муку, кусочки вареной моркови, кабачков, капусты, кожуру бананов и т. п.

Считается, что аулофорусы больше всего обожают овсяную муку. Кормить аулофорусов нужно небольшими порциями, рассыпав корм по поверхности губки. Повторно вносить корм необходимо только тогда, когда он полностью или почти полностью будет съеден. Если в корм используется овсяная мука или спирулина, насыпать их можно небольшими кучками в центр или в разных местах губки. На мокрой поверхности мука и спирулина быстро размокают и становятся доступными для поедания червями. Черви аулофорусы собираются вокруг корма и постепенно его съедают. По мере разведения червей корм поедается ими быстрее и кормление нужно повторять чаще.

При культивировании аулофоруса важно, чтобы отверстия были наименьшего диаметра, в контейнере не поселились пищевые конкуренты, например плодовые мухи, избавиться от которых будет непросто.

Для разведения аулофоруса лучше подходит вода аквариумная, а наливать ее нужно в контейнер столько, чтобы выступающая часть губки оставалась не затопленной водой на 2–3 мм. Черви аулофорусы живут в губке, заполняя ее микроскопические пустоты, но питаются они выбираются на не покрытую водой поверхность.

Уход за аулофорусом связан с частичной промывкой губки и полной подменой воды в контейнере.

Лекция 10. Культивирование свободноживущих нематод

Вопросы

1. Общие сведения и биология развития нематод
2. Методы культивирования нематод
3. Культивирование нематод в лабораторных условиях

1. Общие сведения и биология развития нематод

Тип нематод (*Nematodes*) или круглых червей насчитывает около 8000 видов, поразительно сходных между собой по общему построению тела. Некоторые из них живут в морской, другие в пресной воде, в почве или паразитируют в животных или растительных организмах. Тело нематод удлиненное цилиндрической формы, заострено на обоих концах и покрыто слоем плотной кутикулы. У нематод никогда не бывает никаких ресничек, они не имеют кольцевых мышечных волокон, а только продольные, они могут сгибаться и плохо плавают, несмотря на энергичные сгибательные и разгибательные движения. Нервная система нематод состоит из продольных нервных стволов и окологлоточного кольца. Пищеварительная система включает переднюю (с пищеварительными железами) среднюю и заднюю кишку. Нематоды дышат всей поверхностью тела. Большинство нематод раздельнополы. Самцы отличаются от самок по внешнему виду и строению. Самцы меньше, более стройные, задний конец их загнут. Оплодотворение и эмбриональное развитие внутреннее. Сформировавшаяся молодежь выходит во внешнюю среду.

Свободноживущие нематоды (тип *Nemathelminthes*, класс *Nematoda*) широко распространены в почве и различных водоемах. Некоторые из них благодаря малым размерам хорошо

доступны личинкам рыб. Культивирование мелких нематод из родов *Panagrellus*, *Rhabditis* и *Turbatrix* осуществляется аквариумистами-любителями.

2. Методы культивирования нематод

Культивирование осуществляют или на почвенном субстрате, куда вносят корм для червей или непосредственно в корме, без почвенного субстрата, т. е. существует два способа культивирования нематод:

- непосредственно в корме;
- на почвенном субстрате.

Для культивирования нематод можно использовать заваренную овсяную крупу, разваренные овощи. К этим средам целесообразно добавлять немного молока. Для лабораторного культивирования рекомендованы специальные среды, в частности, содержащая аминокислоты, 4%-ый соевый пептон, казеин и препарат из печени.

Для массового культивирования рекомендуются среды из овсяной или ячменной муки и фуражного овса. Пищевой субстрат должен быть достаточно густым, так как на слишком жидком субстрате развивается бактериальная пленка, подавляющая развитие червей. Для приготовления пищевого субстрата нужной концентрации в 1 л кипяченой воды заваривают 150 г овсяной крупы или 200 г овсяной муки или 300 г фуражного овса или 250 г ячменной муки.

Фуражный овес проваривают в течение 40–50 мин, остальные продукты в течение 7–10 мин. Питательную среду раскладывают слоем 1,0–1,5 см в кюветы, которые могут быть изготовлены с различного материала. Удобны эмалированные кюветы размером 33×43 см. Кюветы с культурой червей закрывают стеклом и размещают многоярусно на стеллажах.

При зарядке в каждую кювету указанного размера вносят 1,5–2 л приготовленной среды и распределяют ее равномерно по дну, на поверхность вносят слой старой культуры, содержащей червей или чистую зарядку нематод, из расчета 300 экз/см² или 400 тыс. особей на одну кювету.

Оптимальный температурный режим культивирования 18–20 °С. Разведение этих нематод возможно и при более низкой температуре, 7–10 °С. При температуре 18–20 °С культура созревает на 10–11 день, достигает максимального развития на 15-й день и угасает через 35–40 дней. При ухудшении состояния культуры следует произвести ее перезарядку. Регулярная подкормка, начиная с 20–25 дня сухими овсяными хлопьями из расчета 300–500 г/м² выростной площади, позволяет продлить срок существования культуры до трех месяцев. Для отбора червей, в питательную среду помещают брусочки с гладкой поверхностью. При большой плотности популяции черви выползают на них, и их можно собирать с этих брусочков лопаточкой. Наиболее высокая среднесуточная продукция нематод 75 г/м² получена при использовании в качестве субстрата овсяной крупы. При высушивании и при низких температурах культуру нематод можно хранить до 1,5–2 лет.

Очень популярен способ разведения уксусной нематоды на почвенном субстрате при кормлении кефиром. Обычный глиняный горшок наполняют смесью: 50 % чернозема, 30 % песка, 20 % торфа и мха. Все компоненты кипятят отдельно 10 минут и затем перемешивают. Для постоянного увлажнения ставят культуру на блюдце с водой, сверху на смесь помещают культуру, заливают тонким слоем кефира и покрывают горшок стеклом. Червей подкармливают кефиром несколько раз в неделю.

Нематоды еще не нашли широкого применения в производстве, но при дальнейшем развитии работ в этом направлении и производственном освоении метода их можно будет широко использовать в качестве стартовых кормов для личинок рыб.

3. Культивирование нематод в лабораторных условиях

Уксусные нематоды (*Turbatrix aceti*, *Turbatrix silusae*) обычно заводятся в непастеризованном уксусе. Размер микрочервя, или уксусной угрицы, 1–2 мм. Они раздельнополые, живоро-

дящие. У самок яйца развиваются восемь дней. После развития яиц внутри самки хорошо видны скрученные спиралью молодые особи.

Живут и размножаются нематоды в условиях уксусного брожения. Культивируется микрочервь на кашеобразном толокне, геркулесе, булке, смоченной в молоке или воде, на тертой моркови и т. д.

Для разведения используют эмалированные, стеклянные или пластмассовые кюветы с крышкой. Перед применением их необходимо сполоснуть кипятком. При культивировании микрочервя необходимо соблюдать стерильность, поскольку при обрастании кашицы плесневыми грибами культура микрочервя полностью гибнет.

На внутреннюю поверхность крышки кюветки приклеивают кусок поролона, который смачивают в воде, создавая таким образом влажную среду в кюветке. Кюветку устанавливают в наклонном положении. В нижнюю половину кюветки помещают сметанообразную массу толокна. Толокно предварительно заваривают в кипятке, размешивают, остужают и добавляют мелко натертую морковь, а также поливитамины. В качестве витаминных добавок можно использовать растертую внутреннюю часть таблетки гендевита, ревита, ундевита или премикс.

На поверхность этой кашицы наносится культура червя. Через 2–3 дня при температуре 20–22 °С происходит бурное развитие микрочервя. Червячки выползают на влажные участки стенок и свободные части дна кюветки, отсюда их снимают кисточкой и переносят в стакан с водой для отмывания от кислоты.

Перезарядку культуры делают через 1–3 месяца (когда сметанообразная масса становится жидкой).

Микрочервя также разводят на густо сваренной овсянке, на каше, состоящей из хлеба и молока, или мякише белого хлеба. Мякиш белого хлеба мочат в кипятке, отжимают и помещают в кюветку. На его середину помещают культуру и закрывают стеклом.

Отлично разводится червь на тертой моркови. Для этого морковь ошпаривают кипятком, натирают на мелкой терке, отжимают от сока и помещают в кюветку. Далее на нее помещают промытых микрочервей. Они быстро размножаются, имеют красный цвет и хорошо поедаются мальками всех видов рыб.

Недостатком этого метода является быстрое протухание или зарастание моркови плесневыми грибами. Хороших результатов можно добиться при добавлении моркови в другие среды.

Можно разводить червя на тертом сыре. Для этого кусочки торфа хорошо вываривают и укладывают в один слой в кюветку, вносят культуру червей, посыпают тертым сыром, увлажняют из пульверизатора и прикрывают крышкой. Периодически в кюветку необходимо вносить свежий сыр и увлажнять ее.

Скармливать микрочервя малькам, которые держатся в толще воды, необходимо небольшими дозами, так как они быстро оседают на дно.

Панагрелл (*Panagrellus redivivus*) встречается в местах избыточной влажности: под пивными бочками, на свалках среди гниющей растительности, в бродящих субстратах.

Размер его 1,5–2,5 мм. Существует половой деморфизм: самцы мельче, стройнее самок, имеют загнутую в спираль хвостовую часть. В культуре на одного самца приходится четыре самки, при угасании культуры – две. Половозрелость наступает на 3-й день, черви живородящие. Развитие яиц при температуре 20–22 °С длится 2–2,5 суток. В пищу используют овсяную или ячневую крупу, заваренную в виде кашицы. Обычно в 1 л кипящей воды вносят 200 г овсяной муки, или 150 г овсяной крупы, или 300 г фуражного овса, или 250 г ячменной муки и варят эту массу 7–10 минут (фуражный овес – 40–50 минут), затем остужают. Можно использовать вареные овощи с микродобавкой молока, витаминов, печеночного экстракта. Методика культивирования, как у микрочервя. Пересев культуры проводят через 20–40 дней.

Лекция 11. Культивирование личинок насекомых

Вопросы

1. Особенности биологии, развития и размножения хирономид
2. Пищевая ценность личинок хирономид
3. Метод массового заводского культивирования хирономид, предложенный А. С. Константиновым
4. Заготовка и использование личинок хирономид
5. Способы повышения биомассы личинок насекомых в прудах

1. Особенности биологии, развития и размножения хирономид

Многие насекомые являются хорошим кормом для рыб. Рыбы поедают не только личинок насекомых, обитающих в водоеме, но и взрослых, попадающих на их поверхность. В практике рыборазведения чаще культивируют насекомых, личинки которых живут в воде.

Хирономиды относятся к насекомым с полным циклом превращения (рис. 12). На стадии личинки и куколки обитают в воде, а на стадии взрослого насекомого (имаго) ведут наземный образ.

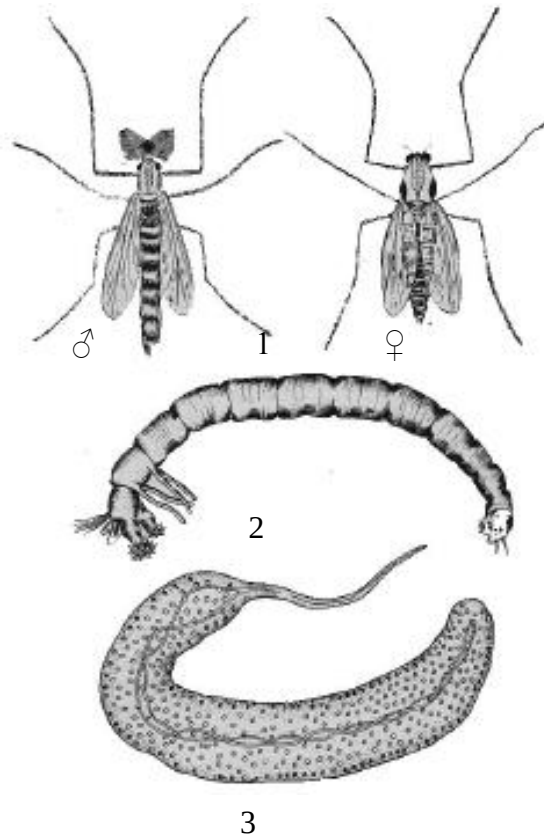


Рис. 12. Хирономиды:
1 – взрослые насекомые; 2 – личинка; 3 – кладка яиц

Личинки хирономуса (*Chironomus*) обитают в илие стоячих водоемов и относятся к категории полисапробных организмов, т. е. таких, которые переносят значительное повышение содержания органического вещества.

Взрослые особи *Ch. dorsalis* живут 3–5 дней, в течение этого периода не питаются. Спаривание половозрелых особей происходит в воздухе, обычно в утренние и вечерние часы при тихой погоде. На высоте 2–3 м самцы образуют рой, в который время от времени влетают

самки и тотчас вылетают назад после копуляции, длящейся не более 1–2 секунд. Самцы способны к единичному половому акту, самки откладывают яйца лишь один раз в жизни. Гибель комаров обусловлена нарушением кровообращения после выхода из брюшной полости половых продуктов.

Яйца хирономуса коричневого цвета, диаметром 0,31–0,36 мм, заключены в слизистую яйцекладку. Яйцекладка имеет цилиндрическую форму, на одном конце вытянута в эластичный слизистый тяж, с помощью которого она прикрепляется к твердым предметам и держится в поверхностном слое воды. Яйцекладка может достигать, длины 20 мм и ширины 3–5 мм, в ней может находиться до 800–900 яиц.

Развитие яиц летом продолжается 2–3 дня, личинки после выклева еще около суток остаются в слизи кладки, а затем выходят наружу и ведут свободный образ жизни. Сначала они держатся в толще воды, затем опускаются на дно, строят домики и ведут донный образ жизни. Личинка хирономуса темно-красного цвета, ее тело разделено на голову, три грудных и десять брюшных сегментов. На переднем грудном и заднем брюшном сегментах расположено по паре ложных ножек, вооруженных крючками. Они играют роль при движении, захвате пищи, плетении паутинных нитей, фиксировании личинок в домике. Личинки имеют развитую кровеносную систему, сердце, центральную и периферическую нервную систему и другие органы, обеспечивающие их нормальную жизнедеятельность. Питаются личинки бактериями, водорослями и детритом. Длительность личиночного развития зависит от температур, условий питания и других факторов. При оптимальных условиях личинки превращаются в куколки через 12–13 дней, в наших условиях 30–40 дней при низких температурах несколько месяцев.

Личинки могут жить в диапазоне температур 0–37 °С, но оптимальная – 18–20 °С. Они очень устойчивы к понижению содержания растворенного в воде кислорода и могут жить несколько часов в бескислородной среде, переносят довольно большие колебания рН среды. Оптимальными являются: содержание кислорода – 7–8 мг/л и рН – 7. Личинки очень чувствительны к содержанию в воде нефтепродуктов и других вредных веществ.

Через 12–13 дней, при оптимальных условиях, личинки перестают питаться и начинают окукливаться. Куколка лежит в том же домике где находилась личинка, движениями брюшка, поддерживая ток воды в трубке (обеспечивая требуемый кислородный режим). Стадия куколки длится летом 2–3 дня, после чего происходит вылет комара. Взрослые насекомые сидят на траве и кустах в прибрежье водоема. Зимуют животные в стадии личинки.

2. Пищевая ценность личинок хирономид

Личинки хирономид по своим пищевым качествам являются высокоценным живым кормом для большинства видов рыб. Они отличаются высокой калорийностью, благоприятным соотношением в теле азотистых, безазотистых и минеральных веществ, содержанием большого числа аминокислот. Тело личинок хирономид содержит большое количество белков, углеводов и минеральных веществ (табл.5). В зольном остатке содержится значительное количество фосфора и железа.

Таблица 5. Химический состав тела личинок хирономид

Содержание, %		Содержание в сухом веществе, %					
воды	сухого вещества	сырого протеина	жира	зола	углеводы	кальций	фосфор
87–88	11–13	56–62	2,8–4,3	5–12	26–30	0,17	7,1

Белки имеют полноценный состав аминокислот (табл. 6).

Таблица 6. Содержание аминокислот в белке личинок, %

Тирозин	Триптофан	Аргинин	Гистидин	Цистин	Метионин
3,16	2,06	4,75	2,38	1,05	1,48

Отличаются хирономиды и относительно большим количеством витаминов. Рыбки, выращенные на мотыле, имеют значительно более высокие содержания гемоглобина, в сравнении с рыбками которые получали энхитрид. Энхитриды могут вызывать ожирение, при кормлении хирономидами этого не наблюдается.

Кормовой коэффициент культивируемого мотыля, скормливаемого молоди осетра в первые 7 дней от начала активного питания равен 2, в возрасте 10–15 суток – 2,3 и по мере роста повышается до 20–30 дней до 2,9 и 3,7 соответственно. То есть он сходен с кормовым коэффициентом энхитриид и в 2,5 раза выше чем у ракообразных.

3. Метод массового заводского культивирования хирономид, предложенный А. С. Константиновым

Массовое культивирование личинок насекомых в качестве корма для рыб связано с большими трудностями, обусловленными особенностями их биологии и жизненного цикла.

А. С. Константиновым был предложен промышленный метод выращивания хирономид. Для этого метода нужно два цеха (два изолированного помещения):

- цех создания и поддержания маточного роя комаров (маточный цех);
- цех выращивания личинок хирономид (выростной цех).

В маточном помещении комары роятся и откладывают яйцекладки в стеклянные и эмалированные кюветы с чистой водой. Площадь кювет 0,1 м², высота 4–5 см, слой воды 2–3 см.

В одну кювету ежедневно может быть отложено 500–800 кладок, что является достаточным для выращивания 1 кг личинок хирономуса. Нельзя допускать, чтобы за пределами кюветы в маточном помещении были серые места, т.к. комары могут откладывать там яйцекладки. Каждый день (лучше к его середине, чтобы не мешать роению, более интенсивному утром и вечером), кюветы ставят на стол и из них выбирают яйцекладки. При небольших масштабах культивирования их собирают пинцетом, яйцекладки необходимо брать чуть выше уреза воды, где они прикреплены к стенке. Если брать за свободный конец, кладки часто рвутся на части. При промышленном объеме производства по урезу воды в кюветы помещают целлулоидную ленту. Кладки снимаются с ленты, протягивая ее через узкую щель. После отбора кладок кювету моют и заливают чистой водой. Яйцекладки отбирают в фаянсовые чашки или мелкую стеклянную посуду со слоем воды 0,5–1 см, при норме 1 яйцекладка на 1 см² дна, и ставят на инкубацию. Инкубация длится при оптимальной температуре (20 °С) около трех суток. При температуре – 30 °С – 50–51 сутки. Оптимальное значение содержания кислорода 8–9 мг/л, допустимо понижение до 5–6 мг/л, но при показателе 1–1,2 мг/л яйца погибают.

Перед завершением инкубации 85–90 % кладок яиц переносят во второй цех. Остальные 10–15 % оставляют для воспроизводства маточной культуры.

В выростном помещении расположены установки для выращивания личинок (рис. 13).

В качестве выростных площадей используются кюветы высотой 2,5–3 см площадью 0,2–0,25 м² и приблизительным соотношением сторон 3:4. Изготовлены они из оцинкованного железа. Переднюю стенку желательно делать скошенной.

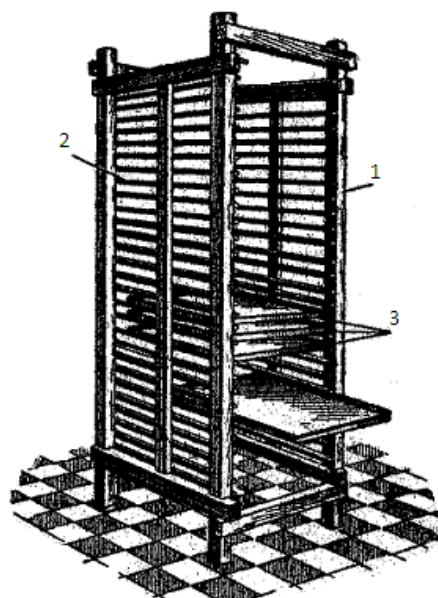


Рис. 13. Схема установки для выращивания хирономид:
1 – стойка каркаса; 2 – опора для кювет; 3 – кюветы

Кюветы располагаются многоярусно в специальных каркасах – деревянных или металлических. Просвет между кюветами, располагаемыми в каркасе по вертикали друг над другом, 3–4 см. Конструкции каркаса могут быть различными, но должны предусматривать удобства для обслуживания и в наибольшей степени обеспечивать строгую горизонтальность размещаемых в каркасах кюветов.

В маточном помещении находится подобная установка. Разница лишь заключается в том, что просвет между кюветами, расположенными в каркасе по вертикали больше и составляет 5–7 см и нижняя кювета помещается на уровне 40–50 см от пола (чтобы комары не могли делать в них кладки).

Выростные кюветы заполняют наполовину грунтовой массой, которая приготавливается размешиванием ила с водой до получения гомогенной массы. В производстве иногда используют иломешку. Когда грунтовая масса, налитая в кюветы, немного отстоится (2–3 часа), производится внесение на нее наладок при плотности 100–150 на 1 м².

В качестве корма для личинок применяются сухие белковые дрожжи, вносимые на выростные площади каждые 3–4 дня, причем дачи корма постепенно возрастают соответственно росту личинок (табл. 7).

Таблица 7. Расход кормовых дрожжей в зависимости от времени развития личинок в маточном помещении

Дни от зарядки	1	4	7	10	13	18	23	28	32
Норма внесения дрожжей, г/м ²	5	12	25	35	35	25	20	15	10

В маточном помещении в кюветах личинки вырастают до стадии куколки и вылета. Поскольку вылет происходит не одновременно, кормление производится до вылета последних комаров. После превращения всех куколок во взрослых насекомых кюветы перезаряжают.

Основную массу кладок переносят в выростное помещение. Где кормление также проводится кормовыми дрожжами. При температуре 20–22 °С рекомендуют следующие сроки и нормы внесения корма (табл. 8).

В выростном помещении нельзя допускать окукливания. Если температура ниже 17–18 °С рост личинок идет медленно, корм следует вносить в тех количествах, но через 4 дня.

Таблица 8. Расход кормовых дрожжей в зависимости от времени развития личинок в выростном помещении

Дни от зарядки	1	4	7	10	13–15
Норма внесения дрожжей, г/м ²	5	15	30	45	45

Корм вносят путем рассеивания порошка дрожжей по поверхности грунта вручную или механически. Необходимо следить за тем, чтобы над поверхностью ила не было слоя воды, нельзя допускать перекося кювета. Опасно также пересыхание ила. Основным показателем ухудшения режима среды в культуре является массовый выход личинок на поверхность грунта.

За два три дня до отбора личинок внесение корма прекращают. Выращивание личинок продолжается 16–17 дней. Для отбора их из грунта содержимое кювета процеживают через сито с ячейей 0,7–0,8 мм. Ил проходит через ячейю сита, а оставшихся на сите личинок отмыывают, взвешивают и используют для кормления рыб. Отбор можно производить при помощи сетчатых устройств: барабаны, сачка и других приспособлений. Данный способ позволяет получать до 34 г личинок хирономид в сутки с 1 см².

Добываемые или искусственно выращиваемые хирономиды идут в корм молоди рыб в чистом виде или в кормовой смеси желатином.

4. Заготовка и использование личинок хирономид

Личинки хирономид (мотыль) является прекрасным кормом для большинства видов рыб, поэтому их заготавливают в природных водоемах. Наибольший интерес для кормления взрослых рыб имеют личинки комаров-звонцов *Chironomus plumosus*, размер которых достигает 20–25 мм. Однако добывают и более мелких личинок.

Массовый вылет комаров начинается со второй половины мая по июнь включительно. Наиболее благоприятные периоды для заготовки личинок хирономид – ранняя весна (сразу же после схода льда) до вылета первой генерации. Второй период промысла следует начинать с середины августа, вплоть до зимы. Особенно интенсивно заготовка должна осуществляться теплой осенью, т. к. в этих температурных условиях возможен очередной вылет комаров.

Наиболее излюбленные биотопы обитания личинок комаров – прибрежные илы на границе барьера водной растительности на глубине 1,2–2,0 метра. Эти глубины не промерзают, поэтому личинки в массе скапливаются в этих местах. В таких биотопах биомасса личинок хирономид может достигать несколько килограммов на 1 м².

Для заготовки личинок хирономид пользуются черпаком с более или менее длинной ручкой, либо ведром на веревке и специальными ситами (в простейшем случае – решетом). Черпаком со дна зачерпывают ил и помещают его небольшими порциями в решето. При помощи вращательных движений избавляются от мелких частиц ила, после чего в решете остаются личинки и крупные частицы (грунт, растения, моллюски и др.). Сита на некоторое время вынимают из воды, затем опять осторожно опускают в воду. При этом некоторые личинки всплывают и их собирают небольшим черпаком. Повторив это несколько раз, в сито набирают новую порцию ила для промывки.

Добытый таким способом мотыль имеет значительную примесь различного мусора. Для получения чистых личинок их помещают в сито с отверстиями такой величины, чтобы они могли пролезть через них; сито ставится на таз с водой так, чтобы оно касалось дном воды. Личинки через отверстия выползают в воду, и падают на дно таза. Затем их собирают сачком и помещают в холщовую тряпку. Этот метод можно использовать для отделения живых личинок от погибших.

Для хранения живого мотыля можно пользоваться разными способами. Наиболее простой – хранение во влажной холщовой тряпке или мешковине в нижней части холодильника; при

этом личинок надо располагать слоем не более 1 см. Слегка влажный мотыль можно поместить в плотно закрытый сосуд. Эти способы дают возможность сохранить мотыля в течение двух недель.

Хорошо сохраняются личинки при содержании их в низких сосудах с ежедневно сменяемой водой. Особенно благоприятные результаты получаются при содержании их в мелком песке с водой. Промытый песок располагают слоем 1–2 см в низком сосуде, заливают водой на 1–2 мм выше его уровня и в него помещают личинок хирономид. Живые личинки быстро закапываются в песок. При необходимости песок пропускают через сито, через которое он проходит, а личинки остаются. Личинок хранят в холодильнике при температуре 3–5 °С. Большие партии личинок сушат или замораживают.

Скармливают личинок рыбам, помещая их в плавающие кормушки с отверстиями внизу, через которые мотыль медленно выплывает в аквариум или бассейн. Личинки, которые зарываются в грунт чаще всего погибают и, разлагаясь, портят воду.

5. Способы повышения биомассы личинок насекомых в прудах

Для увеличения кормовой базы рыбоводных прудов используют метод привлечения насекомых на свет. Насекомые при использовании соответствующих ламп летят с расстояния 1 км и более. Привлеченные таким образом насекомые спариваются и откладывают в водоем яйца, другие падают в воду и становятся кормом для рыб. Кроме того, насекомых можно отлавливать специальными ловушками и скармливать их рыбам.

Для улучшения условий, обеспечивающих массовую кладку яиц комарами, в прудах оставляют небольшие участки невыкошенной растительности (камыш, рогоза, тростника и др.). Эти места являются местом роения комаров. Если же пруды не зарастают растениями, то используют пучки соломы или небольшие плавающие сетчатые деревянные рамы, на которые укладывают тонким слоем скошенную наземную растительность. Рамы с растительностью устанавливают в разных местах каждого пруда. Роение и спаривание комаров происходит на заре и в сумерках.

Лампы устанавливают на разделительных дамбах прудов около водной растительности или искусственных растительных субстратов, что необходимо самкам комаров для откладывания яиц. Привлечение комаров на свет увеличивает в 5–10 раз численность и биомассу личинок хирономид в прудах. Устанавливают люминесцентные лампы на прудах из расчета 1 лампа на 1–1,5 га прудовой площади.

Лёт насекомых начинается при температуре не менее 15 °С. Привлекаются на свет представители 11 отрядов насекомых: двукрылые, ручейники, поденки, жуки, клопы, бабочки, перепончатокрылые, равнокрылые, сетчатокрылые, прямокрылые. На 1 м² может прилететь более 3 тысяч поденок, 150 ручейников, 22 тысячи комаров разных видов, 240 бабочек и других насекомых, составляющие за одну ночь около 100 г/м².

Благодаря применению этих простейших способов привлечения комаров к прудам можно значительно повысить кормовую базу и тем самым улучшить условия питания рыб. Так, общая масса насекомых, привлеченных на свет за сезон на площади 1 га, может достигнуть 1 тонны.

Лекция 12. Пути изменения структуры пресноводных биоценозов и повышение продуктивности прудовых экосистем

Вопросы

1. Продукционно-деструкционные процессы в водоемах
2. Воздействие на биотоп
3. Воздействие на биоценозы
4. Интродукция кормовых беспозвоночных

1. Продукционно-деструкционные процессы в водоемах

Продуктивность водных экосистем зависит от образующегося в процессе фотосинтеза органического вещества (первичной продукции), от органического вещества, принесенного извне в водную экосистему, и от интенсивности процессов утилизации и минерализации органического вещества, от комплекса биотических и абиотических факторов. При слабой утилизации органическое вещество оседает на дно водоема, поглощает кислород, ухудшает кислородный и таким образом, способствует уменьшению продуктивности. По мере накопления в водоемах неиспользованного органического вещества происходит старение экосистем. Старение происходит медленнее, когда основными продуцентами органического вещества являются планктонные водоросли. По сравнению с высшими водными растениями фитопланктон быстрее потребляется растительноядными беспозвоночными и быстрее минерализуется.

Однако и при высоком развитии фитопланктона, но слабом его потреблении растительноядными беспозвоночными значительная часть первичной продукции также остается недоиспользованной и отлагается на дне водоема.

Характер продукционно-деструкционных процессов, происходящих в водоеме, можно проиллюстрировать схемой (рис.14).

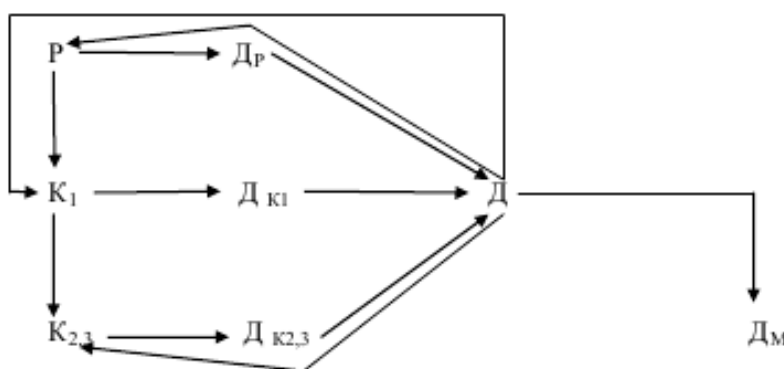


Рис.14. Схема продукционно-деструкционных процессов, происходящих в водоеме

Проходя по звеньям пищевой цепи Р-К₁-К₂-К₃, образованное в результате фотосинтеза органическое вещество трансформируется и определяет продуктивность экосистемы. Продукция, выраженная в массе рыб и промысловых беспозвоночных, используется в хозяйственных целях. Эту линию называют продукционной.

По второй линии – деструкционной – процессы идут в противоположном направлении, то есть в сторону, распада органического вещества.

ДР, ДК₁, ДК₂, ДК₃ – это мертвое органическое вещество, часть которого после минерализации возвращается к исходным элементам и вторично вступает в круговорот, часть отмершего органического вещества оседает на дно водоема, создает дефицит кислорода у дна и выпадает из круговорота.

Необходимо стимулировать продукционно-деструкционные процессы и свести до минимума или вообще ликвидировать Д_м.

Достижение этой цели возможно двумя способами воздействия на водную экосистему:

1. Воздействие на биотоп с целью создания наиболее благоприятных условий для развития продуцентов и консументов первого порядка.
2. Воздействие на структуру водных биоценозов, введение в них высокопродуктивных видов и подавление менее продуктивных.

2. Воздействие на биотоп

Воздействие на биотопы водных экосистем осуществляется различными средствами: механическими, химическими, физическими, биологическими, комбинированными.

Важнейшим способом является мелиорация и удобрение водоемов. Средствами механической мелиорации подавляется развитие жесткой растительности, производится боронование ложа, очистка и углубление проток и канав, выравнивается дно спускных прудов и т. д. Важным средством улучшения качества грунта является летование.

К химическим средствам, прежде всего, относится известкование. Оно нашло широкое применение в практике рыбоводного хозяйства. В спускные рыбоводные пруды известь вносят по ложу перед заливом и по воде. Известь уменьшает кислотность воды и грунта водоемов, увеличивает содержание в воде бикарбонатных ионов и ионов Ca . Для известкования водоемов в основном используют известняк ($CaCO_3$), негашеную известь (CaO) и гашеную известь $Ca(OH)_2$. Наибольшее действие оказывает негашеная известь.

Под физической мелиорацией понимается изменение физических свойств биотопов и, прежде всего, степени насыщения воды газами, необходимыми для нормальной жизнедеятельности гидробионтов. Наибольшее влияние уделяется обогащению воды кислородом. Для этой цели принимают аэраторы.

Применение удобрений. С удобрениями вносятся питательные вещества, необходимые для жизнедеятельности растений и бактерий. При применении преследуют цель улучшить, главным образом, условия питания планктонных водорослей, а не донной растительности, поскольку от развития фитопланктона, в большей степени, зависит продуктивность водоемов. Для повышения продуктивности прудов повсеместно применяется фосфорные и азотные удобрения.

Органические удобрения, применение которых создает благоприятную среду для развития бактерий, вносят обычно по ложу пруда, предпочтительно в прибрежной, хорошо аэрируемой зоне. В качестве органических удобрений используют конский или коровий навоз, компосты, зеленую растительность.

3. Воздействие на биоценозы

Биоценозы изменяются с течением времени, изменяется их состав и количественное соотношение составляющих их организмов. Нередко после интенсивного развития каких-либо видов их численность и биомасса резко падают и ведущее положение занимают другие виды. Из мелких бентических или зарослевых биоценозов в период вылета водных насекомых выпадают их личинки. По мере развития прибрежной растительности происходит заселение ее водными беспозвоночными и постепенное формирование биоценоза зарослей, изменение биоценоза оказывает влияние на биотоп. В неспускных водоемах в результате влияния биоценоза на биотоп, изменение характера последнего происходит постепенно, в течение длительного времени, биоценоз и вся экосистема постепенно стареют.

Спускные искусственные водоемы, к которым относятся рыбоводные пруды, а также естественные периодически осушаемые водоемы, представляют собой экосистему, биоценоз которой прекращает свое деятельное существование при осушении и продолжает развиваться при заполнении водоема водой.

Разница между спускными прудами и естественными временными водоемами заключается в том, что в первом случае обезвоживание идет очень быстро, большинство гидробионтов уносится с током воды, и на дне водоема остается только часть гидробионтов, способных переносить высыхание. Во втором случае все гидробионты, имеющие покоящиеся стадии, остаются на дне водоема.

При заполнении водоемов водой первого типа биоценоз начинает формироваться за счет двух источников: поступление гидробионтов с водой и выхода из находящихся на дне покоящихся стадий. В естественных пересыхающих водоемах формирование биоценоза после

заполнения водой происходит в основном за счет покоящихся стадий. Такие биоценозы и экосистемы называются прерывистыми.

В прерывистых осушаемых экосистемах возможность воздействия на биоценоз больше, чем в постоянных экосистемах. При формировании биоценозов после периода осушения в него можно ввести новые формы, направить развитие биоценоза в нужную сторону и поддерживать его на желаемом уровне.

Для повышения продуктивности основных водных биоценозов, особенно в интенсивно эксплуатируемых прудах, необходимо помимо применения удобрений и других мер воздействия на биотоп, усиливающих развитие фитопланктона и бактерий, стимулировать увеличение продукции организмов второго звена трофической цепи путем введения в биоценоз продуктивных растительноядных беспозвоночных, то есть изменить структуру биоценоза.

4. Интродукция кормовых беспозвоночных

Интродукция перенос, переселение разных кормовых организмов, с целью введения их в новую климатическую зону, область, водоем, биотоп.

Интродукция – любое переселение особей вида в водоем, не освоенный ими ранее. Интродукция всегда является первым этапом процесса акклиматизации, но не всегда интродукция заканчивается акклиматизацией интродуцента.

Акклиматизация – целенаправленная деятельность человека по обогащению сходной флоры и фауны новыми организмами. Акклиматизация – это процесс приспособления интродуцированных особей и их потомства к новым условиям, а также формирование новой популяции вида в условиях среды отличающейся от материнского водоема.

Успех интродукции, акклиматизации и натурализации гидробионтов зависит от совокупности абиотических и биотических условий водоема. Громадное значение при вселении водных беспозвоночных в водоемы имеет плотность рыбного населения.

Повышение естественной кормовой базы рыбоводных прудов путем внесения водных животных при высокой плотности посадки рыб связано с большими трудностями. Для защиты интродуцируемых животных от выедания рыбой требуются специальные методы и приспособления. Наиболее простой путь – раздельное выращивание кормовых животных и рыбы. Выращиваемых в специальных прудах, канавах, ямах водных беспозвоночных периодически вносят в пруды с рыбой. Метод раздельно-совместного выращивания не нашли широкого применения в практике прудового хозяйства.

И. Б. Богатовой разработан экологический метод интродукции высокопродуктивных ракообразных в зарыбленные выростные пруды. В качестве основного объекта интродукции используется *D. magna*. Сначала нужно получить чистую культуру дафнии в прудах-питомниках, садках или бассейнах. Интродукцию дафний производят за 4–5 дней до зарыбления прудов личинками рыб. Для получения желаемого эффекта достаточно на 1 га площади пруда внести 100–300 г чистой культуры *D. magna*. Одновременно с внесением дафний в залитую часть пруда вносят кормовые дрожжи из расчета 100 г/га. Недопустимо залитие прудов и внесение культуры непосредственно перед зарыблением. Рыбопродуктивность прудов при интродукции дафнии повышается в среднем на 2–2,3 ц/га.

Не меньшее значение может иметь разработка эффективных методов повышения донной кормовой базы путем интродукции продуктивных донных беспозвоночных.

Высокой пищевой ценностью обладают безвредные для молоди рыб жаброногие рачки (стрепоцефал) и некоторые высшие ракообразные (мизиды, гаммариды, водяные ослики). Интродукция жаброногих рачков в спускные интенсивно эксплуатируемые пруды представляет определенные трудности из-за их слабой защищенности и некоторых особенностей размножения.

Одним из перспективных объектов для интродукции в интенсивно эксплуатируемые пруды с целью увеличения донной кормовой базы является водяной ослик (*Asellus aquaticus*), который питается детритом, остатками животных и нитчатыми водорослями. Его культуру

нужно вносить в пруды из расчета 1 кг/га. Рыбопродуктивность увеличивается при этом на 0,7 – 1,5 ц/га.

Дальнейшее развитие работ по интродукции беспозвоночных животных в интенсивно эксплуатируемые пруды открывает широкие перспективы для повышения естественной рыбопродуктивности прудов

Лекция 13. Биологические основы культивирования пресноводных раков

Вопросы

1. Основные виды раков и область их распространения.
2. Абиотические факторы среды обитания широкопалого и длиннопалого раков.
3. Биологические особенности речных раков.
4. Хозяйственное значение раков.

1. Основные виды раков и область их распространения

Речные раки Беларуси представлены тремя видами: широкопалый рак (*Astacus astacus* L.), длиннопалый (*Pontastacus leptodactylus* Esch.) и полосатый рак (*Orconectes limosus*).

В постсоюзных государствах помимо названных видов еще встречаются толстопалый речной рак (*Astacus pachypus*), даурский (*Cambaroides dauricus*), речной рак Шренка (*Cambaroides schrenkii*), сигнальный речной рак (*Patifastacus leniusculus*) и другие.

Широкопалый (*A. astacus* L.) и длиннопалый (*P. leptodactylus* Esch.) раки являются представителями класса ракообразных (*Crustacea*), подкласса высших ракообразных (*Malacostraca*), отряда десятиногих (*Decapoda*), семейства речных раков (*Astacidae*). Болотный полосатый рак *Orconectes limosus* относится к семейству – *Cambaridae*, род *Orconectes*.

Заокеанского полосатого отмечаем сразу – он мелок, агрессивен, в пищу мало пригоден; в общем, сорняк и вредитель. В Литве и Беларуси, где они не так давно появились, их пытаются извести. Полосатый рак – инвазивный вид, проникающий к нам из Польши и появившийся в фауне Беларуси в конце 1980-х гг. Встречается в бассейне Немана и реках Беловежской пуши, в настоящее время промыслового значения не имеет.

Впервые полосатый рак был обнаружен в 1997 г. в приграничных с Литвой и Польшей районах в р. Неман и ее левых притоках (реки Шлямица, Мариха, Черная Ганча), в Августовском канале, в районе г. Гродно и на 5–20 км ниже города по течению р. Неман.

В Беларуси полосатый рак пока еще относительно малораспространенный вид. Тем не менее, в нижнем течении р. Неман он уже является обычным видом и в скором времени может получить широкое распространение по всей реке и основным ее притокам.

В настоящее время полосатый рак обитает в 11 реках Беларуси, наиболее крупной среди которых является Неман. Раньше всего этот вид заселил реки, относящиеся к бассейну р. Неман. В Немане в пределах Беларуси он встречается в низовьях и средней части, а также обнаружен в его левых притоках, которые берут начало в Польше.

В настоящее время полосатый рак продолжает активно расселяться по рекам, которые берут начало на территории Польши или впадают в польские реки. Это реки бассейнов Немана, Нарева и Западного Буга (рис. 15).

Устойчивость популяции аборигенных видов, обитающих на территории Республики Беларусь, особенно на западе республики, находится под угрозой, поскольку эти места активно осваивает чужеродный инвазивный полосатый рак.

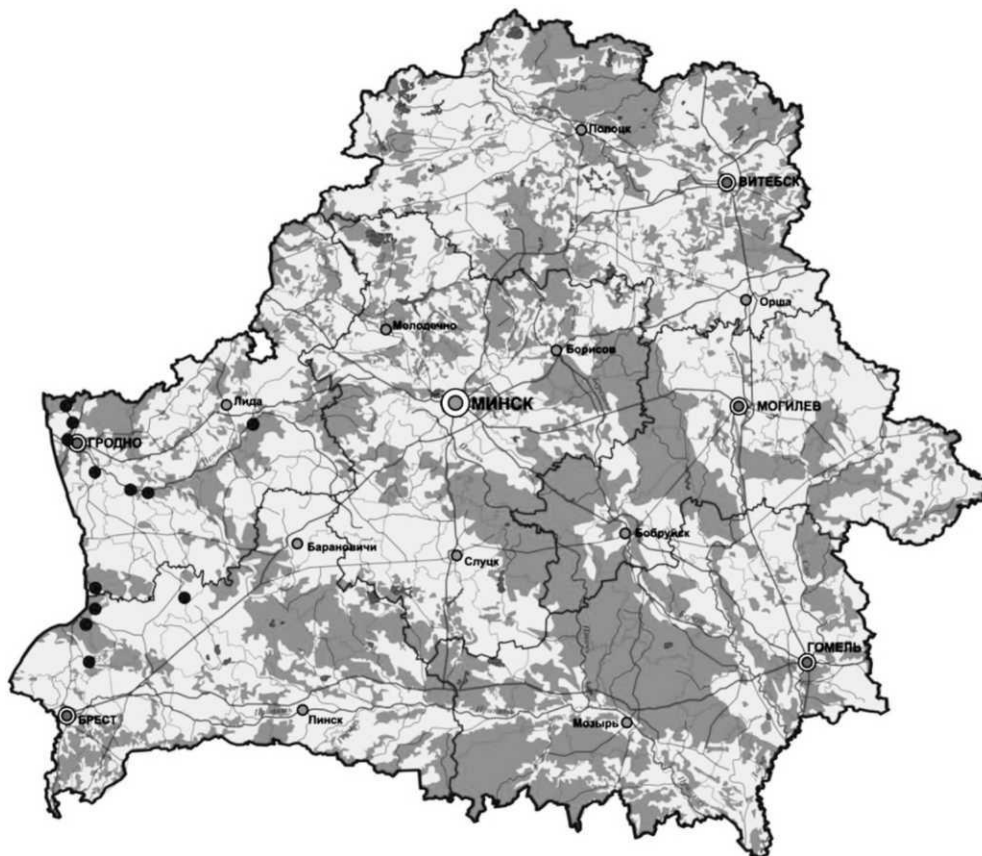


Рис.15. Распространение полосатого рака в водоемах Беларуси

Для этого неаборигенного вида характерны быстрый рост, раннее половое созревание, высокая плодовитость и возможность размножения через партеногенез. Это дает ему ряд преимуществ в конкурентной борьбе с аборигенными видами, но главный негативный эффект от его присутствия заключается в способности полосатого рака переносить рачью чуму. Популяции широкопалого и длиннопалого раков погибают от рачьей чумы, в то время как особи полосатого рака болеют этим заболеванием в хронической форме и погибают только в том случае, если складываются неблагоприятные условия обитания по ряду факторов. Следовательно, там, где встречается полосатый рак, аборигенные виды раков достаточно быстро исчезают.

Наиболее редкий из них, широкопалый рак, включен в Красную книгу Республики Беларусь (III категория охраны), имеет высокий международный природоохранный статус – внесен в Красный список МСОП со статусом «уязвимый», а также перечислен как охраняемый в Приложении III Бернской конвенции и указан во II и V Приложениях Директивы 92/43/ЕЭС «Об охране природных мест обитания, дикой флоры и фауны» Европейского союза.

Если анализировать распространение широкопалого рака, то видно, что на юге страны широкопалого рака уже нет, в западных и центральных районах его распространение мозаично и разорвано, и только на севере и северо-востоке этот вид встречается как в реках, так и озерах на значительных территориях (рис. 16). Из этих особенностей распространения широкопалого рака вытекают и первостепенные задачи по его сохранению – необходимо безотлагательно начать работы по восстановлению популяций в бассейнах Припяти, Западного Буга и Немана.

Обитает широкопалый рак на территории Польши, Прибалтики, Карелии, Западной Украины, Псковской, Ленинградской областей. В Республике Беларусь он чаще встречается в северных и западных районах.

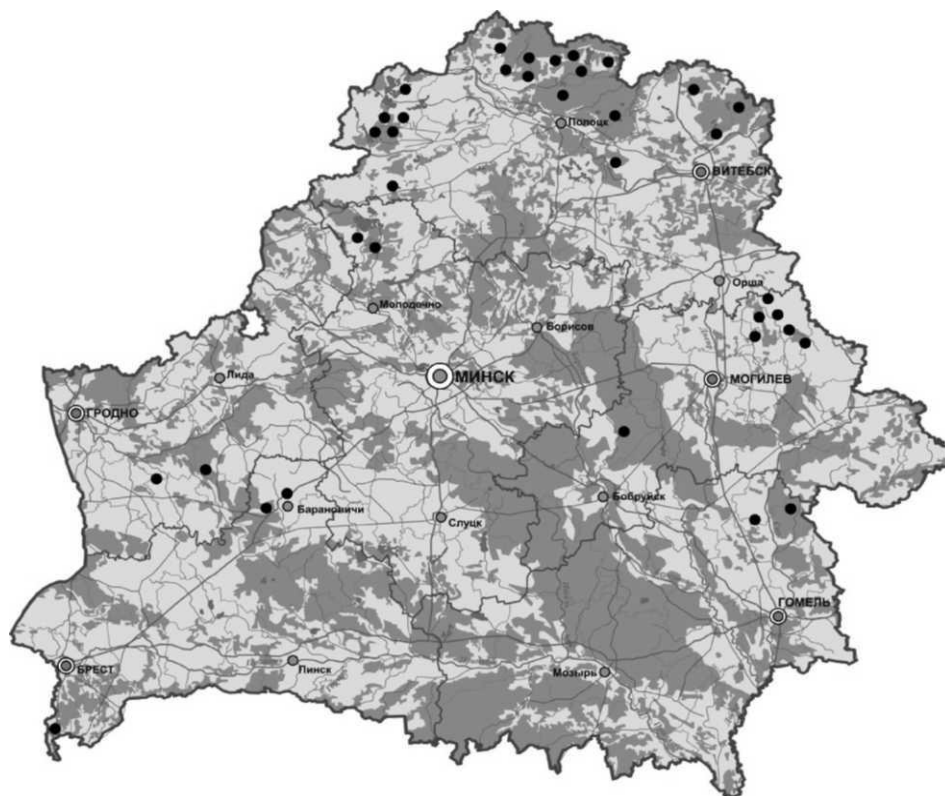


Рис. 16. Распространение широкопалого рака в водоемах Республики Беларусь

Это водоемы северной части водосбора реки Западная Двина, бассейн реки Неман. Отдельные популяции широкопалого рака обнаружены в малых реках и некоторых озерах Минской, Гродненской, Брестской и Могилевской областях.

Длиннопалый рак в Беларуси является относительно многочисленным промысловым видом. В водоемах Беларуси он является аборигенным видом, однако в странах Прибалтики его статус неясен, так как считается, что *P. leptodactylus* является восточным видом, а водные объекты бассейна Черного и Каспийского морей – его исконные места обитания. В бассейне Балтийского моря длиннопалый рак встречается повсеместно, занимая те же места, что и широкопалый рак.

Длиннопалый рак распространен по территории Беларуси практически равномерно, за исключением северной части (рис.17). Считается, что популяции длиннопалого рака Гомельской области являются самыми крупными в Беларуси, а водоемы юга страны наиболее перспективными для промысла и введения аквакультуры речных раков.

Длиннопалый рак распространен с юга на север – от южных границ Черного, Каспийского, Азовского, Мраморного морей до Белого и Балтийского; с запада на восток – от Венгрии и Югославии до Урала

В Беларуси, согласно современным данным, выявлено 64 местообитания *P. leptodactylus*. Причем, распространение данного вида носит преимущественно равномерный характер, за исключением северной части Витебской области. С точки зрения промысла и ведения аквакультуры к наиболее перспективным водоемам относят реки и озера юга Беларуси: среднегодовая температура в них заметно выше, чем в северных областях.

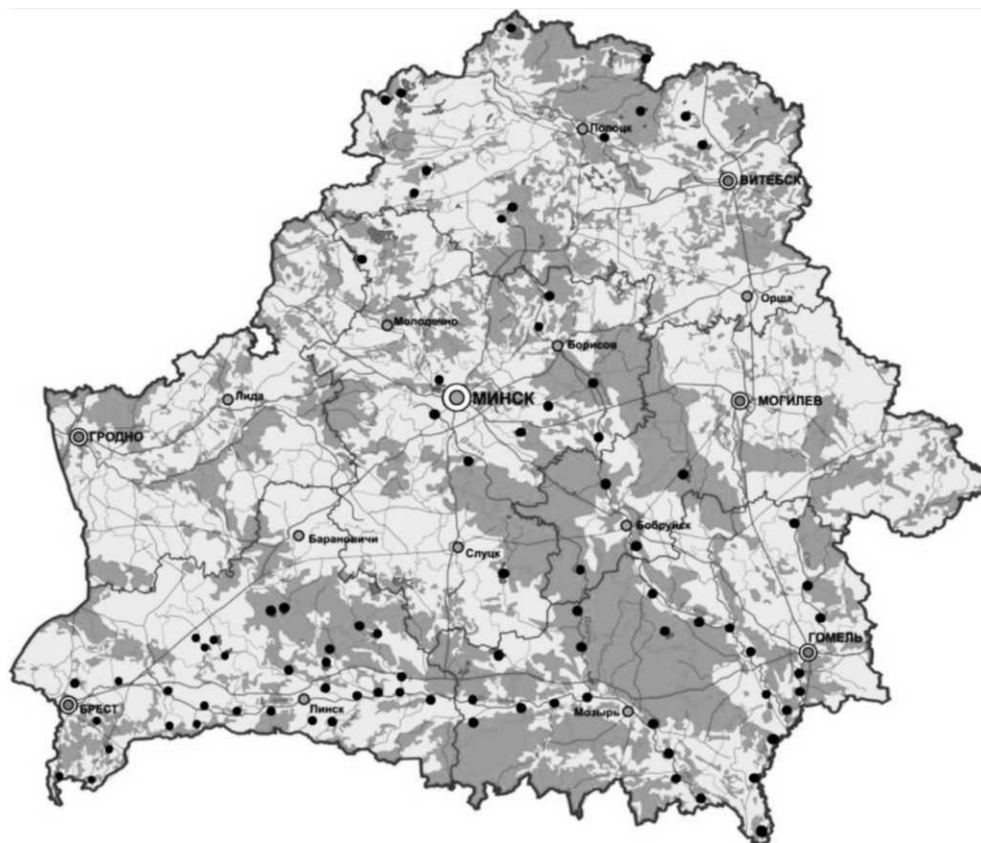


Рис. 17. Распространение длиннопалого рака

На распространение речных раков влияют следующие факторы: *кормовая база, химический состав и физические свойства воды, морфометрические характеристики и гидрологический режим водоема, болезни, хищники и отлов.*

С точки зрения промысла и ведения аквакультуры к наиболее перспективным водоемам относят реки и озера юга Беларуси: среднегодовая температура в них заметно выше, чем в северных областях. В Витебской области длиннопалый рак встречается в озерах Гиньково, Навлицкое, Домжерицкое, Плавно, Ольшица, Боровое, Воронец, Черты, Четверть, Большие Сурвилишки, Загатье, Сено. В Минской области этот вид обнаружен в озерах Волчин, Кузьмичи, Большие Швакшты, Кромань, водохранилищах Солигорское и Любанское, реках Свислочь, Случь, Оресса, Талица. В Гродненской области наиболее значительная популяция длиннопалого рака отмечена в озере Бездонном Слонимского района. В Брестской области этот вид зарегистрирован в озерах Черное, Споровское, Выгонощанское, Бобровицкое, Олтуш. В водоемах Гомельской области длиннопалый рак встречается практически во всех крупных реках региона (Припять, Птичь, Сож, Днепр).

Длиннопалый рак – ценный промысловый вид, следовательно, при сопоставимой скорости роста особей в сравниваемых озерах размерная структура его популяций должна определяться интенсивностью промысла.

2. Абиотические факторы среды обитания широкопалого и длиннопалого раков

Экологические факторы определяют характеристики особи – питание, скорость развития, плодовитость, продолжительность жизни и находят свое отражение в популяционных параметрах – плотности, динамике численности. Численность раков, как и других организмов, может контролироваться как биотическими, так и абиотическими факторами.

Речные раки в естественных условиях обитают в тихой проточной воде, заселяя реки, протоки, каналы и крупные ручьи, а также озера и проточные пруды с тенистыми берегами, прячутся в норах, под корягами или корнями больших деревьев, растущих на берегах водоемов. Дышат они сложно устроенными жабрами, но в сильно влажной атмосфере могут некоторое время дышать также воздухом.

Речные раки очень требовательны к качеству воды, и при ее загрязнении или цветении покидают такой водоем и переселяются в тот, где находят благоприятные условия. Наиболее требователен к условиям среды широкопалый рак, поэтому он обычно обитает в реках, протоках и больших озерах.

В целом рачьи водоемы Беларуси по гидрохимическим характеристикам относятся к гидрокарбонатно-кальциевым с большим содержанием ионов кальция и хорошей забуференностью, что обеспечивает нейтральную или слабощелочную pH.

Среда обитания. Длиннопалый рак встречается в разных типах водоемов на глубинах до 4–5 м и лишь иногда заходит на большие глубины. Предпочитает твердые каменистые грунты, но может обитать на песчаных и даже илистых грунтах. В них экологические условия обитания варьируют по проточности, глубине, зарастаемости макрофитами, типу грунтов, характеру используемых укрытий, химическому составу воды.

Температура. Для нормальной жизнедеятельности и прежде всего размножения широкопалому раку необходимо, чтобы в летние месяцы средняя температура была больше 15 °С, но в реках температура может быть и ниже. Оптимальная температура для роста раков – 16–24 °С. Я. М. Цукерзис для широкопалого рака приводит оптимальную температуру между 15 и 25 °С. Минимальной температурой для роста *A. astacus* является 10 °С. В целом с небольшими исключениями, касающимися существования широкопалого рака в текущих водах, для роста и развития раков в летние месяцы температура воды должна быть как минимум 10 °С, для размножения – 15 °С. Широкопалый рак в состоянии жить и при 28 °С и даже выше.

Длиннопалый рак способен существовать в значительно большем диапазоне температур – 4–32 °С. Крупная молодь более устойчива к термальному воздействию – средняя летальная температура 39,1 °С, в то время как для мелкой – 38,4 °С.

Лучшая температура для линьки – 25 °С, при температуре 30 °С линочный период увеличивается, при этом отмечается повышение смертности. При 15 °С смертность не отмечалась, но скорость линьки была очень низкой. Авторы делают вывод, что наилучшая выживаемость длиннопалого рака при температуре воды 25 °С и ниже.

Взвешенное вещество. При помещении длиннопалого рака в воду с большим количеством взвешенного вещества он ограничивает свою двигательную активность, и наблюдается увеличение смертности. Этот эффект возникает из-за снижения респираторных возможностей раков. Также уменьшается и репродуктивный успех у самок, живущих в мутной воде, по сравнению с самками, обитающими в чистой воде. При высоком содержании растворенного кислорода в воде взвешенные вещества не играют большой роли.

Растворенный кислород. Широкопалый рак требует хорошего качества воды и высокого содержания кислорода в ней. Не переносит сильного дефицита кислорода и полностью отсутствует в мелководных, богатых растительностью озерах, в которых отмечаются зимние заморы. Содержание кислорода ниже 3–4 мг/л является минимальным значением устойчивого существования вида. При содержании кислорода 2 мг/л раки могут покидать водоем, если такая возможность имеется.

Длиннопалый рак в состоянии переносить снижение содержания кислорода ниже 2 мг/л. Я. М. Цукерзис отмечает, что при температуре 15–18 °С гибель длиннопалого рака наступает при концентрации кислорода 0,59 мг/л.

Таким образом речные раки требовательны к содержанию в воде кислорода, который должен быть в пределах 5,4–9,1 мг/л.

Концентрация водородных ионов в воде (pH). Взрослые особи *A. astacus* в межлиночный период выживают при значениях pH 3,7 в течение не менее 3 дней, и раки линяют и выживают в течение не менее 2 месяцев в среде с pH 4,5. Верхний летальный предел для длиннопалого рака pH 12.

Длительное содержание раков в среде с рН 5,6 и ниже ингибирует скорость потребления кальция после линьки раков, что ведет к длительному сохранению мягкого панциря и делает раков очень уязвимыми и беззащитными. Низкие значения рН в первую очередь являются стрессом для молоди и яиц в период их эмбрионального развития. Взрослые раки менее подвержены отрицательному влиянию кислой среды и характеризуются сравнительно большей выживаемостью.

Следовательно, речные раки плохо переносят очень кислую среду. Критической величиной рН для жизнедеятельности длиннопалого рака считают 4,6–4,7, поскольку при этом значении вывод ионов Ca^{2+} из тела рака начинает превышать скорость их поглощения клетками эпителия жабр. Поэтому должна быть нейтральной или в крайнем случае слабощелочной (рН 7–9).

Аммонийный азот. Предельно допустимая концентрация аммония в пересчете на азот в воде для раков не должна выходить за пределы 0,5–1,0 мг/л.

Нитратный азот. Предельно допустимая концентрация нитратного азота для рачьих водоемов составляет 0,2 мг/л.

Рекомендуемый уровень *хлоридов* для рачьих водоемов составляет до 10 мг/л. По данным ученых содержание хлоридов в водоемах где обитали раки варьировало от 39,3 до 85,1 мг/л (3,9–8,5 ПДК), поэтому они считают приводимую рядом исследователей норму содержания хлоридов до 10,0 мг/л не совсем обоснованной.

ПДК *железа* в воде для раков составляет 1,4 мг/л.

Рекомендуемая норма содержания *кальция* в воде свыше 40,0 мг/л. Высокое содержание ионов Ca^{2+} в сочетании с оптимальными значениями рН и хорошим кислородным режимом создают благоприятные условия для роста и развития раков.

Общая жесткость по требованиям к рачьим водоемам должна составлять от 1 до 4 мг-экв/л.

Ухудшение качества воды в водоеме в зимнее время ведет к полной гибели популяции речных раков. Поэтому при разведении этих животных в приусадебных хозяйствах следует с особой осторожностью относиться к качеству воды, поступающей в водоем, особенно на берегах, где находятся дачи и деревни.

Широкопалый рак предпочитает песчаный или каменистый грунт (известняк), поэтому он редко выкапывает норы, а в качестве убежища использует чаще коряги или сидит под камнями. Длиннопалые раки, в отличие от широкопалых, активны весь год, поэтому возможен их зимний промысел. Они чаще живут на мягких, глинистых почвах и прячутся в норы, вырытые в обрывах рек. Оба вида речных раков успешно адаптируются к жизни в водоемах, пригодных для разведения форели и сига, и не являются их пищевыми конкурентами, так как форель питается только плавающим кормом, а речные раки съедают его только на дне.

3. Биологические особенности речных раков

В длину самцы могут достигать 20–25 см при массе до 300 г, хотя обычно до 100 г, самки несколько мельче. Продолжительность жизни до 20 лет.

Речные раки раздельнополы, причем половой диморфизм хорошо выражен.

Одновозрастной самец крупнее самки и его отличают более мощные клешни и узкое брюшко. Однако эти признаки не у всех экземпляров выражены отчетливо. Наиболее надежным признаком является месторасположение половых отверстий. Половые отверстия у самца открываются наружу у основания пятой пары ходильных ног, у самки – у основания третьей пары. Кроме того, у самца две передние пары ножек брюшка (гоноподы) развиты сильнее остальных и загнуты вперед, направлены к голове. У самки первая пара брюшных ножек недоразвита, имеет вид мягких придатков, остальные крупнее чем у самцов.

Половозрелость у самцов наступает в конце третьего, а у самок – в конце четвертого года жизни при длине тела 6,5–8 см.

В Беларуси спаривание раков происходит в октябре-ноябре в течение 2–3 недель. Факторами, стимулирующими спаривание, являются снижение температуры и освещенности. В связи с различным месторасположением половых отверстий у самцов и самок, самец должен быть на 1–2 см больше самки. Процесс спаривания речных раков происходит следующим образом. Самец преследует самку и, схватив ее ногами, прижимается к нижней стороне самки своей нижней стороной и через половые отверстия переливает сперму во внутренние половые органы самки. Таким образом, оплодотворение икры у речных раков происходит внутри тела. При спаривании самка сильно сопротивляется, старается от самца вырваться и, если самец оказывается слабее, уходит от него. Оплодотворенная самка из-за рьяного сопротивления уходит от самца очень потрепанной, поэтому иногда гибнет, и икра пропадает. Она скрывается в норе и выходит из нее только днем, когда самцы отдыхают в убежищах. Самец подряд может оплодотворить 2–3 самки, поэтому он сильно истощается и бывает настолько голоден, что не может удержаться и съедает последнюю самку. В связи с этим необходимо регулировать в водоеме их поголовье, чтобы между самцами и самками было соотношение 1:3.

Икрометание происходит спустя 10–25 суток после спаривания. Через 3–4 недели после спаривания самки приступают к икрометанию, выпуская икру через половое отверстие, которая тут же приклеивается под плесом к ложноножкам и остается там до вылупления личинок. Это самый тяжелый период в жизни самки. Икра требует постоянного промывания водой, обогащенной кислородом, поэтому самка беспрестанно гонит воду под плесом, подгибая и разгибая конец хвоста. В спокойной воде, особенно когда самка сидит в норе, вода застаивается, обедняется кислородом и обогащается продуктами обмена веществ, из-за этого икра погибает. Кроме того, икра легко повреждается мелкими беспозвоночными – водяным скорпионом, жуками – гладышем и плавунцами. Самка постоянно промывает икру, очищает ее от грязи, нитчатых водорослей и плесени. При этом часть икринок отрывается от плеса, падает на дно и погибает. Как бы ни была плодовита самка, вылупляются не более 60 личинок. Они, в зависимости от погоды и места обитания, вылупляются в начале или середине лета (июнь, июль). Внешне личинки мало отличаются от взрослых раков, за исключением размеров.

Плодовитость зависит от длины тела и вида рака. Так у самок широкопалого рака длиной 9,0–9,9 см абсолютная плодовитость составляет 163 икринки, длиннопалого – 174, а у самок длиной 10,0–10,9 см – соответственно 243 и 270 икринок. Выживаемость икры низкая (от 40 до 50 %). В среднем рабочая плодовитость самок широкопалого рака не превышает 100 шт., а длиннопалого – 150 шт. Окраска яиц различна; у оплодотворенных живых – фиолетово-коричневая, у неоплодотворенных и мертвых – желтая. Свежеотложенные яйца имеют диаметр 2–3 мм. Продолжительность развития икры составляет 1300 градусо-дней. В естественных условиях это соответствует 8 месяцам (около 240 суток). Все это время самки ритмично двигают плеоподами, снабжая яйца свежей водой и очищая их от паразитов и плесени. Причем на начальных стадиях развития икры самка взмахивает брюшными ножками очень редко, а на поздних частота движений значительно увеличивается.

Вылупление и развитие речного рака происходит следующим образом. Рачок вылупляется из икры, разрывая яйцевую оболочку вдоль нижней части тела зародыша движением брюшка и конечностей. Вылупившаяся личинка повисает на так называемой «гиалиновой нити», и через 2–3 суток эта нить обрывается, но личинка ухватывается за стебелек или оболочку икринки клешнями, которые сильно заострены и имеют на концах загнутые крючочки. В таком положении личинки пребывают от 1 до 4 дней (в зависимости от температуры воды), питаясь желтком из желточного мешка, который находится под спинным щитком головогруды. Панцирь личинки I стадии мягкий, поэтому тело и масса ее увеличиваются. На этой стадии личинки еще непохожи на взрослого рака. Длина однодневных личинок достигает 1–1,5 мм. Первое время они остаются прикрепленными под плесом у самки.

II стадия развития личинки начинается после ее первой линьки, которая наступает на пятый день после вылупления. Желточный мешок к этому времени исчезает, головогрудь уд-

линяется, панцирь становится тверже, чем у личинок первой стадии, рострум выпрямляется, личинки поедают яичевую оболочку. На расширившемся тельсоне появляются веерообразно расположенные щетинки. Личинки становятся очень подвижными, нередко в поисках пищи уходят далеко от самки, но в случае опасности прячутся под ее брюшком (плесом).

После второй линьки личинки переходят в III стадию, и метаморфоз завершается. Личинка приобретает внешний вид взрослого рака, ведет самостоятельный образ жизни и окончательно покидает самку. Личинки III стадии растут до полного затвердевания панциря (размер 1,2 см, масса 34,6 мг). На сроки и количество линек очень влияет температура воды. К концу сезона личинки III стадии переходят в стадию сеголеток и достигают 5–6 см длины и массы около 6 г (иногда 7,8 см и 14 г) в искусственных водоемах и, соответственно, – 3 см и 8–10 г в реках.

Двухлетние раки за теплый сезон линяют в прудах 8–9 раз и достигают промысловой длины 10 см, массы 32 г, а некоторые даже максимального размера – 12,3 см и 70,5 г веса. Молодь, выращенная в реках и озерах, достигает промысловых размеров на третье или четвертое лето. Для искусственного воспроизводства желательно заготавливать самок размером 11–13 см.

Одним из основных биологических особенностей раков является линька. Линька речных раков происходит один-два раза в год у взрослых особей, а у молоди каждый раз при росте и развитии. Сроки наступления линьки различны и зависят от местности, в которой обитают раки. Первая линька речных раков, наступает в конце мая – начале июня.

Размножающиеся самки приступают к первой линьке сразу же после того, как личинки становятся самостоятельными и покидают ее. Вторая линька раков в этих местах проходит с конца августа по 10 сентября. При низкой температуре она идет вяло и может продолжаться до половины октября.

Речные раки активны ночью. Днем они затаиваются в различных убежищах. В теплое время года убежища находятся близко от поверхности воды, а зимой устраиваются на такой глубине, чтобы нора не закрылась льдом, так как ледяной плен приводит к их гибели. С наступлением сумерек рак выходит из убежища на охоту в поисках пищи. Обычно он передвигается по дну водоема и очень редко плавает. Иногда в поисках пищи выходит на берег, почуяв запах падали, которую он очень любит. В очень редких случаях взрослого рака можно встретить на суше днем. Раки обладают превосходным зрением и обонянием. Они различают запахи на значительном расстоянии как в воде, так и на суше. Завидев какой-нибудь предмет красного цвета, брошенный человеком на дно реки, они устремляются к нему со всех сторон, принимая его за кусок мяса. Тухлую рыбу речные раки обнаруживают с более далекого расстояния, чем свежую, которую обнаруживают по цвету. Добравшись до добычи, они набрасываются на нее, часто между собой ссорятся из-за наиболее лакомого куска. Крупные раки при такой потасовке отбирают лакомый кусок у менее проворных и молодых, пока сами не наедятся.

По способу питания раки – полифаги, по образу жизни – сумеречные и ночные животные. Но в зависимости от возраста, сезона года и физиологического состояния соотношение растительной и животной пищи изменяется. Так основу пищи взрослых раков составляет растительность; хара, элодея, рдесты, уруть, роголистник. Строение ротового аппарата позволяет речным ракам использовать наряду с мягкими растениями и жесткие. Они очень охотно поедают стебли и корневища тростника, камыша, клубнекамыша и осоки, причем речные раки поедают все части этих растений. Их суточный рацион составляет примерно 2,5% от живого веса рака.

Однако после зимовки, линьки, перед размножением раки в большом количестве потребляют животную пищу (моллюсков, личинок, мертвых рыб). Молодь раков предпочитает пищу животного происхождения (простейшие, коловратки, ветвистоусые, личинки хирономид). Оптимальный температурный диапазон для питания взрослых широкопалых раков 17–21 °С и для молоди – 18–23 °С.

Жизнь раков находится в тесной зависимости не только от окружающей среды, но и от обилия кормов в водоеме. Эти факторы влияют на распределение их в пространстве, миграции и кочевки в другие водоемы, темпы размножения и межвидовые отношения.

Врагами рака в природе являются хищные рыбы (щука, окунь, отчасти судак и сом), голенастые птицы, водяные крысы и лисы. Однако речные раки в пищевой цепи служат не только объектом питания для хищных животных, но и сами поедают животную пищу: мелких улиток, водяных червей, личинок разнообразных насекомых, особенно ручейников, головастиков и очень редко небольших рыб. Впрочем, вполне здоровые рыбки успевают увернуться от этого охотника. Пищевой спектр речного рака меняется в зависимости от его возраста. Личинки, например длиннопалого рака, поедают до 70–80 % животной пищи. Сразу после перехода к самостоятельному образу жизни сеголетки длиной 1,2–2 мм питаются дафниями (59 %), хирономидами (25 %). По мере роста доля дафний в рационе уменьшается до 5 %, в возрасте двух лет дафний совсем нет. Молодь всех размерных групп потребляет хирономид (24–25 %). Сеголетки при достижении длины 2 см начинают питаться насекомыми (18–45 %) и их личинками, в частности, личинками ручейников, поденок, веснянок и др. По мере роста речных раков возрастает потребление бокоплавов, с 5 % у сеголетков, до 63 % у молоди длиной 8–10 см. Моллюски появляются в пище сеголетков, когда их длина достигает 3 см, а рыбы – при длине сеголетков 4 см.

4. Хозяйственное значение раков

Речной рак является объектом местного промысла в нашей стране и искусственного разведения во многих странах Европы.

Популяции речных раков эксплуатируются человеком уже многие столетия. В Европе, вплоть до 20 столетия вылов раков имел очень большое экономическое значение, поскольку они высоко ценились как деликатесный продукт питания. Рачья чума, появившаяся в Европе в конце 19 века, нанесла невосполнимые потери популяциям аборигенных видов раков. В 20 веке ситуация усугубилась в результате техногенного загрязнения водоемов, сильного эксплуатационного пресса и вселения в водоемы чужеродных американских видов раков. В целом из-за рачьей чумы и антропогенного воздействия на местообитания раков их уловы в Европе за последние 150 лет снизились на 95 %.

Весьма значительно снизилась численность раков и в Беларуси. Поскольку не вызывает сомнений, что деятельность человека прямо или косвенно отражается на численности раков, анализ статистических данных по динамике их вылова в историческом плане может служить индикатором эффективности охраны и использования популяций раков.

Широкопалый рак в 1981 г. внесен и продолжает оставаться в Красной книге Республики Беларусь. Поэтому после 1981 г. промыслом были охвачены только популяции длиннопалого рака. В конце 19-го начале 20-го века Северо-Западный край Российской империи, большую часть территории которого составляла Беларусь, являлся основным поставщиком рачьей продукции на рынки Европы.

В 1930 г. только на экспорт БССР давала 202,5 ц рака (соответственно 450 тыс. экз.), что составляло 33 % от общего экспорта из СССР. В 1940 г. добыча раков составила 405 ц, или 900 тыс. экз.

После войны уловы раков сильно сократились: в 1950 г. было добыто 176 ц (или 440 тыс. экз.), в 1952 – 258,5, в 1953 – 216,0 и в 1954 – 277,2 ц. Основной лов (50–60 % от общей добычи) осуществлял Полоцкий рыбхоз в водоемах Белорусского Поозерья.

В последующие годы (1956–1986 гг.) уловы раков характеризовались высокой изменчивостью и нестабильностью. Минимальный улов за этот период составил 12 кг (1985 г.), максимальный 10 522 кг (1975 г.). При этом можно выделить два периода, когда уловы раков были относительно большими – это начало 1960–х и конец 1970–х годов.

В начале нынешнего столетия вылов раков, по данным официальной статистики, был небольшим и колебался от нуля до 447 кг (2003 г.). Начиная с 2004 по 2008 г. раки снова не регистрируются в сведениях, представляемых промышленной статистикой. Максимальное количество раков - 1154 кг было выловлено в 2012 г. В связи с этим и в полном соответствии с рыночной экономикой цена на раков стала стремительно расти.

В конце 1940-х - середине 1960-х годов 79,6% озер севера Беларуси были заселены только длиннопалым или длиннопалым и широкопалым раками одновременно.

Добыча и разведение речных раков в аквакультуре является традиционным и широко распространенным в мире промыслом. По данным ФАО/ВОЗ за 1999 год в объеме мирового производства пресноводных ракообразных свыше 320 тыс. т доля речных раков составила более 68 %, или около 217 тыс.т.

Вылов длиннопалого рака в Беларуси запрещен: Брестская, Гомельская обл. – с 20.03 по 18.05; Гродненская, Минская, Могилевская – с 1.04 по 30.05; Витебская – с 10.04 по 8.06. Самок-икрянок и с личинками запрещено всегда.

Основными способами обработки раков в России является их охлаждение и варка, после чего раки поступают в реализацию. Однако в последнее время как в хозяйствах аквакультуры, специализирующихся на разведении речных раков, так и в промышленных предприятиях, добывающих раков в водоемах, все больше распространяется разделка раков с выпуском варено-мороженных шеек и консервов из мяса раков. Такая тенденция в технологии обработки речных раков позволяет говорить о возможности сбора панцирьсодержащего сырья с последующим получением из него хитина и хитозана. Хитозан, полученный из панциря промысловых раков, находит применение в пищевой промышленности в качестве загустителя, структурообразователя и консерванта. Вместе с тем хитозан, природный полисахарид, обладающий полиэлектролитными свойствами за счет наличия в нем свободных аминогрупп, проявляет уникальные сорбционные свойства в отношении тяжелых металлов и радионуклидов в организме человека. Эти свойства хитозана позволяют изготавливать лечебно-профилактические продукты питания для реабилитации персонала предприятий с высоким уровнем экологической опасности: металлургические, атомная энергетика и др. Актуальной видится разработка таких продуктов на основе композиций пектинов и хитозана, как энтеросорбентов, обладающих различными типами связывания токсикантов и проявляющих синергический эффект при совместном применении. По оценке проф. Большакова И.Н. из Красноярской государственной медицинской академии, только в Красноярском крае для нужд реабилитации и профилактики требуется 47 т хитозана в год.

Лекция 14. Особенности различных технологий выращивания речных раков

Вопросы

1. Преимущества выращивания речных раков.
2. Основные направления выращивания раков.
3. Основы биотехники разведения и выращивания молоди речных раков.

1. Преимущества выращивания речных раков

Стремительно развивающаяся в мире аквакультура, предусматривающая разведение и выращивание промысловых видов гидробионтов в контролируемых условиях, является перспективным направлением прикладной гидробиологии. Наиболее надежным способом получения продукции промысловых гидробионтов является создание специализированных хозяйств, независимо от форм собственности, осуществляющих заготовку производителей, разведение, выращивание, транспортировку и сбыт, вплоть до изготовления пищевой продукции.

Среди немногих промысловых беспозвоночных ценнейшими ресурсными видами ракообразных являются широкопалый и длиннопалый раки, обитающие во внутренних водоемах (озера, реки, водохранилища). Раки являются неотъемлемой частью трофической цепи пресноводных экосистем, выполняя санитарные функции, утилизируя животные и растительные остатки, улучшая тем самым эпизоотологическую обстановку и гидрохимический режим водоемов. Раки, в большей степени широкопалые, признаны биоиндикаторами чистоты окружающей среды и находятся в настоящее время под пристальным вниманием международных природоохранных организаций. Широкопалый рак включен в списки охраняемых видов Бернской Конвенции и Директивы Европейского Сообщества по видам и местообитаниям. Имея статус охраняемого вида в Европейских странах, широкопалый рак представляет большую коммерческую ценность. Например, на Европейском рынке, при розничной торговле в Норвегии, он оценивается в 40 евро за 1 кг живого веса, что значительно превышает стоимость других видов раков.

Выращивание раков в аквакультуре в Республике Беларусь имеет ряд преимуществ:

1. Республика располагает большим количеством мест, оптимальных для культивирования раков;
2. Качество воды в большинстве случаев соответствует требованиям по выращиванию раков;
3. Подходящие объекты питания для раков можно найти во всех водоемах;
4. Энергозатраты по выращиванию раков можно свести к минимуму;
5. Нет принципиальных проблем в получении необходимого количества посадочного материала.

Однако использование раков в аквакультуре имеет свои недостатки - это прежде всего низкая скорость их роста.

Технологический процесс выращивания от личинки до товарной продукции растягивается на 3-4 года.

2. Основные направления выращивания раков

В настоящее время в мире существует три основных направления выращивания раков – это: экстенсивный, полуинтенсивный и интенсивный, которые различаются между собой местом проведения различных этапов цикла аквакультуры.

Экстенсивный, полуинтенсивный и интенсивный способы аквакультуры раков различаются местом размножения и роста раков, затратами на культивирование животных.

При экстенсивном методе выращивания – весь цикл жизнедеятельности раков проходит в естественных (озера) и полуестественных (непускаемые пруды) водоемах. Для экстенсивного ракового хозяйства используют небольшие, площадью (10 га), глубиной до 5 м озера или каналы, с дополнительными укрытиями для раков.

При полуинтенсивном методе, как правило 1/3 часть выращивания – это получение и подращивание молоди раков протекает в искусственных условиях (инкубационных цехах, закрытых бассейновых хозяйствах), а дальнейшее выращивание осуществляется в естественных водоемах.

В течение последних 30 лет в странах Европы стремительно развивается полуинтенсивная аквакультура раков, в основе которой лежит создание ракопитомников. Размножение производителей происходит в маточных специализированных спускаемых прудах. Доинкубация рачьей икры разными способами искусственного разведения для получения посадочной молоди осуществляется в инкубационных цехах. Промышленное получение посадочного материала требует создания питомника для раков, который может выступать в качестве производственной единицы рыбоводного хозяйства. Для обеспечения лучшей выживаемости и увеличения промыслового возврата, полученных рачков выращивают в выростных прудах площадью 15–25 м² до стадии сеголетка и выпускают в нагульные водоемы.

В случае интенсивной аквакультуры все этапы размножения и выращивания раков проходят в искусственно созданных условиях.

Способ интенсивной аквакультуры раков связан с большими затратами на оборудование ракопитомника и рабочую силу, поэтому в настоящее время находится в начальной стадии развития. В закрытых помещениях ракопитомников протекают все этапы цикла размножения раков и подращивания полученной молоди.

3. Основы биотехники разведения и выращивания молоди речных раков

Наиболее часто применяющаяся технология в раководстве – полунтенсивная. Биотехнический процесс искусственного разведения раков включает следующие этапы: *заготовка производителей раков, формирование маточного стада в ракопитомнике, разведение раков естественным (на самках) и искусственным (инкубация икры) путем, выращивание молоди до стадии сеголетка, выпуск рачков в нагульные водоемы.*

Ракопитомник для производства посадочного материала должен состоять из маточных и выростных прудов (или бассейнов) и инкубационного цеха. Заселение водоемов выращенной в ракопитомниках молодью дает возможность наиболее эффективно восстановить и увеличить запасы раков.

Заготовка производителей раков. Заготовка производителей является важной и начальной частью этапа формирования маточного стада в фермах и ракопитомниках, требующей решения ряда важных вопросов: подбор маточных водоемов, отлов и транспортировка производителей, профилактика заболеваний при заготовке.

Раков-производителей рекомендуется вылавливать в ближайшем от ракопитомника или рачьей фермы водоеме высшей или средней ракопродуктивности. Согласно правилам раководства, вылов 30–50 % производителей из водоема не составляет опасности для сохранения численности рачьей популяции.

Для подбора базовых маточных водоемов (озера, реки) рекомендуется провести поисковые экологические исследования: определить численность раков на полезной площади водоема, соотношение в уловах (в %) половозрелых особей, эпизоотическое состояние популяции, экстерьер производителей. Посадочный материал для формирования маточного стада следует добывать из заведомо благополучных водоемов, с достаточно высокой численностью поголовья половозрелых особей, хорошим эпизоотическим состоянием и характерным экстерьером.

Производителей в базовых водоемах отлавливают в августе – начале сентября (осенняя заготовка) пассивными орудиями лова (30–50 штук) – раколовками цилиндрической формы с двумя круглыми входами, длиной 70 см, диаметром 30 см, с распорками и поплавком (рис. 18).

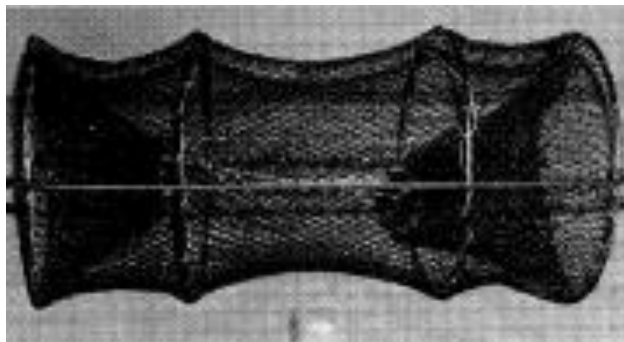


Рис. 18. Раколовка

Раколовка изготовлена из мелкочаистой сети и обручей, сделанных из проволоки с гальваническим покрытием. Лучшей приманкой для раков считается рыба (плотва, лещ, густера), ловят раков на лягушек и потроха домашних животных. Приманку подвешивают в центре раколовки.

Раколовки устанавливаются в горизонтальном положении на ночь в литоральной зоне водоема на расстоянии 5–10 м друг от друга. Подъем раколовки производится на рассвете. Отловленных раков собирают в ящики, выпуская обратно в водоем особой непромысловой величины или с мягким панцирем. Рекомендуется посадка самцов и самок в отдельные контейнеры.

После отлова производителей у водоема требуется тщательный отбор больных особей с признаками фарфоровой и ржаво-пятнистой болезней. Во избежание переноса в ракопитомники опасных инфекционных заболеваний раков (рачья чума, бактериозы, вирусные болезни), после отлова раков-производителей требуется дезинфекция орудий ловли. Раколовки и инвентарь рекомендуется дезинфицировать высокой температурой, холодом, раствором 0,02 % гипохлорита.

Существует и весенняя заготовка, при которой отбирают только самок-икрянок.

Формирование маточного стада раков в питомнике. Перевозку производителей в ракопитомник на небольшие расстояния осуществляют в перфорированных деревянных ящиках разных размеров с плотно закрывающимися крышками. Раков укладывают рядами (5–6), перекладывая влажной травой или тканью, прикрывая их при перевозке от действия прямых солнечных лучей. По прибытии в ракопитомник, раков «купают», опуская перфорированные контейнеры или корзины несколько раз в бассейны с водой для удаления воздуха из жаберной полости. Иначе животные могут погибнуть от удушья, поскольку блокируется поступление растворенного кислорода в жабры, а в жаберной полости скапливается диоксид углерода. Перед посадкой на карантин (длительностью не менее двух недель) раков вторично сортируют, отбраковывают больных и потерявших при перевозке жизнестойкость, с опущенными клешнями и пузырьками пены у челюстей.

Для удаления с поверхности тела эктопаразитов раков применяются 15–20-ти минутные ванны 5%-го раствора поваренной соли. Для карантинного содержания производителей раков пригодны рыбоводные ванны, бассейны разной формы и площади, установленные в цехах или на территории ракопитомника. Карантинное содержание производителей раков является основной мерой профилактики заболеваний, в результате которой из маточного стада удаляются больные особи. При карантинировании на дно бассейнов помещается щебень, или коврики с искусственной травой, оборудуют убежища из труб, затемняют бассейны. Проточность воды в бассейнах составляет 10–15 л/мин, плотность посадки производителей при содержании самок и самцов отдельно – 50 экз/м².

Кормят производителей 2 раза в неделю. В рацион входит из мороженая рыба, обваренные морковь и картофель, рожь, хара. Суточная норма – 0,3–1 % от массы раков.

При карантинировании осуществляется ежедневный контроль жизнестойкости раков, чистка бассейнов от остатков корма. Каждый бассейн снабжается отдельным инвентарем.

Для дезинфицирования карантинных помещений рекомендуется применение кварцевых ламп. Очищение проточной воды в бассейнах следует проводить при помощи механических и биологических фильтров. В период карантина рекомендуется регулярно контролировать качество воды в ракопитомнике, определяя основные гидрохимические параметры.

После карантина собранных из бассейнов производителей выпускают в пруды для размножения. Практика показала, что питомниковые пруды должны отвечать следующим требованиям:

- площадь спускных прудов – более 100 м² (100–500 м²); глубина прудов – 1,5–2 м;
- проточность воды в прудах – 15–20 л/ мин.;
- дно пруда – твердое, покрытое песком, частицами гравия и камнями с островками водной растительности;
- убежища для раков – мелиоративные трубочки, камни, пни;

- заграждения из пластика вокруг пруда необходимы для предотвращения проникновения хищников и ухода производителей из пруда;

- качество проточной воды в прудах должно соответствовать требованиям, предъявляемым для культивирования раков. Вода не должна быть загрязнена органикой и токсическими веществами.

Посадку в специализированный питомниковый пруд рекомендуется осуществлять вечером, размещая раков у уреза воды, головогрудью к воде. Раки сами должны войти в воду.

Основные биотехнические нормативы формирования маточного стада в прудах являются следующими:

- оптимальная плотность посадки производителей – 6–7 шт./м². Соотношение самцов и самок – 1:3, для спаривания рекомендуется подбор более крупных самцов (на 1,5–2 см), чем самок;

- питание производителей в прудах – детрит, водная растительность, бентосные животные. Подкармливание 1–2 раза в неделю мороженой рыбой, гранулированными кормами, овощами (морковь, картофель) – в период активного питания (июнь – сентябрь) и подготовки к спариванию;

- для сохранения требуемой численности сформированного маточного стада, каждый сезон (август) следует на 25 % дополнять стадо производителей отловленными половозрелыми раками из естественных водоемов;

- для поддержания оптимальной окружающей среды, регулярно (через 2–3 года) пруды спускаются, проводится чистка дна от избытка ила и донной растительности, известкование почвы для дезинфекции и оптимизации гидрохимического режима в прудах.

Современная биотехника разведения раков предусматривает получение молоди в промышленных условиях двумя способами: 1 – путем естественного разведения от содержащихся в ракопитомнике икраных самок; 2 – методом искусственного разведения путем инкубирования снятой с самок икры в инкубаторе.

В искусственных условиях рачьего хозяйства осуществляется лишь доинкубация икры в конце периода эмбриогенеза разными методами разведения, при повышенной или естественной температуре воды.

Получение икраных самок путем размножения в прудах является упрощенным и достаточно популярным способом при полунтенсивной аквакультуре. Зимовка производителей в маточных прудах заканчивается в апреле, спустя 2–3 недели после таяния льда. Весной, до спуска прудов производителей рекомендуется подкармливать 1–2 раза в неделю рыбой (суточный рацион 0,3–4 % их массы). Время сбора икраных самок зависит от планируемого способа разведения. В случае ускоренного разведения при повышенной температуре воды, доинкубацию икры в установках можно начинать в конце марта – апреле. Обычно самок-икрянок из прудов собирают перед линькой самцов – в мае или за 2–3 недели перед вылуплением рачков (I–II декады июня).

По данным разных исследований выживаемость производителей рака в период размножения и зимовки (август–июнь) в маточном пруду составляет в среднем 80–85 %. Выход икраных самок широкопалого рака колеблется от 77 до 86 % от общего числа. Часть самок (до 50 %) чередуют циклы размножения и даже оплодотворенные, не дают потомства, а накопленные в зрелых яйцеклетках вещества постепенно резорбируются до начала весны. Собранных из маточных прудов самцов и самок без икры выпускают после осмотра в маточные пруды или переселяют в резервные пруды в случае регулярной профилактики заболеваний (высушивание, известкование дна, удаление избытка ила и донной растительности в зимовальных прудах).

Возможность получения икраных самок в бассейновом хозяйстве ракопитомника целесообразна в связи с применением метода инкубации икры в аппаратах на более ранних фазах эмбрионального развития (март), когда пруды еще покрыты льдом. Икраных самок содержат (ноябрь – июнь) в инкубационном цеху в бассейнах площадью 2,8 м² с убежищами, покрытиями для затемнения, с проточностью воды 10–15 л/мин с плотностью посадки 30–

50 шт./м². Выход икраных самок варьирует от 60 до 75 % от общего числа. В период зимовки в бассейнах самок подкармливают мороженой рыбой, харой и морковью, при понижении температуры воды до 2 °С кормление прекращают.

Перед посадкой на инкубацию, собранных из прудов и бассейнов яйценосных самок сортируют в цеху, отбраковывают потерявших жизнестойкость и большую часть икры, разделяют на группы высокой (100–200 икринок), средней (более 50 икринок) и низкой (менее 50 икринок) рабочей плодовитости. Известно, что рабочая плодовитость перед вылуплением молоди снижается примерно на 30 % по сравнению с количеством яиц у самки после икрометания.

Применяется два способа (прудовый и бассейновый) получения посадочного материала раков.

Естественное разведение раков (на самках). При естественном разведении доинкубация эмбрионов раков на плеоподах самок в ракопитомниках проводится в конце эмбриогенеза – за 2–3 недели перед вылуплением рачков. Эффективность метода определяют выходом (в %) рачков II стадии развития. Доинкубацию икры на самках можно проводить в бассейнах инкубационных цехов или в питомниковых прудах площадью 80–100 м². Самым популярным в раководстве является бассейновый способ получения молоди на самках. В бассейновом хозяйстве для инкубации икры на самках требуется следующее оборудование: бассейны разных размеров (2–3 × 0,5 × 0,4–0,6 м); садки с ячейками (размером 15 × 10 см) и крышками. Стенки и дно садков должны иметь отверстия для выхода рачков на дно бассейнов после отделения от самок. Садки с икраными самками в ячейках погружают в бассейны с проточной водой (рис. 19).

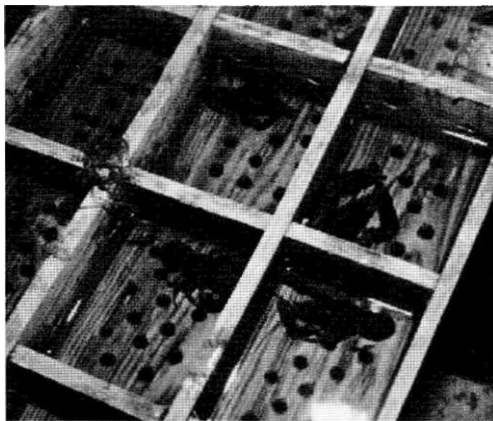


Рис.19 Инкубационные садки с ячейками для икраных самок

Нормативы инкубирования икры на самках рака:

- оптимальный срок помещения икраных самок в бассейны, питомниковые пруды или в инкубационные установки цехов за 2–3 недели перед вылуплением рачков – II декада июня;
- оптимальная температура воды для вылупления молоди – 18–20°C. При ускоренном разведении, после адаптации в течение нескольких суток, температуру воды терморегуляторами постепенно (на 0,5°C в сутки) повышают до оптимальной температуры (18°C) для стимуляции вылупления рачков;
- проточность воды в бассейнах – 15 л/ мин, уровень воды 30–50 см;
- плотность посадки икраных самок в садках с ячейками (42 шт./м²), свободных самок в бассейнах с убежищами – 30–50 шт./м²;
- количество убежищ максимальное, для затемнения используются сдвигающиеся покрытия;

- кормление самок в ячейках садков индивидуальное – 2 раза в неделю кусочками рыбы (1 г рыбы – одной самке), харой или морковью. Суточный рацион –1 % от массы. Кормление прекращается после вылупления рачков;

- требуется тщательный контроль жизнестойкости самок и качества инкубируемой икры. Мертвые и пораженные сапролегнией икринки следует удалять пинцетом. Необходимо следить за вылуплением и отделением рачков от самок.

Вылупление молоди рака происходит в III-й декаде июня. Инкубация на самках в бассейнах заканчивается после отделения рачков от самок. Отделившихся рачков II стадии развития подкармливают зоопланктоном и водорослями (хара). Средний выход молоди II стадии – 50–70 шт./от одной самки. Количество полученных рачков в бассейнах определяют объемным методом.

Используя для естественного разведения питомниковые пруды площадью 50–100 м², самок-икрянок выпускают с плотностью посадки 6–9 шт./м². Проточность воды в прудах – 15–20 л/мин, глубина – 1–1,5 м. Дно прудов – из песка и гравия с максимальным количеством убежищ для икряных самок. Водная растительность (хара) является компонентом питания самок и рачков, а также служит убежищем для молоди. Докармливание самок рекомендуется проводить в кормушках рыбой в вечерние часы. После отделения молоди, самок вылавливают из прудов раколовками, а молодь подращивают до сеголетков или годовиков. Посадочный материал используют для интродукции в нагульные пруды или естественные водоемы.

Искусственное разведение (инкубация икры) раков.

Способ искусственного разведения среди раководов менее популярен из-за значительных затрат рабочей силы, однако является достаточно эффективным при выполнении программ восстановления запасов раков в естественных водоемах. Основной целью разработки эффективных методов искусственного разведения было сохранение максимального количества эмбрионов и увеличение выхода рачков, используемых в качестве посадочного материала. По прогнозам астакологов, способ искусственного разведения в будущем будет применяться значительно шире. Полученная молодь является свободной от патогенов, вызывающих опасные заболевания раков (рачья чума, вирусные заболевания, бактериозы). При инкубации икры в аппаратах уменьшается потенциальное негативное влияние самки на эмбрионы, что очень важно, поскольку идентификация опасных заболеваний раков до сих пор остается затруднительной, меры борьбы не разработаны.

Инкубацию снятой с самок икры проводят в модифицированных рыбоводных аппаратах Вейса, Уайта, Басса, Цукерзиса, а также в инкубаторах современной конструкции, основой которой является индивидуальное инкубирование икры от каждой самки в отдельных микроинкубаторах. Результаты искусственного разведения раков зависят от умения создать оптимальные условия для инкубации эмбрионов. При ускоренном разведении устанавливают кварцевые лампы и биофильтры для регулирования качества подогреваемой воды.

Рассмотрим инкубационную установку для инкубирования снятой с самок икры с замкнутым циклом водоснабжения. В комплект инкубатора входят:

- лоток, площадью 0,65 м² с механическим блоком, регулирующим работу движущейся колебательным образом инкубационной установки вдоль лотка с проточной водой;

- насос для обменного водоснабжения и автоматического регулирования уровня воды в лотке, система аэрации циркулирующей воды в инкубаторе;

- система подогрева воды с терморегулятором для поддержания постоянной температуры воды;

- инкубационные пластиковые сосуды (микроинкубаторы), треугольной формы с перфорированными стенками (ширина отверстия 1,5 мм, длина 5 мм) и округлым дном. Микроинкубаторы с рачьей икрой от одной самки закладываются на поперечные полосы инкубационной установки и погружаются в проточную воду лотка.

Инкубатор предназначен для инкубирования икры в артезианской воде. Перед началом инкубации следует проверить работу инкубатора – отрегулировать водообмен, провести дезинфекцию системы.

Бионормативы инкубации икры следующие:

- сроки проведения инкубации – II декада июня на стадии «глазка» эмбрионального развития, продолжительность инкубации – 2–3 недели. Начало ускоренной инкубации для снижения потери икры – III декада марта – апрель, продолжительность инкубации – 1,5–2 месяца;

- снятие икры с самок производят осторожно пинцетом, в направлении хвостового плавника. Снятую икру помещают в блюдечки с водой и вместе с водой переливают в микроинкубаторы. При максимальном объеме инкубации в инкубатор закладывается икра от 600 самок;

- проточность воды – 5–10 л/мин, приток свежей воды – 1 л/мин., что составляет 10 % общего объема воды;

- повышение температуры циркулирующей воды производится постепенно – в сутки на 0,5 °С. В начале инкубации требуется адаптация при температуре водоисточника в течение нескольких суток. После адаптации температура воды повышается до 18°С, оптимальной для вылупления рачков;

- гидрохимический состав воды должен удовлетворять следующим требованиям: содержание растворенного в воде кислорода – 8 мг/л; pH – 7–8; общая жесткость – 4–5 мг-экв./л; кальций – 50 мг/л; общее железо – 0,1–0,5 мг/л; окисляемость перманганатная – менее 10 мгO₂/л;

- ежедневный контроль за уровнем температуры воды в инкубационной установке, состоянием икры и рачков. Погибшая икра и рачки приобретают оранжевый цвет. Суточная норма отхода икры – 1 %, максимальный отход наблюдается в конечных стадиях эмбрионального развития, при вылуплении и первой линьке молоди;

- дезинфекция системы инкубатора проводится разными растворами 1–2 раза в неделю, в зависимости от степени поражения икры сапролегнией. Рекомендуется периодическая чистка сифоном дна лотка от осадков и контроль за качеством воды;

- после вылупления рачки I стадии размером – 11 мм, весом – 23 мг мало двигаются, сцепившись друг с другом, образуют гроздья. На 7–10 день после вылупления, когда молодь претерпевает первую линьку, инкубация икры заканчивается. Размер рачков II стадии постэмбрионального развития – 13 мм, вес – 37–40 мг;

- средний выход молоди II стадии развития при максимальной загрузке инкубатора составляет 30 тыс. шт. рачков с выживаемостью – 60–85 %.

Рачков собирают в таз с водой, откуда их медленно выпускают в выростные пруды или бассейны для выращивания до стадии сеголетка.

Биотехника выращивания молоди раков до стадии сеголетка. Интродуцируемые в водоемы рачки II–III стадии постэмбрионального развития, массой 40–50 мг беззащитны, вследствие чего становятся легкой добычей хищных водных насекомых и рыб, поэтому в качестве посадочного материала следует использовать рачков более старших возрастных групп (крупные сеголетки или годовики), способных к укрытию и защите. Для обеспечения лучшей выживаемости молоди и увеличения промыслового возврата при интродукции в водоемы желательно выращивать молодь до стадии сеголетка в бассейнах или прудах небольшой площади.

Дно бассейнов должно быть покрыто щебнем, слоем песка с частицами гравия, высаженной водной растительностью. Необходимо предусмотреть убежища для молоди. Это могут быть кирпичи с отверстиями, установленные против течения воды. Для затемнения бассейнов используют щиты. Проточность воды устанавливают 15–20 л/мин, начальная плотность посадки рачков II–III стадий постэмбрионального развития – 100 шт./м².

Для кормления молоди обязательно используют живые корма (зоопланктон), нитчатые водоросли, обваренные овощи (морковь, картофель), рыба. Суточный рацион составляет 1–4 % от массы рачков при 3–4 разовом кормлении. Могут применяться специализированные гранулированные корма для молоди раков.

Пруды для выращивания молоди раков должны отвечать следующим требованиям:

- дно незаиленное, каменистое, с песком, невысокая донная растительность (хара), крутые берега для затемнения. Дно с уклоном для полного спуска воды;

- площадь – менее 25 м², глубина – 0,5–1,0 м, проточность воды 15–20 л/мин.
- убежища для рачков.

Пруды заливают водой за две недели до выпуска в них рачков из инкубационного цеха, что предохраняет от размножения личинок хищных насекомых, врагов молоди. Пруды удобряют для развития достаточного количества зоопланктона.

Сроки выпуска молоди II–III стадий развития – I декада июля. Плотность посадки рачков – 100 шт./м². Питание молоди – детрит, зоопланктон, водоросли, бентосные животные. Кормление – 2 раза в неделю, рыбным фаршем, обваренными овощами (морковь, картофель). Суточный рацион 1–4 % от массы рачков.

Показатели термического и гидрохимического режима должны соответствовать требованиям культивирования раков. Оптимальная температура воды для роста молоди раков в период постэмбрионального развития: широкопалого – 18–22 °С, длиннопалого – 22–24 °С.

Выход сеголетков из прудов и бассейнов составляет 48–67 %. При достижении массы 350–500 мг (сеголетков) раки могут быть использованы в качестве посадочного материала для выпуска в пруды или водоемы. Количество выращенных рачков в бассейнах или прудах определяют объемным методом.

Способ выращивания сеголетков в прудах является более распространенным, чем в бассейнах, так как в последних раки медленно растут и на стадии сеголетка достигают меньших размеров, чем в прудах.

Выпуск молоди раков в нагульные водоемы. Полученная в ракопитомниках молодь раков используется для зарачивания водоемов с целью воспроизводства запасов речных раков. Время перевозки молоди – конец августа – начало сентября.

Правила транспортирования и выпуска молоди раков следующие:

- посадочный материал транспортируют вечером к месту выпуска;
- на короткие расстояния сеголетков рака перевозят в перфорированных пластиковых или деревянных сетчатых контейнерах размером 0,8×0,5×0,2 м, разложив рачков тонким слоем. Рекомендуется делать не более пяти рядов, каждый слой перекладывают влажной тканью, водной растительностью или мокрой травой. Если транспортировка рачков длится более 1 часа, рекомендуется охлаждение контейнеров пакетами со льдом. По прибытии на место контейнеры несколько раз погружают в воду и тут же вынимают на воздух;
- при более длительных перевозках рачков транспортируют в рыбоводных полиэтиленовых пакетах с водой, насыщенной кислородом. После прибытия на место пакеты с молодью помещают в водоем для постепенного выравнивания температуры.
- рачков распределяют равномерно по мелководным участкам (1,5–2 м глубины), имеющих естественные укрытия – заросли мягкой водной растительности, слабо заросших макрофитами. Норма выпуска сеголетков раков – 10 шт. на 1 м береговой линии водоема.

Выпуск рачков в планируемые водоемы следует повторять в течение нескольких лет. Эффективность интродукции зависит от качества воды, структуры литоральной зоны водоема, видового состава рыб. Для выпуска раков пригодны естественные водоемы, где нет угрей, а плотность щук и окуней минимальная.

Лекция 15 Технология культивирования пресноводных креветок

Вопросы

1. Значение креветок.
2. Краткая характеристика пресноводных креветок.
3. Культивирование пресноводных креветок.

Креветки занимают первое место по вылову и второе место по гастрономическим качествам среди остальных промысловых ракообразных. Промысловый лов базируется, в основ-

ном, на крупных половозрелых креветках, добываемых в прибрежных водах и открытом море, и на мелких неполовозрелых, добываемых в отдельных участках прибрежных вод.

Креветки во всем мире являются весьма ценным объектом промысла. По данным ФАО в 2014 году мировая продукция креветок составила 8,17 млн. тонн, в т.ч. вылов составил около 3,59 млн. тонн, производство креветок в аквакультуре достигло 4,58 млн. тонн. В последние годы аквакультура креветок динамична, в период с 2008 по 2014 производство креветок увеличилось на 34,7 %, вылов в естественных водоемах увеличился на 11,5 %.

По данным ФАО основными производителями креветок являются Китай и страны Юго-Восточной Азии (рис. 20).

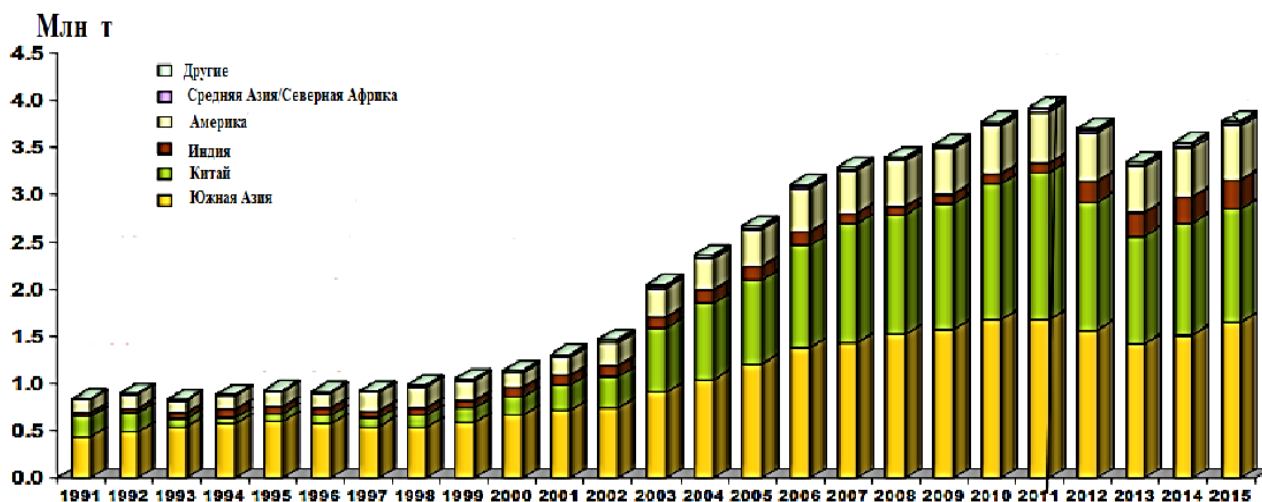


Рис. 20. Динамика мировой продукции креветок, выращенных в условиях аквакультуры (рисунок ФАО, 2017)

Самыми популярными для выращивания в условиях аквакультуры являются морские виды креветок *Penaeus vannamei* (белоногая тихоокеанская, королевская, ваннамей) и *Penaeus monodon* (тигровая).

В 2014 году по объему выращивания белоногая креветка заняла шестое место в мире среди объектов аквакультуры. Объемы производства тигровой креветки значительно ниже. На долю этих двух видов креветок приходится более 90 % от общего мирового производства креветок, выращиваемых в аквакультуре.

Эти морские креветки выращивают преимущественно в прудах, бассейнах, установках с замкнутым циклом водоснабжения, рисовых чеках, в последние годы широко распространяется модель интенсивного разведения ценных морских креветок в теплицах, которая дает высокую урожайность в 20–40 тонн с гектара.

Во внутренних водах выращиваются и другие виды креветок: *Macrobrachium rosenbergii* (гигантская пресноводная), *M. Nipponense* (восточная), *Penaeus indicus* (индийская), *P. merguensis* (банановая), *P. stylirostris* (восточная голубая), *Metapenaeus monoceros* (коричневая).

По данным ФАО (2017) в странах Юго-Восточной Азии в среднем ежегодно в период 2008–2012 гг. выращивалось 84,4 % «континентальных» креветок от общего объема мирового производства креветок, выращенных в аквакультуре. Основные объекты выращивания в этих странах ваннамей, тигровая, гигантская пресноводная, восточная креветки (рис. 21)

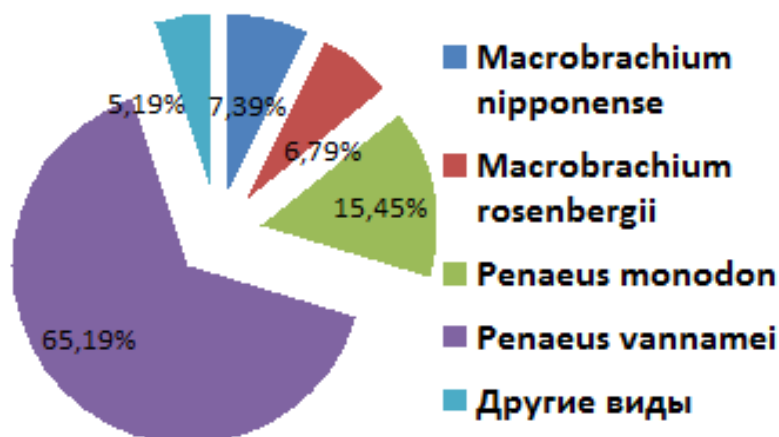


Рис. 21. Соотношение объемов производства отдельных видов креветок в Юго-Восточной Азии

На долю пресноводных креветок *Macrobrachium rosenbergii* и *M. nipponense* приходится 14 % от общего производства.

На юге Россия возможно выращивание в прудах тропической гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii*, являющейся одним из наиболее изученных видов рода и имеющей важнейшее значение для аквакультуры.

По оценке американских специалистов культивирование и промысел этих ракообразных приносит большой доход. Причем производство креветок в США ежегодно увеличивается из-за растущего спроса на этот продукт.

Причина большой популярности рачков заключается в их способности благоприятно воздействовать на сердечно-сосудистую систему человека. Поэтому из всего числа рыболовецких судов, траулеров-креветочников больше половины. В Скандинавских странах из съедобных частей креветок приготавливают различные национальные блюда, а отходы используют на корм скоту. У берегов Норвегии ловят северную розовую креветку, норвежские крестьяне, живущие в прибрежных районах, скармливают ее коровам, получая жирное молоко. В государствах тропической зоны Тихого океана, таких, как Индия, Индонезия, Малайзия, Вьетнам, Китай, издавна занимаются выращиванием креветок. Ежегодно продукция специализированных хозяйств этих стран достигает 70 тыс. тонн. В России большой интерес для культивирования представляют холодноводные креветки (например травяной шримс), обитающие в прибрежных водах Дальнего Востока.

Мясо креветок, как и крабов, очень ценный источник белков и минеральных элементов. Особенно много в нем йода почти в 100 раз больше, чем в говядине. В мясе шримсов содержатся натрий, калий, кальций, магний, сера, медь, цинк и др. элементы. Химический состав креветок шримса: содержание белков 14–22 %, жиров 0,7–2,3, углеводов – 0,3–4,9, минеральных веществ – 1,5 – 7,2 %. Немало в сыром мясе креветок витаминов: тиамина, рибофлавина и др. В муке из креветочной массы содержатся (в %): протеина – 48–56, жира – 15–20, кальция – 3,2, фосфора – 2,1. Средняя калорийность 1 кг муки составляет 3000 килокалорий.

Реализуют креветок в свежемороженом, консервированном и сухом виде. По своему составу мясо креветок очень напоминает крабов, но обладает более нежным вкусом и ароматом. Из креветок готовят прекрасные супы и салаты, очень вкусны они отварные, жареные и запеченные.

Креветки играют огромную роль в экосистеме морей и океанов. Они являются санитарями, очищают дно водоемов от остатков трубочников, водных насекомых и рыб.

Обитатели тропиков и субтропиков креветки рода *Macrobrachium* также имеют важное хозяйственное значение. Практически все они являются объектами интенсивного промысла.

Однако естественных запасов недостаточно для удовлетворения спроса на них. В связи с этим в последние годы интенсивно развивается аквакультура пресноводных креветок

2. Биологические особенности пресноводных креветок.

Креветки относятся к членистоногим, классу ракообразных, отряду десятиногих. Тело креветки состоит из 3 отделов: головного, грудного и брюшного. Голова и грудь креветок прикрыты общим панцирем карапаксом, передний конец которого вытянут в рострум. За грудным отделом тела следует брюшной (абдомен). Абдомен снабжен плавательными двухветвистыми ножками – плеоподами. Конечности последнего брюшного сегмента – уроподы – вместе с тельсоном образуют хвостовой веер. Практически все виды креветок способны как плавать, так и ползать по дну. Окраска креветок разнообразна, но преобладают серые и светлые тона. Большое значение для цвета окраски имеет оттенок субстрата.

Креветки раздельнополы. Половой диморфизм выражен ярко: у самцов вторые ноги всегда длиннее туловища, а у самок короче и развиты слабее.

Распространение. Род креветок *Macrobrachium* распространен в основном в тропической зоне, характеризующейся температурой воды 27 °С с незначительными колебаниями.

В настоящее время отдельные виды креветок акклиматизированы в водоемах-охладителях энергетических объектов различных стран. В Республике Беларусь акклиматизирована восточная речная креветка – *Macrobrachium nipponense* – в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС.

Отношение к факторам среды. Креветки рода *Macrobrachium* могут существовать в температурном диапазоне 14–33 °С, хотя оптимальная 27–30 °С. Отдельные виды способны кратковременно переносить температуру порядка 3–4 °С, но уже при температуре ниже 10 °С перестают питаться. Период размножения у большинства видов начинается при температуре выше 20 °С.

Большое значение в жизни креветок играет продолжительность освещения. Оптимальным считается 14 ч светлого времени и 10 ч – темного.

Отношение к солености специфично для разных видов. Метаморфоз может протекать в пресной, солоноватой и морской воде.

Размножение. В тропиках креветки рода *Macrobrachium* размножаются круглый год. Однако интенсивность размножения у них непостоянна: она возрастает в период сезонных дождей. В водоеме-охладителе Березовской ГРЭС период размножения *Macrobrachium nipponense* составляет 5–6 мес. Начинается нерест в весенние месяцы, когда температура воды устойчиво сохраняется выше 20 °С. Заканчивается при температуре ниже 20 °С. Абсолютная плодовитость зависит от размера и массы самки и составляет в среднем для *Macrobrachium nipponense* – 1279 шт, *Macrobrachium rosenbergii* 21270 шт. Выживаемость яиц колеблется от 26 до 60 %.

Жизненный цикл креветок рода *Macrobrachium* включает следующие стадии: эмбриональную, личиночную, ювенильную, половозрелую.

Эмбриональная стадия. Продолжительность развития яиц зависит от температуры. В целом у креветок рода *Macrobrachium* эмбриональное развитие нормально протекает в температурном диапазоне 21–33 °С, оптимальной температурой считается 25–29 °С.

Личиночная стадия характеризуется максимальной смертностью, которую вызывают болезни, хищники, низкое качество воды, резкие изменения среды. Личиночное развитие состоит из последовательно сменяющих друг друга стадий («зоа»), обозначаемых римскими цифрами I–XIII.

После завершения метаморфоза личинки превращаются в послеличинок. С этого момента они напоминают взрослых креветок и начинают вести донный образ жизни.

Ювенильная стадия. Для ювенильного периода креветок характерны смена условий обитания, спектра питания и удельной скорости роста, для нормального роста креветок рода *Macrobrachium* требуется температура воды 20–32 °С. Нижний температурный предел со-

ставляет 11 °С, верхний 40 °С. В целом креветки рода *Macrobrachium* характеризуются коротким ювенильным периодом.

Половозрелая стадия. На этой стадии креветки продолжают вести донный образ жизни, им свойственна сумеречная активность. Пищевой спектр по сравнению с ювенильной стадией еще более расширяется. Температурный диапазон сохраняется в прежних пределах. Определение возраста у креветок чрезвычайно затруднено в связи с отсутствием ясно выраженных возрастных структур.

Питание. В связи с интенсивным культивированием пресноводных креветок особый интерес представляет технология кормления личинок в условиях аквакультуры. Лучшим кормом для выращивания личинок креветок считаются 1–2 суточные науплиусы артемии соленых вод. В качестве дополнительной пищи «*zoea*» применяют яичный порошок, протертую икру рыб, мелкий фито- и зоопланктон, тетрамин, высушенную куриную кровь, рубленых червей и др.

Большинство половозрелых креветок рода *Macrobrachium* – полифаги, способные питаться любым живым кормом в зависимости от состава местной флоры и фауны. При недостатке корма они становятся каннибалами. Однако предпочитаемый корм, например, для *Macrobrachium nipponense*, в водоеме-охладителе Березовской ГРЭС – личинки хирономид. Совершенно иной состав пищи у африканских креветок *Macrobrachium macrobrachium*, который на 73–74% состоит из детрита растительных волокон, а на 26–27 % – из остатков водорослей, чешуи рыб и костей.

Для ведения интенсивных креветочных хозяйств в Японии, Таиланде и др. странах разработаны специальные рецепты и выпускают сбалансированные кормосмеси для молоди и половозрелых креветок, учитывающие возраст животных, особенности культивирования (прудовый и садковый методы).

Однако, следует помнить, что роль искусственных кормов намного возрастает в сочетании с естественной кормовой базой.

3. Культивирование пресноводных креветок

В настоящее время выделяют три метода ведения аквакультуры: экстенсивный, интенсивный и в автономных системах замкнутого типа. Методы экстенсивного культивирования креветок издавна применяются в Юго-Восточной Азии и тропической области. Суть их заключается в отлове молоди из естественных мест обитания и ее выращивании до товарной массы в прудах. С конца 60-х годов начинает развиваться метод интенсивного ведения аквакультуры. Для него характерны улучшение биотехнологии, кормление сбалансированными кормами, особые условия содержания, довольно высокая степень технической оснащенности и контроля. Все это позволяет получать посадочный материал высокого качества при хорошей выживаемости. Особое место занимают различные виды систем замкнутого цикла водоснабжения. В этих системах вода циркулирует через бассейны с гидробионтами, проходит через сложную систему фильтров и вновь подается в бассейны.

Какой метод применить и где зависит от географических условий, экономической и технической базы хозяйств. В любом случае основное внимание необходимо уделять качеству посадочного материала, от которого в дальнейшем и будут зависеть товарные свойства креветок.

Способы культивирования разнообразны и сочетают в себе традиционные методы с вполне современными дополнениями.

Как было отмечено выше, большинство креветок рода *Macrobrachium* имеют сходные жизненные циклы. Поэтому основные гидрохимические и биологические параметры для разных видов креветок весьма близки: температура – 27–30 °С, продолжительность световой части суток 14–16 часов, pH – 7,7–8,0, концентрация растворенного в воде кислорода не ниже 3–4 мг/л.

Наиболее специфический фактор – соленость воды, которая зависит от биологических особенностей конкретного вида и только на личиночной стадии развития.

Плотность посадки личинок в культиваторы неодинакова, она может достигать 50 экз/л при выживаемости 50–70 %.

Товарное выращивание креветок начинается со стадии послеличинки. Среди пресноводных креветок основным объектом аквакультуры является гигантская пресноводная креветка.

Закончив личиночный метаморфоз, постличинки могут находиться 1–2 недели в личиночных бассейнах. Затем их извлекают из солоноватой воды и переводят в пресноводные пруды, садки и т. п. Перевод в пресную воду осуществляется постепенно, через распреснение, которое рекомендуется проводить непосредственно в личиночных бассейнах. Постличинкам свойственен положительный фототаксис, что можно использовать при их отлове из личиночного бассейна. После распреснения постличинок переводят в сборники – бетонные емкости до 50 м³, где они выдерживаются в течение 1–2 недель до расселения. Плотность посадки в течение 1-го месяца достигает до 2000 экз/м². Затем послеличинок можно помещать в нагульные пруды или в небольшие выростные пруды. В нагульных прудах плотность посадки может колебаться от 5 до 20 экз/м² и зависит от возможности использования качественных комбикормов, от размера принятых для продажи креветок и от технических возможностей по уходу за прудами.

Оптимальный размер нагульных прудов – 0,3 га. Дно в прудах должно быть ровным и чистым, а глубина воды – 1 м. При необходимости устанавливают аэраторы.

В нагульных прудах можно применять как метод круглодичного непрерывного выращивания, так и метод выращивания отдельной партией при разовой посадке в пруды. При непрерывном выращивании в прудах обычно создается большая плотность креветок, чем при культивировании отдельными партиями. Одна из важных задач при культивировании креветок это борьба с хищниками и браконьерами.

Перевозка креветок. Общепринятой является перевозка креветок в многослойных мягких емкостях, частично заполненных водой. Для перевозки креветок от места вылова к месту разбора собранного материала можно использовать плетеные корзины, в которых животных перекладывают влажными растениями. В этих условиях они не погибают без воды в течение нескольких часов, а при относительно влажной погоде и в течение суток.

После рассортировки по размерным группам креветок помещают в многослойные полиэтиленовые пакеты, заполненные отфильтрованной и отстоянной водой, и добавляют туда воздух или кислород. В случае длительной транспортировки кислород в емкостях следует менять дважды.

Пакеты наглухо завязываются и опускаются в картонные или пенопластовые коробки с указанием верха тары и надписями «Не кантовать», «Бойтся холода». При перевозке креветок можно использовать емкость объемом 100 л (с 40 л воды), в которой устанавливаются перегородки. При длительной транспортировке постличинок перевозят в малых пластиковых мешках. Плотность посадки 120–250 особей на 1 л воды, при этом на 1/3 воды берется 2/3 кислорода. В пресную воду можно добавить немного морской воды. Углы мешков следует округлить при помощи резинок чтобы избежать попадания в них маленьких креветок.

По прибытии на место выпуска температура в мешке выравнивается с температурой воды в водоеме. Еще одним из условий при первичном выпуске креветок в водоеме является отсутствие в этом месте хищных видов рыб.

Перед помещением в транспортные емкости креветок их не кормят в течение 12 часов, предшествующих транспортировке. Такая процедура необходима для снижения содержания метаболитов в воде транспортных емкостей, поскольку именно метаболиты являются главной причиной гибели креветок при остальных благоприятных факторах.

Нельзя проводить транспортировку креветок вместе с водорослями так как при транспортировке неукорененные водоросли разлагаются, что приводит к порче воды и гибели переселенцев.

Лекция 16. Марикультура. Морские водоросли – объекты марикультуры

Вопросы

1. Марикультура и ее классификация.
2. Современное состояние марикультуры водорослей и основные культивируемые виды.
3. Хозяйственное значение водорослей.
4. Культивирование порфиры.
5. Особенности культивирования зеленых водорослей.

1. Марикультура и ее классификация

Важнейшим источником в питании населения многих стран являются биологические ресурсы Мирового океана, обеспечивающие 20 % белков. В то же время возникающая острота продовольственной проблемы во всем мире требует не только усиленных поисков более полного использования водных биоресурсов, но и получения дополнительной продукции за счет повышения биопродуктивности шельфов, а также выращивания гидробионтов на гидротехнических установках в прибрежье и в береговой зоне.

Вероятно поэтому, в последние годы стремительно стало развиваться новое рыбохозяйственное направление – марикультура, потенциальные возможности которой хотя и несравнимы пока с использованием естественных запасов, но весьма существенны и могут внести большой вклад в решение белковой, углеводной и др. проблем, стоящих перед растущим населением Земли.

Марикультура (от лат. *marinus*), или морская культура – направление аквакультуры, занимающееся разведением или выращиванием морских гидробионтов – водорослей, моллюсков, ракообразных, рыб и иглокожих в морях, лиманах, эстуариях или в искусственных условиях.

Морская аквакультура имеет три основных направления:

- разведение естественных популяций (получение икры и выпуск в море выращенной молоди на жизнестойких стадиях);
- полносистемное хозяйство в отгороженных участках моря;
- выращивание в бассейнах и прудах с морской водой.

Под марикультурой обычно понимают интенсивное выращивание гидробионтов с целью воспроизводства особой промысловых видов (запаса), а также кормовых организмов. К марикультуре относятся:

- культивирование гидробионтов – растений или животных (животные в свою очередь, подразделяются на беспозвоночных и рыб) – в пресной, солоноватой или морской воде, включающее их искусственное воспроизводство и товарное выращивание;
- промышленное выращивание гидробионтов по определенной технологической схеме, с полным контролем над всеми звеньями процесса;
- хозяйствование на водоемах с целью повышения их продуктивности;
- выращивание кормовых организмов – коловраток, копепод, мизид, артемий.

В широком смысле марикультура – это активное вмешательство в управление биологическими процессами в морской среде: разнообразные формы биологической мелиорации (улучшения условий обитания организмов), акклиматизации (приспособления организмов-переселенцев и их потомства к новым условиям среды), трансплантации (переселения) промысловых и кормовых организмов, создание новых гибридных форм, уменьшение количества вредных животных с использованием технических и биологических методов и др.

Применяемые в настоящее время методы включают: улучшение среды обитания (в том числе строительство искусственных рифов), создание специальных кормов и систем искусственного питания, перемещение популяций в более продуктивные районы и строительство инкубационных устройств, продуцирующих молодь, которую затем переносят в море. С помощью таких устройств можно решить проблему воспроизводства в тех районах, где есть

подходящая естественная среда, подобная крупным приливно-отливным ваннам, дающим достаточную защиту будущей молоди.

Основные объекты марикультуры – мидии, устрицы, креветки, водоросли (ламинария, порфира, ундария), иглокожие, рыбы (лососевые, осетровые, кефали, желтохвост, и др.).

В настоящее время можно выделить 2 основных направления развития марикультуры:

- первое – это разведение и товарное выращивание рыб и беспозвоночных в контролируемых условиях с применением искусственных кормов. Из морских хозяйств этого направления для умеренных широт наиболее перспективны следующие 3 типа:

1-й тип – полуциклический – рыбы и беспозвоночные разводятся в искусственных условиях (на рыбоводных заводах, в питомниках) для получения жизнестойкой молоди с последующим выпуском ее в естественные водоемы. При этом производители вылавливаются на месте или завозятся из других районов (иногда завозят только личинок беспозвоночных или икру рыб для доинкубации в районах выпуска). Выпуск на нагул в море молоди рыб, в первую очередь возвращающихся в родные реки для нереста (лососей, осетров), обычно называют пастбищной марикультурой. Затраты кормов при таком способе культивирования необходимы лишь на этапе подращивания молоди;

2-й тип – тоже полуциклический, но более сложный – молодь, вылавливаемая в море или поставляемая из морских хозяйств 1-го типа, выращивается до товарных размеров в специальных емкостях (садках, бассейнах и др.) или отгороженных от моря участках при использовании полноценных искусственных кормов, санитарного контроля и других профилактических мероприятий;

3-й тип – полноциклический – морские хозяйства, имеющие свое маточное стадо и емкость (бассейны) для выращивания культивируемых организмов полностью в контролируемых условиях с использованием искусственных кормов. Это наиболее сложный тип хозяйств, требующий больших капиталовложений, но позволяющий получать максимальный объем продукции.

- второе направление развития марикультуры – товарное выращивание морских организмов на естественной кормовой базе. Осуществляется в прибрежных районах моря, бухтах, заливах (водоросли, моллюски), в отгороженных участках бухт и заливов, в плавающих и стационарных сетных садках (рыбы), в береговых прудах и емкостях с морской водой (рыбы, ракообразные).

На продукцию марикультуры ежегодно приходится до 60 % всех добываемых в мире брюхоногих и двустворчатых моллюсков (в том числе до 90 % мидий и 98 % устриц), больше половины всех добываемых водорослей и более 16 тыс. т креветок. В той или иной степени марикультурой занимаются большинство прибрежных государств. Основные страны, интенсивно развивающие марикультуру – Япония, Испания, США, КНР, Норвегия, Великобритания.

Современное развитие марикультуры и увеличение ее доли на мировом рынке рыбной продукции обусловлено новым, более высоким уровнем ее развития – интенсификацией этой отрасли хозяйства.

Выделяют интенсивную марикультуру, санитарную и санитарно-товарную.

Интенсивная марикультура – это активное искусственное воздействие на одну или на все стадии жизненного цикла объекта культивирования. Это искусственное воспроизводство жизнестойкой молоди и ее дальнейшее подращивание до товарных размеров на специальных заводах. Это внесения на морские плантации дополнительных кормов или удобрений. Это селекционная работа и выведения гидробионтов с заданными высокими товарными качествами. В практической деятельности чаще встречается смешанный тип ведения морского хозяйства, когда для получения в больших количествах жизнестойкой молоди животных или рассады водорослей применяется интенсивная заводская технология, а выращивание до товарных размеров происходит в естественных условиях в море. Целями марикультуры может быть восстановление и увеличение численности и биомассы объектов водных биоресурсов или выращивание животных и водорослей в коммерческих целях. Но у этого вида хозяйст-

венной деятельности может быть еще одна специализация – это санитарная или санитарно-товарная марикультура.

Санитарная марикультура – культивирование гидробионтов для биологической очистки прибрежных вод. Используется многократно усиленная средствами марикультуры способность морских экосистем изменять качественные характеристики водных масс, основанная на свойствах ряда организмов накапливать, связывать, либо использовать для своего развития те или иные вещества, изымаемые из окружающей среды. Так, например, на 1 квадратном метре мидиевой банки моллюсками за сутки может быть профильтровано от 50 до 90 м³ воды, причем количество патогенных бактерий содержащихся в воде за один прогон уменьшается в 2 раза.

Биологическое очищение моря происходит за счет биоседimentации и осветления воды животными-фильтраторами, минерализации органического вещества животными детритофагами, фотосинтетической аэрации воды зарослями водорослей и трав и обогащения ее биологически активными метаболитами, инкорпорации поллютантов и биологической детоксикации химических соединений.

В **санитарно-товарной** марикультуре после специальной очистки многие животные и растения могут быть использованы в пищу или переработаны на технические нужды.

Санитарная марикультура – дело перспективное и необходимое, особенно для побережий с крупными приморскими городами и большим объемом промышленных и бытовых стоков. Однако, существует опасность образования застойных зон и возникновения вторичного загрязнения, ведь животные и растения концентрируют и накапливают в себе вредные вещества. Поэтому для разработки и реализации каждого проекта санитарной марикультуры требуется проведение индивидуального комплекса исследований состава загрязнений, гидрологических условий акватории, возможностей утилизации и очистки выращенной продукции.

2. Современное состояние марикультуры водорослей и основные культивируемые виды

Крупномасштабное культивирование морских водорослей сосредоточено в странах Юго-Восточной Азии. Общий объем культивируемых водорослей в мире на настоящий период составляет около 2,8 млн. т. При общем объеме использования водорослей более 3,5 млн. т доля культивируемых составляет около 80 %. В ряде стран Америки и Европы (включая Россию) культивирование морских водорослей находится на уровне «опытных предприятий».

В общем объеме марикультуры макрофитов первое место занимают бурые водоросли. По таксономической принадлежности все объекты крупномасштабного выращивания относятся к порядку *Laminariales*. Основным объектом является *Laminaria japonica*. В наиболее крупных масштабах культивируется в Китае, Японии. В значительных объемах этот вид также культивируется в Южной Корее и КНДР. В Японии широко культивируется другой вид ламинариевых водорослей – *Undaria pinnatifida*. Общий объем используемой ундарии в настоящее время составляет 300 тыс. т.

В разных странах (США, Канада, Франция, Китай, Германия, Бельгия и др.) проблемам культивирования различных видов ламинариевых водорослей начинают уделять все больше внимания. В связи с этим проводятся научные исследования и организуются «опытные фермы». Перспективным для крупномасштабного культивирования считается макроцистис (*Macrocystis pyrifera*). В настоящее время его используют главным образом в качестве сырья для производства альгинатов. Исследуется возможность культивирования этого вида как энергетического сырья для получения метана в результате ферментативной обработки его талломов. В Бельгии ведутся работы по культивированию *Laminaria hyperborea*. Этот вид в значительных масштабах добывается в Норвегии и используется для производства альгинатов. Из других бурых водорослей с целью выяснения перспектив их промышленного культивирования начаты первые опыты по выращиванию ряда видов семейства *Sargassaceae*, порядок *Fucales* (США, Япония) – *Sargassum hozneri*. Данный вид не перспективен для производ-

ства альгинатов, так как дает альгинаты слабой вязкости поэтому его рассматривают как потенциальное энергетическое сырье для получения метана и в качестве биофильтров для очистки морских вод. Новым объектом культивирования среди бурых водорослей является *Cladosiphon* (порядок *Chordariales*, семейство *Chordariaceae*).

В России промышленное культивирование ламинариевых водорослей освоено на Японском (*Laminaria japonica*), Белом и Баренцевом (*Laminaria saccharina*) морях. На Баренцевом море первая опытно-промышленная ламинариевая плантация была создана в 1983 году. Результаты культивирования были признаны положительными. Опытно-промышленное культивирование показало, что ламинариевые хозяйства в условиях Севера способны быть высококорентабельными.

Мировой спрос на вещества и продукты, получаемые из водорослей расширяется и постоянно увеличиваются объемы их переработки. Неуклонно растут цены как на сырье, так и на продукты и препараты, получаемые из водорослей. Водорослеперерабатывающая промышленность постоянно развивается.

Таким образом, наибольшее значение в качестве выращиваемых объектов имеют морские водоросли *Laminaria*, *Undaria*, *Macrocystis*, *Porphyra*, *Eucheuma*, *Chondrus* (хондрус), геллидиум, фуццеллярия, *Gigartina*, *Hypnea*, *Gracilaria*, энтероморфа и ульва, монострома.

3. Хозяйственное значение водорослей

Микроводоросли используются, в основном, для получения белка. Весьма перспективны в этом отношении и культуры одноклеточных водорослей, в частности высокопродуктивных штаммов рода *Chlorella* и *Scenedesmus*. Их биомасса после соответствующей обработки используется в качестве добавки в рационы скота, а также в пищевых целях. Одноклеточные водоросли выращивают в условиях мягкого теплого климата в открытых бассейнах со специальной питательной средой.

Таким образом, хозяйственное значение водорослей очень велико. Можно выделить значение в природе и в практическом использовании.

В природе.

1. Поглощение углекислого газа.
2. Выделение кислорода.
3. Источник питания гидробионтов.
4. Место обитания и убежищ для животных.

Хозяйственное значение.

1. Продукт питания для человека.

В пищу употребляют не менее 100 видов макрофитных водорослей как в странах Европы и Америки, так и особенно на Востоке. Из них готовят много разнообразных блюд, в том числе диетических, салатов, приправ. Их подают в виде засахаренных кусочков, своеобразных конфет, из них варят варенье, делают желе, добавки к тесту и многое другое. В магазине можно купить консервы из морской капусты – ламинарии дальневосточных или северных морей. Ее консервируют с мясом, рыбой, овощами, рисом, употребляют при приготовлении супов и др. Она наряду с микроводорослью хлореллой является самой популярной съедобной и кормовой водорослью. Основная масса выращенных ламинариевых водорослей используется для производства пищевой продукции.

Известны и другие съедобные макрофитные водоросли – ульва, из которой делают разные зеленые салаты, а также алария, порфира, родимения, хондрус, ундария и др. В Японии продукты, получаемые из ламинариевых, называют «комбу», и для того, чтобы их вкусно приготовить, существует более десятка способов.

2. Корм для скота.

В целом ряде стран водоросли используют как весьма полезную витаминную добавку к кормам для сельскохозяйственных животных. Их прибавляют к селу, или дают как самостоятельный корм, для коров, лошадей, овец, коз, домашней птицы во Франции, Шотландии,

Швеции, Норвегии, Исландии, Японии, Америке, Дании. Животным скармливают в виде добавки также биомассу выращиваемых микроводорослей (хлорелла, сценедесмус, дуналиелла и др.).

3. В качестве удобрений.

Наряду с кормами водоросли давно применяют в сельском хозяйстве в качестве удобрений. Биомасса обогащает почву фосфором, калием, йодом и значительным количеством микроэлементов, пополняет также ее бактериальную, в том числе азотфиксирующую, микрофлору. При этом в почве водоросли разлагаются быстрее, чем навозные удобрения, и не засоряют ее семенами сорняков, личинками вредных насекомых, спорами фитопатогенных грибов.

4. Использование в фармацевтике, получение лекарственных препаратов.

Гидролизаты белка зеленой водоросли *Scenedesmus* используются в медицине и косметической промышленности. В Израиле на опытных установках проводятся эксперименты с зеленой одноклеточной водорослью *Dunaliella bardawil*, которая синтезирует глицерол. Эта водоросль относится к классу равножгутиковых и похожа на хламидомонаду. *Dunadiella* может расти и размножаться в среде с широким диапазоном содержания соли: и в воде океанов, и в почти насыщенных солевых растворах Мертвого моря. Она накапливает свободный глицерол, чтобы противодействовать неблагоприятному влиянию высоких концентраций солей в среде, где она растет. При оптимальных условиях и высоком содержании соли на долю глицерола приходится до 85 % сухой массы клеток. Для роста этим водорослям необходимы: морская вода, углекислый газ и солнечный свет. После переработки эти водоросли можно использовать в качестве корма для животных, так как у них нет неперевариваемой клеточной оболочки, присущей другим водорослям. Они также содержат значительное количество β -каротина. Таким образом, культивируя эту водоросль, можно получать глицерол, пигмент и белок, что весьма перспективно с экономической точки зрения.

Одним из самых ценных продуктов, получаемых из красных водорослей, является агар – полисахарид, присутствующий в их оболочках и состоящий из агарозы и агаропектина. Количество его доходит до 30–40 % от веса водорослей (грацилярия, гелидиум).

Водоросли – единственный источник получения агара, агароидов, каррагинина, альгинатов. В России основным источником агара служит красная водоросль анфельция.

5. В химической промышленности. Бурые водоросли являются единственным источником получения одних из самых ценных веществ водорослей – солей альгиновой кислоты, альгинатов. Альгинаты исключительно широко применяются в народном хозяйстве. Это изготовление высококачественных смазок для трущихся деталей машин, медицинские и парфюмерные мази и кремы, синтетические волокна и пластики, стойкие к любой погоде лакокрасочные покрытия, не выцветающие со временем ткани, производство шелка, клеящих веществ исключительно сильного действия, строительных материалов, пищевые продукты отличного качества – фруктовые соки, консервы, мороженое, стабилизаторы растворов, брикетирование топлива, литейное производство и многое другое. Альгинат натрия – наиболее используемое соединение – способен поглощать до 300 весовых единиц воды, образуя при этом вязкие растворы.

Макроцистис в настоящее время его используют главным образом в качестве сырья для производства альгинатов. Исследуется возможность культивирования этого вида как энергетического сырья для получения метана в результате ферментативной обработки его талломов. *Laminaria hyperborea* в значительных масштабах добывается в Норвегии и используется для производства альгинатов.

Бурые водоросли богаты также весьма полезным соединением – шестиатомным спиртом маннитом, который с успехом применяют в пищевой промышленности, фармацевтике, при производстве бумаги, красок, взрывчатки и др. Бурые водоросли в ближайшее время используются для получения биогаза.

6. Биологическая очистка сточных вод.

Суспензионные культуры макрофитных водорослей открывают в перспективе возможности использования их в качестве трофического звена в марикультуре. Они могли бы также выступать в качестве партнера в искусственно создаваемых растительных ассоциациях, участники которых обладают полезными свойствами. Выделяемые клетками культуры экзотаболиты, характерные для исходного вида водоросли, будут составлять основу трофического обмена при удачном подборе партнеров в растительной ассоциации или комплексе марикультуры. Необходимо отметить, что при отсутствии токсического и антагонистического действия выделяемых соединений в естественных условиях существуют разнообразные и многочисленные природные ассоциации, например, повсеместно встречающиеся комплексы водорослей и бактерий.

4. Культивирование порфиры

Отдел красных водорослей, или багрянков (лат. *Rhodophyta*), включает более 600 родов и около 4000 видов. Древнейшие красные водоросли, обнаруженные в кембрийских отложениях, имеют возраст около 550 млн. лет.

Всего в мире в настоящее время добывают более 800 тыс. т красных водорослей, из них более половины выращивают и доля культивируемых водорослей с каждым годом возрастает. Из 20–25 культивируемых видов водорослей только четыре выращиваются в значительных масштабах – это виды рода *Porphyra* (Япония, Китай) и *Eucheuma* (Филиппины, Китай). В меньших масштабах культивируют виды *Gracilaria* (Тайвань, Китай, Гавайи), *Gloiopeltis* (Китай, Япония) и совсем мало – *Gelidium* (Япония), *Gelidiella* (Индия).

Красные водоросли – обитатели прежде всего морских водоемов, пресноводных представителей известно немного. Багрянки широко распространены во всех морях от зоны прилива и отлива до глубины 50–100, иногда 200 м. Красные водоросли относительно невелики – от нескольких сантиметров до 2 м. В их хроматофорах кроме хлорофиллов и каротиноидов содержится еще ряд водорастворимых пигментов – фикобилинов: фикоэритрины (красные), фикоцианины и аллофикоцианины (синие). В итоге окраска таллома варьируется от малиново-красной (если преобладает фикоэритрин) до голубовато-стальной (при избытке фикоцианина). Запасным полисахаридом красных водорослей является багрянковый крахмал, зерна которого откладываются в цитоплазме вне хлоропластов. По своей структуре этот полисахарид ближе к амилопектину и гликогену, чем к крахмалу. Биомасса красных водорослей в естественных зарослях составляет десятки или даже сотни граммов на 1 м².

Размножаются красные водоросли вегетативно, бесполом и половым способами. Вегетативное размножение осуществляется за счет образования дополнительных побегов, отрастания нового таллома от подошвы старого, отмершего, а также путем деления клеток. Оторванные участки талломов погибают.

Бесполое размножение багрянков происходит при помощи неподвижных спор, образующихся в спорангиях обычно по четыре (тетра-споры) или по одной (моноспоры).

Половое размножение красных водорослей осуществляется путем образования сложно устроенных половых органов. Женский половой орган, называемый карпогоном, возникает на концах боковых веточек. Нижняя часть его расширена, а верхняя сужена в так называемую трихогину. В нижней части карпогона находится яйцеклетка.

Мужские органы – антеридии – собраны группами на концах сильно ветвящихся нитей. В них развивается по одному неподвижному сперматозоиду, называемому спермацием. Спермаций током воды переносится к карпогону, здесь приклеивается к трихогине, растворяет оболочку и переливает содержимое через трихогину в брюшную часть карпогона, где и происходит оплодотворение. После этого трихогина увядает. Зигота делится многократно, образуя карпоспоры.

У более примитивных красных водорослей (*Porphyra*, *Bangia* и др.) в карпогоне образуется от 4 до 32 гаплоидных карпоспор, которые прорастают в гаплоидные нити. У более сложных багрянков из оплодотворенной яйцеклетки после редукционного деления вырастают ко-

роткие, иногда ветвящиеся нити, вследствие чего брюшная часть карпогона сильно разрастается, образуя так называемый цистокарпий. В наружных клетках нитей цистокарпия образуется по одной карпоспоре. Карпоспоры прорастают также в гаплоидные растения.

Размножение *Porphyra tenera*. В зимние месяцы порфира размножается половым путем, т. е. каждое новое растение вырастает из клетки, образовавшейся в результате слияния спермия и яйцеклетки.

Зимой водоросли выбрасывают карпоспоры (конхоцелис), которые, осев на субстрат, вырастают в зрелые растения. Они, в свою очередь, образуют бесполое моноспоры (конхоспоры), из которых вырастают новые водоросли.

Став половозрелыми, растения, выросшие из моноспор, выделяют карпоспоры. Цикл повторяется.

Объектами культивирования для получения желирующих веществ и пищевых целей являются несколько видов порфиры, грацилярии и эухеумы, реже анфельция, хондрус, гелидиум, фуруцеллярия, хипнея, глойопелтис, родимения и другие виды.

Наиболее известными являются порфира, родимения, ундария.

Из красных водорослей в наибольшем количестве выращивается порфира. Обычно культивируются четыре вида порфиры: *Porphyra tenera*, *P. kuniedae*, *P. yessoensis*, *P. angusta*.

Современное культивирование порфиры начинается со стадии конхоцелис. Для сбора спор в естественных зарослях водорослей устанавливают коллекторы в виде связок раковин морского гребешка и устриц. Порфира на стадии конхоцелис способна закрепляться на известковом материале. Створки раковин с прикрепившимися спорами переносят в специальные бассейны, снабжаемые профильтрованной, аэрированной, обработанной бактерицидными лучами и обогащенной биогенными элементами водой. Проростки находятся в бассейнах с зимы до осени, вплоть до созревания спорангиев. Затем водоросли переносят в море на участки, где предварительно устанавливают сети, служащие субстратом для выбрасываемых моноспор.

Сети имеют длину от 18 до 45 м при ширине 1,2–1,5 м и размере ячеек 15×15 см. Полотнище сети натягивают на рамы, изготовленные из расщепленного бамбука или металлических труб. Такое устройство называется «хиби».

Часто водоросли со зрелыми спорангиями размещают в больших бассейнах, где уже находятся сети-хиби, на которые и оседают моноспоры. Сети с проростками распределяют на плантациях в море.

В местах выращивания порфиры в дно вбивают шесты, к которым вертикальным или горизонтальным способами крепят сети. При горизонтальном размещении рамы подвешивают одну под другой в несколько этажей. Через месяц после прорастания спор сети переносят в прибрежные районы, прилегающие к устьям рек. Там водоросли растут до товарных размеров. Во время отлива сети полностью осушаются на 4–4,5 ч, а во время прилива – затопляются. Это делается для того, чтобы посторонние водоросли, которые в отличие от порфиры не переносят осушения, погибали.

При выращивании порфиры в Японии практикуется метод плавучих сеток, считающийся наиболее эффективным. Сущность его заключается в том, что сети с рассадой порфиры крепятся не к шестам, а к поплавкам, стоящим на якорях.

После того как молодые водоросли подрастут, производится их разреживание. На каждой сети средних размеров остается 1500–3000 пластинок порфиры. Сбор урожая начинается, когда растения достигают длины 15–20 см. Рост порфиры продолжается и после срезания талломов. Благодаря этому с одних и тех же растений с конца ноября по март урожай собирают 3–4 раза. Если добыча порфиры снижается, сети заменяют другими с новым посадочным материалом. До товарных размеров водоросли растут 50–60 дней. При выращивании на сетях удается получать более крупные и более устойчивые к заболеваниям растения, чем при культивировании на грунте.

Порфиру, снятую с сетей, тщательно освобождают от песка и ила, промывают в пресной воде. В продажу поступают пучки сушеных листьев размером 19×17 см, весом 2,5 г.

В естественных условиях порфира на стадии конхоцелис обнаруживается только зимой, вот почему японские ученые разработали метод получения карпоспор в течение всего года. Для этого водоросли со зрелыми спорангиями высушивают на воздухе и в течение полугода сохраняют при температуре 12 °С. Поместив затем такие талломы в морскую воду, имеющую температуру 22 °С, через двое суток удастся получать споры.

На некоторых участках дна, лишенных субстрата для оседания спор, порфира отсутствует. Для заселения таких районов по дну разбрасывают шершавые камни и завозят водоросли с созревшими спорангиями. После высыпания спор на камнях появляются новые растения. Таким способом запасы порфиры в прибрежных районах, ранее не пригодных для ее развития и роста, могут быть увеличены.

5. Особенности культивирования зеленых водорослей

Зеленые водоросли (лат. *Chlorophyta*) имеют меньшее промысловое значение по сравнению с бурыми и красными водорослями. В то же время это одна из наиболее распространенных групп водорослей. Зеленые водоросли содержат в хлоропластах только зеленый пигмент хлорофилл. Они широко распространены во всех морях и океанах в супралиторали, литорали и сублиторали до глубины 20–30 м.

Основными объектами культивирования среди зеленых водорослей являются монострома, ульва, энтероморфа, реже используют каулерпу, кладофору.

Строение, форма и размеры зеленых водорослей сильно варьируются. Размеры зеленых водорослей колеблются от нескольких сантиметров до 1 м и более. Окраска меняется от светло-зеленой до темно-зеленой. Размножение вегетативное, бесполое и половое.

Зеленые водоросли разводят в основном в странах Юго-Восточной Азии и используют в пищу, так как они содержат около 26 % белка. Их также используют в качестве удобрений и для очистки сточных вод, в том числе и от тяжелых металлов.

К съедобным зеленым водорослям относятся ульва, монострома и каулерпа.

В пищу употребляется в основном ульва, которая имеет второе название – «морской салат». Она действительно внешне похожа на салат латук.

Ульва имеет крупные слоевища (от 30 см до 1,5 м), чаще всего она употребляется в сыром виде для приготовления салатов, иногда – как ингредиент для супов. Ульву часто сушат, промыв в подсоленной воде и разложив на камнях, – через пару часов уже можно есть хрустящие зеленые листики. Ульва растет не только в Японии, но также и у берегов Ирландии, Скандинавии. Ульва, как и все водоросли, содержит множество витаминов, минералов и белков, но особенно много в ней железа.

Уми будо (лат. *Caulerpa lentillifera*) добывается только в Японии, около острова Окинава. Жители Окинавы выращивают уми будо в исключительно чистой и теплой воде, она совершенно не переносит холода и в холодильнике портится, поэтому попробовать редкую водоросль можно только в некоторых ресторанах, в которые свежую уми будо доставляют на самолете.

Ее название переводится как «морской виноград» – внешне эта водоросль похожа на миниатюрные грозди винограда. Иногда ее называют морской икрой, потому что листики уми будо лопаются на зубах, как икринки.

Зеленые водоросли выращивают в монокультуре или совместно с порфирой. Выращивают водоросли на сетях размером 18×2 м, устанавливаемых в устьях рек и мелководных участках морей. С одной сети снимают три урожая в год, около 26 кг.

Лекция 17. Конхиокультура как отрасль марикультуры

Вопросы

1. Хозяйственное значение и общая характеристика моллюсков.

2. Выращивание мидий.
2. Выращивание морских гребешков.

Конхиокультура – одна из самых выгодных и, пожалуй, самых древних отраслей культурного океанического хозяйства. Конхиокультура – выращивание моллюсков. В последние десятилетия широкое распространение, получило разведение морского гребешка, венуса, венеруписа, мии. Все эти виды моллюсков разводятся в промышленных масштабах, что дает большой экономический эффект. Кроме названных видов, в Японии разводят брюхоногого моллюска халиотис (морское ушко), которого в США именуют абеломом, а во Франции – ормо. Он весьма высоко ценится на Дальнем Востоке, в Калифорнии.

К конхиокультуре относится и разведение устриц, которое имеет во Франции давние традиции. Спрос на устриц растет во всем мире, но развитию их производства препятствует недостаток молодежи для выростных устричных хозяйств.

Разводят и новые, более продуктивные виды устриц – например, португальскую устрицу. Так как численность популяций европейских видов в целом несколько сокращается из-за эпидемических болезней, то в последнее время во Франции начали разводить японскую устрицу.

Из существующих 101 тыс. видов моллюсков промыслом используется около 100 видов, а культивируется только 25–30 видов.

В настоящее время лидирующее место в мировой аквакультуре занимает культивирование моллюсков (кламы, сердцеvidки, устрицы, мидии).

Моллюскам присуще огромное разнообразие форм, но имеются и общие черты: почти все они билатерально-симметричные; вторичнополостные; имеют мешковидное и несегментированное туловище и ногу. Для многих характерны твердая раковина и мантия, охватывающая тело. В мантийной полости расположены органы дыхания – жабры, в нее открываются отверстия органов выделения и анальное отверстие.

Раковина моллюсков состоит из кристаллов углекислой извести, расположенных в несколько слоев, и из слоя органического вещества – конхиолина. Это наружный слой раковины – периостракум, средний слой известковый – остракум и внутренний – гипостракум, имеющий характерный перламутровый блеск. Некоторые моллюски культивируют из-за этого слоя, из которого получают сырье для различных бытовых и ювелирных изделий – перламутр и жемчуг.

Взрослые моллюски – обитатели дна водоемов, селятся, на грунте, зарываются в песок, или или прикрепляются к субстрату. Потребляя водоросли и растительный детрит, они превращают их в органическое вещество животного происхождения и потому являются очень важным компонентом экосистем и занимают в них второй трофический уровень.

Среди моллюсков имеются фильтраторы, собиратели, хищники и др. Пища переваривается в желудке, пищеварительных дивертикулах (печени) и кишечнике. Ее остатки выводятся в виде фекалий, а частицы, попавшие в мантийную полость, выводятся в виде псевдофекалий наружу.

Среди моллюсков встречаются: раздельнополые и гермафродиты; с внешним и внутренним оплодотворением яйцеклеток; с плавающей личинкой; с икрой, развивающейся в кладках, а также живородящие формы. В свою очередь моллюски служат пищей многим водным и наземным организмам (рыбам, млекопитающим, птицам, хищным беспозвоночным и человеку).

Основными объектами выращивания являются двустворчатые моллюски – одна из самых древних групп донных беспозвоночных. Они широко распространены в морских и пресных водоемах и обитают во всех климатических зонах – от тропиков до Арктики и Антарктики. Особенно изобилуют двустворчатыми моллюсками прибрежные мелководные, хорошо прогреваемые и кормные районы морей с глубинами до 100–300 м, где моллюски составляют до 80 % биомассы бентоса.

Форма раковин двустворчатых моллюсков разнообразна, ее окраска, размеры зависят от видовых особенностей, глубин обитания, грунтов, течений. Одни виды обитают на песчаных, илисто-песчаных грунтах, другие – на илах, а третьи прикрепляются к твердому субстрату. Моллюски, живущие на поверхности мягкого грунта (сердцевидки, венериды, астарты), имеют округлую форму и зачаточные сифоны, а обитающие на жестких грунтах (гребешки, жемчужницы и др.) – крепкую жесткую раковину. Многие прикрепляющиеся виды имеют раковину удлинненной, митилидной, формы (устрицы, мидии, и др.). Они прикрепляются к скалам, твердым предметам, раковинам и друг к другу, образуя друзы, гроздья, щетки. Культивирование таких прикрепляющихся видов облегчается благодаря их способности к прикреплению и образованию массовых поселений на небольших площадях.

У многих двустворчатых моллюсков длительный жизненный цикл (от 5 до 20 лет) и растут они в течение всей жизни. Темп роста и размеры зависят от происхождения и условий обитания видов.

Внутри вида в зависимости от климатической зоны и условий обитания популяции у особей потенция роста проявляется в разной степени и темп роста колеблется в значительных пределах. Более того, наблюдается значительная изменчивость роста среди особей одной популяции и даже одной друзы в зависимости от места, занимаемого особью в ней, от притока свежей воды, от газового режима, от количества питательных веществ в воде и длительности периода питания в течение суток, сезона года и других причин. Темп роста в таких случаях может отклоняться от средней величины на 20–30 %. В онтогенезе темп роста особей также изменяется. Максимальными приростами обладает молодь, приросты половозрелых особей снижаются.

При культивировании моллюсков широко пользуются их способностью изменять темп роста. Например, осевшая ранней весной или летом молодь устриц (шпат) за теплый сезон достигает больших размеров, чем молодь, осевшая в середине лета или осенью. Большое влияние на темп роста оказывает температура. Изменяя температуру воды в бассейнах, можно ускорять или замедлять сроки нереста у производителей, а в естественных условиях перемещая плоты с коллекторами устриц, мидий и другими объектами выращивания в наиболее теплые или кормные зоны, повышать рост и тем самым сокращать период выращивания товарной продукции. Иногда нужно задерживать рост. Например, в Японии плоты с коллекторами устриц на некоторое время перемещают из сублиторальной зоны в литоральную, где моллюски в период отлива запирают раковину почти на 12 ч, при этом не питаются, а значит, и хуже растут. В литоральной зоне их выдерживают в течение зимы, а весной перемещают в наиболее кормные участки, и к лету устрицы подрастают до товарной массы.

Двустворчатые моллюски питаются фитопланктоном, бактериями и детритом. Очень требовательны к размерам и качеству пищевых водорослей личинки моллюсков, размеры которых 100–160 мкм. Например, личинки черноморской устрицы могут питаться только микроводорослями с мягкой оболочкой размером 2–4 мкм – это жгутиковые водоросли монохризис, изохризис и др.

У мидий и устриц теплых зон оптимальными температурами являются 20–25 °С. В естественных и искусственных условиях температурный оптимум фильтрации может не совпадать, если различны другие факторы среды (соленость, освещенность и др.). Наиболее интенсивно многие моллюски фильтруют летом, когда устанавливается температура воды, близкая к оптимуму, и продолжительность фильтрации увеличивается до 12–16 ч в сутки.

В репродуктивном цикле двустворчатых моллюсков, как и у иглокожих, выделяют три периода: нерест; перестройка половой системы и перестройка пола; гаметогенез. Наиболее длительным является период гаметогенеза. Иногда почти в течение всего года идут процессы формирования половых продуктов, обеспечивающие высокую плодовитость (например, за счет порционного или повторного нереста особей). Но обычно формирование половых продуктов протекает зимой и ранней весной, нерест – летом (у мидий в Баренцевом море) или ранней весной (у мидий, обитающих у берегов Испании и Черного моря). Перестройка гонад

и смена пола происходят после нереста – осенью и частично зимой. В некоторых случаях полезно сокращать период гаметогенеза, чтобы максимум энергии моллюсков расходовался на пластический обмен – прирост массы тела.

Для двустворчатых моллюсков характерны малые размеры яиц–50–200 мкм, большая плодовитость – от сотен тысяч до сотен миллионов яиц, выметываемых в течение года одной самкой, оплодотворение наружное (мидии) или в мантийной полости (устрицы), короткий период развития эмбрионов, высокая синхронность нереста особей данной популяции, наличие пелагической личинки (велигер), питающейся фитопланктоном 2–4 недели.

Пелагические личинки способствуют расселению малоподвижных моллюсков, и этот период в их жизненном цикле называется стадией расселения. Очень важно знать сроки размножения объектов культивирования, так как они позволяют определить время оседания личинок на коллекторы, сбора молоди и появления жизнестойкой молоди, прошедшей метаморфоз. Сроки размножения зависят от происхождения объекта и величины ареала обитания. Так, гребешок, обитающий в Баренцевом море, арктическо-бореальный вид, начинает размножаться в июне – июле. Съедобная мидия размножается в этом море в июле – августе, а другие ее популяции, обитающие вдоль Атлантического, побережья Европы, размножаются в другие месяцы, но сохраняют константные требования к нерестовым температурам и начинают размножаться при 8–10 °С. С учетом этих сроков выставляют коллекторы для сбора оседающих личинок – великонхов. От сроков оседания зависит длительность благоприятного для роста моллюсков сезона. Обычно температура, способствующая интенсивному росту бореальных видов, выше нерестовой, и потому объекты, размножающиеся ранней весной, растут интенсивно летом и более удобны для культивирования, чем виды с летне-осенним нерестом.

2. Выращивание мидий

Мидии семейства *Mytilidae* широко распространены в Северном полушарии, и многие их виды являются объектами промысла, так как это ценные пищевые продукты. Наиболее популярной является обыкновенная, или съедобная, мидия – *Mytilus edulis*, которая обитает в Атлантическом океане, а также *M. galloprovincialis*, обитающая в Средиземном, Черном и Азовском морях. Свои массовые поселения мидии образуют в литоральной и сублиторальной зонах до глубины 50 м. Субстратом для нее являются скалы, камни, к которым мидия прикрепляется биссусом. Отдельные особи, срастаясь друг с другом, образуют так называемые щетки, или друзы. Массовые поселения мидий на шельфе называют банками. Плотность мидий в таких поселениях достигает нескольких тысяч экземпляров на квадратный метр, а биомасса – нескольких десятков килограммов.

Раковина у мидий удлиненной и клиновидной формы, макушка сдвинута на передний заостренный конец. Окраска ее темная, часто почти черная с синим оттенком. Внутренняя поверхность покрыта перламутровым слоем. Имеется несколько мелких замковых зубчиков, зияние раковины слабое, и сквозь него проходит плотный пучок нитей биссуса. Нога маленькая пальцеобразная, используется для передвижения только молодыми особями, а прикрепившиеся взрослые в благоприятных условиях остаются в течение всей жизни (6–14 лет) на одном месте.

Мидии – фильтраторы. Фильтруя, мидии извлекают из воды минеральные и пищевые частицы – остатки растительного и животного происхождения (детрит) и мелкий зоопланктон. Таким образом, банки мидий, или их большие поселения, представляют собой мощный биофильтр, всасывающий из окружающей среды массу взвесей минерального и органического происхождения.

Мидии раздельнополы, половозрелыми они становятся при длине около 30 мм в возрасте 1–2 года. У самцов съедобной мидии мантия имеет кремовый, а у самок – оранжево-красный цвет. Плодовитость съедобной мидии очень велика, самка одновременно выбрасывает от 5

до 12 млн. яиц. Размножаться они начинают при температуре не ниже 7 °С, а пик размножения приходится на 10–12 °С. Оплодотворение внешнее. Развитие длится 30–48 ч. Из яйца появляется личинка трохофора, которая спустя два дня превращается в личинку велигер (парусник), а затем в великонх. Длина велигера 80–148 мкм, а великонха–250–300 мкм. Перед оседанием длина великонха около 350 мкм и высота 304 мкм. Раковина становится треугольной, темнеет до коричневой. В зависимости от температуры воды личинки остаются и развиваются в воде в течение 2–4 недель, затем оседают, имея размер 0,4–1 мм. Массовое оседание личинок происходит до глубины 50 м, однако уже на глубинах более 20 м численность их резко сокращается. При обильном оседании молоди ей не хватает корма и она плохо растет, а часть погибает.

Мидий можно выращивать на грунте, бревнах и плотках. На грунте мидий выращивают во многих странах Европы. При этом способе молодь в районах нереста собирают с помощью специальных судов, оборудованных 2–4 драгами. Одна драга может собрать 500 кг мидиевого шпата. Собранных мидий помещают на выростные участки размером 200 × 500 м. Плотность посадки шпата составляет не более 8 кг/м². Выращивание длится 2–3 года.

Метод выращивания мидий на бревнах широко применяется в отливно-приливной зоне. Здесь устанавливают ряды бревен высотой 4–5 м и диаметром 35 см, которые служат коллекторами для оседания личинок мидий. Оседание происходит в апреле – мае, а к концу первого лета молодь достигает размера 20 мм. Нижние, свободные от молоди части столбов переплетают ветками ивы или каштана, оставляя свободным пространство ближе ко дну.

Молодь мидий начинают снимать в августе и продолжают съем до декабря. Затем молодь помещают в синтетические сетчатые мешки высотой 5 м и диаметром 10 см, которыми в виде спиралей обвивают бревна, расположенные в местах больших колебаний уровня воды. Здесь мидий содержат до достижения товарного размера. Для сбора шпата мидий применяют также устройства типа стеллажей, на которые в несколько слоев натягивают веревки диаметром 1 см и длиной 50 м. В южных районах их выставляют в феврале–апреле, и они быстро заселяются личинками. Осевшая на веревки молодь интенсивно растет и к середине июля бывает готова для пересадки на бревна, расположенные в зоне больших приливных колебаний уровня моря. Веревки разрезают на куски по 2,5–3 м, которыми по спирали обвивают бревна. К концу второго лета мидии достигают товарного размера 40–50 мм. На столбах мидии защищены от хищников (морских звезд, крабов) и паразитов. Однако рост мидий на столбах замедляется из-за того, что значительную часть суток они остаются в зоне отлива и не питаются.

Наиболее эффективно выращивание мидий на плотках. Этот метод широко внедряется в практику хозяйств во многих странах мира. Молодь мидий закрепляют на веревках, которые затем переносят на плоты для выращивания этих моллюсков до товарного размера. Плоты поддерживаются плавучими устройствами из дерева или полистирола. По верху плота набивают планки (50 × 100 мм), на которые крепят коллекторы. Плот размером 18 × 18 м может держать до 500 коллекторов с мидиями. Плоты больших размеров могут держать до 1000 коллекторов. Эти плоты устойчивы на сильном течении. В защищенной зоне плот ставят на якорь массой 20 т, что позволяет плоту свободно перемещаться в зависимости от ветра и течений, а мидиям использовать большой полигон для питания. В открытых районах плоты ставят на два якоря, расположенных по диагонали. Культивирование мидий на плотках имеет ряд преимуществ перед другими методами, так как исчезает зависимость от качества грунта, лучше используются кормовые ресурсы, мидии хорошо защищены от донных хищников и не подвергаются заилению и заражению паразитическими организмами. Однако имеются и отрицательные стороны у такого способа выращивания – у мидий возникает конкуренция с организмами-обрастателями. Урожай собирают с судов, оборудованных краном с металлической корзиной, которую под связки мидии подводит аквалангист. Урожай с одного плота может достигать 90 т.

Продуктивность поселений мидий определяется условиями среды и методом выращивания. На естественных банках выход мяса мидий составляет 150–400 кг/га в сырой массе. При

выращивании на бревнах можно получить 5 т, на грунте–12–25, а на плотках–до 150 т мяса мидий с гектара.

Мясо мидий содержит до 12 % белка, в котором имеются все незаменимые аминокислоты, не содержит механических включений и аккумулирует меньшие количества загрязняющих веществ. И все же при определении пригодности пищевого продукта, существенное значение имеет санитарное состояние водоема и самих мидий, поэтому товарных мидий, как и устриц, перед продажей выдерживают в бассейнах для очистки.

В России, в Баренцевом и Белом морях, выращивают съедобную мидию (*M edulis*). Для сбора шпата в зоне сублиторали выставляют 2–3-метровые коллекторы, представляющие собой поводцы из капроновой дели, закрепленные вертикально. В сезон размножения мидий (июль – август) на каждый метр коллектора в среднем оседают до 10 000 личинок размером 0,35 мм. На коллекторах мидии питаются круглосуточно и растут более интенсивно, чем в естественных условиях. Так, длина годовиков на коллекторах достигает 22–38 мм, а в естественных условиях – 8–12 мм. С 1 га выростной площади можно получать около 60 т мяса. Продолжительность выращивания составляет 3–4 года.

3. Выращивание морских гребешков

В мировой добыче двустворчатых моллюсков морские гребешки занимают третье место после устриц и мидий. Мясо морских гребешков, точнее, их крупный мускул–замыкатель, а иногда и мантия являются вкусным и лакомым блюдом. В настоящее время почти во всех странах мира гребешки употребляют в пищу как в свежем, так и в мороженом, консервированном и сушеном виде.

Распространены почти во всех морях и океанах. На прибрежных мелководьях Японского моря (до глубины около 50 м) от Кореи до Сахалина обитают дальневосточные гребешки: крупный (до 20 см) приморский промысловый гребешок – *Patinopecten yessoensis* и очень красивый гребешок Свифта – *Chlamys (Swiftopecten) swifti*. В Беринговом, Охотском морях и в южной части Чукотского моря обитает берингоморский гребешок (*Chlamys beringianus*). В Черном море водится черноморский гребешок – *Chlamys glabra ponticus*.

Гребешки имеют округлую раковину с прямым замочным (спинным) краем, выдающимся по бокам в виде угловатых выступов. Верхняя створка более уплощенная, а нижняя – более выпуклая. Раковина украшена радиальными или концентрическими ребрами.

Гребешки питаются детритом и мелкими планктонными организмами, извлекая их из воды и засасывая в мантийную полость. Места обитания приурочены в основном к песчаным и илисто-песчаным грунтам на глубинах от 3 до 80 м. У морских гребешков, как и у других моллюсков, много врагов, из которых самыми опасными являются морские звезды и донные осьминоги. Кроме того, в раковины гребешков проникают сверлящие губки, на створках селятся водоросли, мшанки и другие беспозвоночные, затрудняющие передвижение моллюсков.

Основным объектом выращивания на Дальнем Востоке является приморский гребешок (*Patinopecten yessoensis*). Отдельные его особи живут 15–16 лет и достигают длины 18–20 см. Однако такие особи попадаются редко, обычно в уловах встречаются особи в возрасте 7–9 лет. Половая зрелость наступает на третьем году жизни при размере 9–10 см. Размножаются морские гребешки в июне – июле при температуре воды 9–12°C и выше. Средняя плодовитость от 30 до 150 млн. яиц. Икра пелагическая, оплодотворение внешнее, инкубационный период длится несколько часов, но выклюнувшиеся личинки живут в толще воды от 25 до 40 сут. В это время наблюдается наибольшая смертность потомства. После завершения личиночного этапа велигер оседает на субстрат, превращаясь в молодого гребешка (малька). Достигнув размера 5–12 мм, молодь открепляется от субстрата и оседает на грунт. Промысловых размеров (10–12 см) гребешок достигает в возрасте 3–4 лет.

Сбор и предварительное подращивание шпата гребешка размером 5–10 мм производят в коллекторах, которые крепят гирляндой до 10 шт. на веревках диаметром около 10 мм.

Каждая такая гирлянда подвешивается на горизонтальных канатах длиной 50–200 м на расстоянии одного метра друг от друга, а горизонтальные канаты протягивают на расстоянии

5 м друг от друга. На площади 1 га рекомендуется ставить 20 таких канатов с 2 тыс. гирлянд, на которых закреплены 20 тыс. коллекторов. Коллектор состоит из оболочки и наполнителя. Оболочка – мешочек, сшитый из капроновой дели или отрезка сетного рукава из полиэтиленовой нити. Размер мешка 30 × 70 см.

Наполнитель – отрезок сетного рукава длиной 150 см. Он служит для увеличения поверхности оседания. Наполнитель укладывается в оболочки в виде гармошки. Его объем становится достаточным, когда коллектор принимает цилиндрическую форму. Укладка наполнителя гармошкой препятствует слипанию стенок мешочка при хранении.

Готовые коллекторы связывают поводком в гирлянду. В гирлянде 10 пар коллекторов, подвязанных к поводку попарно или поочередно через 50 см. Количество осевшего шпата на один коллектор составляет 250–1300 экз., что в пересчете на гирлянду составляет 2,5–13 тыс. экз. Наибольшее оседание гребешка наблюдается на глубине 6–10 м. Коллекторы устанавливают за 5–10 сут до начала оседания личинок гребешка на субстраты в местах их наибольшей концентрации. При нормальной численности личинок в море перед оседанием расчетная величина сбора шпата размером 5–10 мм с одного коллектора должна быть равной 1000 экз., а с 1 га – 20 млн. экз.

Для дальнейшего подращивания шпат из коллекторов в августе – сентябре пересаживают в выростные садки диаметром 40 см по 100–200 экз. на садок. Садки так же, как и коллекторы подвешивают гирляндой по 1 шт. на горизонтальные канаты – на 1 га 20 тыс. гирлянд. Следовательно, собранный с 1 га шпат в количестве 20 млн. экз. должен быть отсажен по меньшей мере в 1 млн. садков на плантации площадью 5 га. К маю следующего года, когда молодые гребешки достигают длины 30–40 мм, их высаживают на грунт естественных полигонов на глубину 5–30 м из расчетов 30–50 экз./м². Здесь они растут в течение 3–3,5 лет до промысловых размеров 10–12 см.

Молодь можно выращивать в садках до товарного размера также примерно 3–3,5 года, только последние 1–1,5 года плотность посадки гребешка не должна превышать в садках 20 экз./м². Выживание молоди размером 30–40 мм, выращиваемой на полигонах до товарного размера, составляет 40–50 %, а в садках – около 85 %.

III. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3. 1. Тематический план проведения лабораторных учебных занятий

№ п.п	Тема	Количество часов
1	Питательные среды для культивирования водорослей	2
2	Определение биомассы и урожайности водорослей на примере хлореллы	2
3	Изучение методов и оборудования для культивирования <i>Artemia salina</i>	2
4	Декапсуляция цист <i>Artemia salina</i> . Определение процентного содержания активного хлора в хлорсодержащем реагенте	2
5	Изучение условий инкубации яиц <i>Artemia salina</i> и их культивирование	2
6	Расчет потребности в цистах артемии	2
7	Приготовление питательных сред для культивирования инфузорий	2
8	Коловратки – стартовый корм для рыб	2
9	Изучение культуральных сред для культивирования дафний	2
10	Системы культивирования в зависимости от входящих в культуру и выходящих из нее компонентов	2
11	Культивирование маточной культуры <i>D. magna</i>	2
12	Изучение условий культивирования красного калифорнийского червя	2
13	Питательные среды и культивирование белого энхитрея (<i>Enchytraeus albidus</i> H.)	2
14	Биологические особенности развития и культивирования гриндальского червя (<i>Enchytraeus buchhoizi</i>)	2
15	Технология культивирования трубочника (<i>Tubifex tubifex</i>)	2
16	Культивирование аулофоруса (<i>Aulophorus furcatus</i>)	2
17	Подготовка и приготовление питательных сред для культивирования нематод	2
18	Биология развития дрозофилы как объекта культивирования	2
19	Систематика и особенности внешнего строения речных раков	2
20	Изучение биологических особенностей длиннопалого рака	2
21	Методы определения численности раков в водоемах. Мечение раков	2
22	Техника добычи и транспортировки раков	2
23	Болезни и враги речных раков	2
24	Основные технологии культивирования раков. Расчет мощности ракопитомника	2
25	Изучение методов и способов культивирования бурых морских водорослей	2
26	Изучение методов и способов культивирования красных морских водорослей	2
27	Изучение методов и способов культивирования зеленых морских водорослей	2
28	Технология культивирования гигантской пресноводной креветки	2
29	Технология культивирования <i>Penaeus japonicus</i>	2
30	Технология культивирования устриц	2
31	Изучение технологий культивирования мидий	2
32	Технология культивирования морских гребешков	2
33	Технология культивирования гидробионтов в зоне искусственного рифа	2

3. 2. Методические указания и задания для лабораторных занятий

Тема 1. ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИКРОВОДОСЛЕЙ

Цель занятия: изучить питательные среды для культивирования микроводорослей и овладеть методикой их приготовления.

Материалы и оборудование: стеклянные закрывающиеся емкости на 1 л, культура хлореллы, реактивы для приготовления питательных сред, дистиллированная вода, аналитические весы, микроскопы, предметное и покровное стекла, пинцеты, стеклянные палочки-лопаточки, мерная кружка.

Задание: 1) рассмотреть и зарисовать хлореллу; 2) изучить состав различных питательных сред; 3) приготовить различные питательные среды и внести культуру хлореллы; 4) законспектировать, пользуясь методическими указаниями и рекомендуемой литературой, состав питательных сред и методику их приготовления; 5) изучить оборудование для культивирования микроводорослей.

Хлорелла – одноклеточная водоросль, широко распространенная в природе. Для массового культивирования применяют в основном *Clorella vulgaris*, *Clorella purenoidosa*.

Хлорелла относится к числу просто организованных одноклеточных зеленых водорослей.

Клетки мелкие – от 2 до 10 мкм. Размножение бесполое. При благоприятных условиях новые клетки из материнской образуются через 6–8 часов и водоросль может создавать большую биомассу, богатую различными питательными веществами. Хлорелла содержит около 50 % белка, хотя его количество может варьировать в зависимости от условий культивирования и в первую очередь от освещения и состава питательной среды. Жира содержится от 7 до 20 %, углеводов (в основном за счет гемицеллюлозы и крахмала) – до 20 %, золы – до 12 %. В состав клеток входят 23 аминокислоты. Особенно много в клетках хлореллы витаминов группы В, С, РР, Е, Д, а также каротина.

Хлорелла – типичный фотоавтотроф, развивающийся только при естественном или искусственном освещении на жидкой минеральной питательной среде, содержащей азот, фосфор, серу, железо, магний и другие макро- и микроэлементы, при постоянной подаче углекислого газа и отводе образующегося кислорода.

Необходимым условием является поддержание температурного режима и величины рН питательной среды. В зависимости от температуры штаммы хлореллы делят на термофильные, мезофильные и криофильные. Для термофильных оптимальная температура выращивания составляет 35–37 °С, для мезофильных – 25–27 °С, для криофильных – 10–15 °С.

Величина рН в процессе культивирования должна поддерживаться в диапазоне 5,5–6,5. Коррекция производится фосфорной и азотной кислотой при повышении рН, раствором гидрата окиси калия при понижении рН.

Так как углекислый газ является основным, а иногда и единственным поставщиком углерода, то интенсивно хлорелла может развиваться только при достаточном для этого процесса количестве углекислого газа, растворенного в питательной среде.

Мелкие промышленные установки и лабораторные культиваторы обычно используют баллонный углекислый газ, который подается в виде смеси с воздухом при содержании 2–5 % углекислоты или в чистом виде. Также одним из важнейших факторов процесса культивирования хлореллы является световой фактор. Только в условиях освещения в хлорелле из неорганических веществ, углекислоты, воды, минеральных компонентов синтезируются белки, жиры, витамины и углеводы.

Для выращивания хлореллы можно использовать прудовую воду, воду ручьев и колодцев. Наиболее пригодной является колодезная вода, так как в ней содержится достаточно растворимых микроэлементов и очень мало микроорганизмов. Водопроводную воду использовать нежелательно, так как в ней много хлора.

Хлореллу можно выращивать как на минеральных средах, так и на средах естественных органических удобрений, можно использовать отходы животноводческих и птицеводческих комплексов, а также бытовые и промышленные сточные воды.

Для культивирования водорослей существует много питательных сред, основными элементами которых являются N, P, S, Mg, Fe. Независимо от применяемой среды особое внимание при выращивании водорослей должно быть обращено на азотное и фосфорное питание.

Питательные среды, предназначенные для автотрофного культивирования микроводорослей, представляют собой комбинации растворов солей и содержат необходимые для нормального развития элементы.

Наряду с неорганическими солями, в качестве источника азота используются мочевины, а также добавки биологически активных веществ.

Оптимальной считают среду, химический состав которой наиболее полно удовлетворяет физиологические потребности культуры. Основное требование, предъявляемое к среде заключается в том, чтобы концентрация питательных элементов в результате не лимитировала скорость биосинтеза клеток.

Различные систематические группы микроводорослей имеют неодинаковый биохимический состав, что отражается и на потребности различных водорослей в макро- и микроэлементах. Достаточное обеспечение водорослей биогенами является обязательным условием успешного ведения процесса культивирования. От условий минерального питания зависит как интенсивность роста, так и направленность биосинтеза культуры.

Для обеспечения роста и нормального химического состава микроводорослей требуется наличие в среде в доступной форме 10–20 минеральных элементов (количество необходимых элементов варьирует в зависимости от вида водорослей). Питательные элементы делятся на макро- (они используются клеткой прямо или косвенно в качестве основного строительного материала) и микроэлементы (они входят в состав ферментов, пигментов и необходимы для осуществления некоторых процессов в клетке).

Элементы N, P, Mg, K, S, Fe, Cu, Ca, Mn и Mo являются необходимыми для всех водорослей. Для некоторых видов водорослей K и Ca могут быть заменены на Na и Mg.

Исследование потребности хлореллы в элементах питания на средах, сбалансированных по макро- и микроэлементам, показало, что на 1 кг сухой биомассы водорослей приходится 90–100 г N, 8–10 г K, 6–8 г P, 4–5 г Mg, 5–6 г S, 300–400 мг Fe, 30–50 мг Mn, 3–5 мг Cu, 15–30 мг Zn, 0,4–0,5 мг Mo. Эти данные можно использовать для расчета потребности хлореллы в элементах питания на сбалансированных питательных средах.

По соотношению катионов и анионов, пропорции элементов и близости к элементарному составу клеток культивируемых микроводорослей различают несбалансированные и сбалансированные среды.

Примером несбалансированной среды служит среда Тамия, в которой в качестве источника азота используется нитрат калия. Поскольку для синтеза своей биомассы микроводорослей требуется азота намного больше, чем других элементов, то от источника азота зависит в большей степени изменение pH питательного раствора. Причина дисбаланса среды Тамия заключается в начальном избытке ионов калия, который усиливается в процессе культивирования. Поскольку нитрат калия – щелочная соль, выращивание микроводорослей на среде Тамия сопровождается повышением pH раствора, накоплением в нем карбонатных и бикарбонатных ионов. Повышение pH приводит к выпадению в осадок P и Mg, т. е. культивирование на среде Тамия приводит к значительному изменению начального соотношения ионов, дефициту одних элементов и избытку других. По мере снятия части урожая биомассы и добавления в фоновый раствор новых порций среды этот дисбаланс усиливается, что при длительном культивировании приводит к значительному угнетению роста водорослей.

К сбалансированным средам относится сбалансированная среда № 3. Она обеспечивает интенсивный рост хлореллы без существенных изменений pH питательного раствора. Все макроэлементы используются более или менее одновременно.

Самыми распространенными являются следующие среды: Кнопа, Пратта, Тамия, Майерса, ЛГУ, Ягужинского, сбалансированная № 3 (табл. 9).

Таблица 9. Рецепты питательных сред для водорослей, г/л

Вещество	Среды						
	Кнопа	Прата	Тамия	Майерса	№ 3	Ягужинского	ЛГУ
$Ca(NO_3)_2$	0,25	—	—	—	—	—	—
$CaCl_2 \times 2H_2O$	—	—	—	—	—	—	—
$MgSO_4 \times 7H_2O$	0,06	0,01	2,5	1,204	0,75	0,1	0,3
K_2HPO_4	—	0,01	—	—	—	—	0,3
KH_2PO_4	0,06	—	1,25	1,224	1,5	—	—
KCl	0,08	—	—	—	—	—	—
KNO_3	—	0,1	5,0	1,213	—	0,5	2
NH_4NO_3	—	—	—	—	—	—	—
NH_2CONH_2	—	—	—	—	0,3	—	—
$FeSO_4 \times 7H_2O$	—	—	0,003	—	—	0,002	—
$Fe_2(SO_4)_3$	—	—	—	0,0747	—	—	—
$FeCl_3$	Следы	Следы	—	—	Следы	—	—
Раствор микроэлементов	—	—	0,0001	0,00005	—	—	0,00005
ЭДТА	—	—	0,037	—	—	—	0,01

Примечание. Раствор микроэлементов: H_3BO_3 – 2,86 г/л; $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ – 1,81 г/л; $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ – 0,222 г/л; MoO_3 – 176,4 мг/10 л; NH_4VO_3 – 229,6 мг/10 л.

В рыбоводстве на суспензии хлореллы выращивают многих беспозвоночных, которые в дальнейшем используются для кормления рыб.

Контрольные вопросы

1. Какие штаммы хлореллы используются для массового культивирования?
2. Каковы оптимальные температура и pH для выращивания хлореллы?
3. Чем производится коррекция pH среды?
4. Перечислите основные питательные среды для культивирования микроводорослей.
5. Каковы достоинства и недостатки открытых и закрытых культиваторов?

Тема 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОМАССЫ И УРОЖАЙНОСТИ НА ПРИМЕРЕ ХЛОРЕЛЛЫ

Цель занятия: овладеть методикой определения биомассы и урожайности водорослей.

Материалы и оборудование: культивируемая культура *Clorella*, счетная камера Горяева, микроскоп, предметные и покровные стекла электронные весы, дистиллированная вода, бюксы, мерная кружка.

Задание: 1) изучить способы определения биомассы и урожайности водорослей; 2) определить урожайность хлореллы методом прямого подсчета клеток в камере Горяева; 3) определить сухое вещество клеток весовым методом; 4) законспектировать, пользуясь методическими указаниями и рекомендуемой литературой, методики определения биомассы и урожайности водорослей.

Интенсивность биосинтеза количественно выражается продуктивностью микроводорослей в граммах на единицу объема или площади за единицу времени. Существуют несколько способов оценки урожая микроводорослей:

- подсчет клеток в счетной камере под микроскопом;
- весовое определение биомассы;
- измерение оптической плотности суспензии.

Иногда используют два или более метода оценки урожая одновременно. Определение биомассы по оптической плотности производят при помощи датчиков оптической плотности непрерывного и дискретного действия. Часто в качестве датчика используют фотоэлектроколориметры с зеленым светофильтром, иногда с некоторыми конструктивными изменениями. Полученные в результате измерений величины экстинкции по калибровочной кривой переводят в число клеток в миллилитре суспензии (для каждой культуры существует своя калибровочная кривая соотношения оптической плотности и сухой массы клеток).

Чаще всего для определения биомассы и урожайности водорослей используют метод прямого подсчета водорослевых клеток в определенном объеме суспензии, хотя по причинам объективного и субъективного характера ошибка при подсчете составляет 10–15 %. Поскольку в зависимости от условий выращивания размер водорослевых клеток может сильно варьировать, целесообразно метод прямого подсчета подкреплять определением сухой биомассы клеток.

Микроскопирование культуры для подсчета клеток проводят при окуляре $7^{\times}$ и объективе $20^{\times}$, используя специальные счетные камеры (Горяева, Тома, Фукса – Розенталя, Бюркера и др.).

При густом росте суспензию разбавляют в 10–15 раз дистиллированной водой. Среднее число клеток в одном квадрате умножают на разведение. Число клеток водорослей записывают по форме, представленной в табл. 10.

Таблица 10. Среднее число клеток в пробе

Номер пробы	Повторность	Число клеток в квадратах										Среднее число клеток в одном квадрате
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	1											
	2											
	3											
Среднее число клеток в пробе из трех повторностей												

Число выросших клеток микроводорослей учитывают в 1 мл культуры. Для этого среднее число клеток в пробе делят на 2 и умножают на 10^4 . Подсчет проводят в трех повторностях и за конечный результат принимают среднее число клеток.

Сухое вещество клеток суспензии определяют весовым методом, для этого 20–40 см³ суспензии центрифугируют в течение 10 мин при скорости 3–4 тыс. об/мин. После слива жидкости в центрифужный стакан с осадком добавляют при тщательном перемешивании в два приема 20–40 см³ воды и снова центрифугируют. Фугат сливают, а осадок с небольшими порциями дистиллята переносят в доведенные до постоянного веса бюксы, которые помещают в термостат и доводят при постоянной температуре (80–105 °С) до постоянного веса. Содержание сухого вещества выражают в миллиграммах на литр суспензии.

Величины урожайности, приводимые разными авторами, сильно варьируют (7,7–16 г/м²), что объясняется неидентичностью условий выращивания, использованием различных штаммов одного и того же вида водорослей, конструктивными различиями установок при культивировании, разными сроками выращивания, режимом культивирования и применявшимися питательными средами.

Контрольные вопросы

1. Какие существуют способы оценки урожая микроводорослей?
2. Как проводится определение биомассы по оптической плотности суспензии?
3. В чем сущность метода прямого подсчета водорослевых клеток?
4. Как осуществляется весовой метод определения биомассы микроводорослей?

Тема 3. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ АРТЕМИИ САЛИНА

Цель занятия: изучить способы и устройства для инкубации яиц артемии салина.

Материалы и оборудование: рисунки, плакаты, аппарат Вейса.

Задание: 1) изучить биологическую характеристику артемии салина; 2) рассмотреть и зарисовать рачка артемии салина; 3) ознакомиться с устройством аппаратов для инкубации яиц артемии салина; 4) рассмотреть и зарисовать аппараты для промышленного получения науплиусов артемии салина.

Одним из самых распространенных и универсальных видов живого корма является листонгий рачок *Artemia salina*. Он обладает высокой калорийностью и содержит все необходимые питательные вещества. Его широко используют в качестве стартового корма для личинок многих видов рыб. В водоемах разных климатических зон имеются большие запасы яиц артемии. Существуют определенные методики сбора, хранения, а также инкубации яиц и использования рачков в кормовых целях.

Взрослые рачки имеют вытянутую форму тела и достигают длины 10–15 мм (рис. 22).

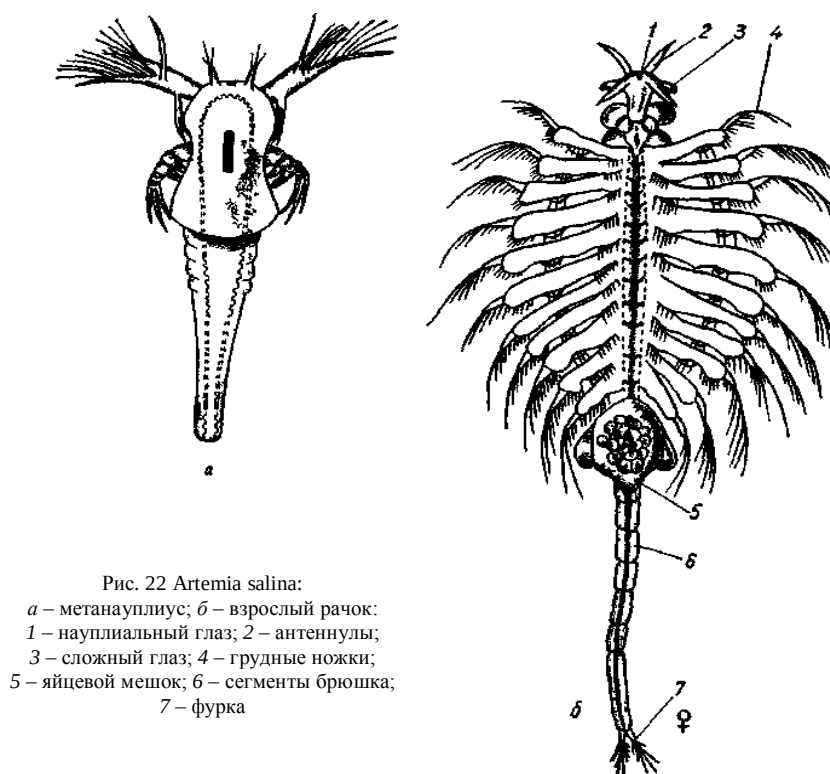


Рис. 22 *Artemia salina*:

a – метанауплиус; *б* – взрослый рачок;
1 – науплиальный глаз; 2 – антеннулы;
3 – сложный глаз; 4 – грудные ножки;
5 – яйцевой мешок; 6 – сегменты брюшка;
7 – фурка

Тело разделено на три отдела: грудь, голову и брюшко. На голове имеется один непарный (науплиальный) глаз и два больших сидящих на стебельках сложных глаза, антеннулы и антенны и ротовые части. Грудной отдел состоит из одиннадцати сегментов, на каждом из которых находится по паре листовидных ножек. Наружные придатки грудных ножек выполняют дыхательную функцию, внутренние – служат для движения и отфильтровывания пищи. Брюшко состоит из 8 сегментов и не имеет конечностей. Первые два сегмента брюшка слиты в один половой сегмент, на котором у самок находится яйцевой мешок, а у самцов – совокупительный орган. Брюшко заканчивается концевой пластинкой, от которой отходят две ветви – фурки, оперенные многочисленными щетинками.

Окраска рачков определяется характером потребленной пищи, а также концентрацией растворенного в воде кислорода и варьирует от зеленоватой до красной.

Обычно яйца артемии инкубируют в 3–5%-ном растворе хлорида или сульфата натрия. Для инкубации яиц необходимо высокое содержание кислорода в воде, которое обеспечивается непрерывной продувкой солевого раствора с содержащимися в нем яйцами воздухом или кислородом. Плотность загрузки инкубационных устройств при хорошей аэрации может достигать 10 г сухих яиц на 1 л инкубационной среды.

Для инкубации яиц артемии салина предложены различные способы и устройства (рис. 23). Главная трудность заключается в разработке приспособлений для отделения науплиусов от пустой скорлупы и не вылупившихся яиц.



Рис. 23. Емкости для инкубации яиц артемии

Наиболее пригодны для массового инкубирования аппараты, в которых процесс инкубации и отделение выклюнувшихся науплиусов от скорлупы и яиц происходит в одной и той же емкости (обычно в стеклянных сосудах различного типа). В качестве примера можно привести инкубатор Хаслина (рис. 24, *а*; 24, *б*), в котором отделение науплиусов от скорлупы и яиц происходит по разности удельных весов в одном и том же сосуде. Более легкая скорлупа всплывает на поверхность, непродуктившиеся яйца опускаются в нижние слои, а науплиусы плавают в толще воды в средней части инкубатора.

Инкубатор состоит из сосуда, имеющего форму перевернутого конуса. В нижнюю часть сосуда через горловину входит воздуховод, заканчивающийся диффузором, наружный конец воздуховода соединен с компрессором. Инкубационный сосуд в рабочем положении устанавливается на стойке и закрывается крышкой с отверстиями для выхода воздуха. Перед началом инкубации яиц сосуд заливают солевым раствором, близким по составу к морской воде.

После включения компрессора воздух по воздуховоду попадает в диффузор и переходит в воду в виде мелких пузырьков, которые помимо аэрации поддерживают яйца во взвешенном состоянии и не позволяют им опускаться на дно сосуда. После 48 ч инкубации и выключения компрессора скорлупа яиц всплывает на поверхность, непродуктившиеся яйца оседают на дно между диффузором и стенками сосуда. Выклюнувшиеся науплиусы находятся в толще воды.

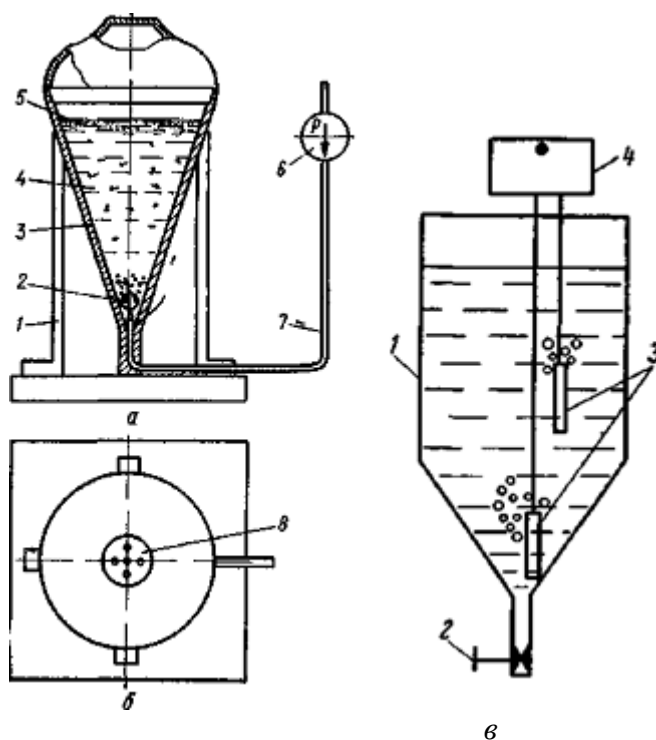


Рис. 24. Устройство для инкубации яиц артемии салина:
 а – общий вид аппарата Хаслина; б – вид сбоку: 1 – стойка; 2 – диффузор;
 3 – инкубационный сосуд; 4 – слой воды с науплиусами; 5 – поверхностный слой
 с оболочками яиц; 6 – компрессор; 7 – воздуховод; 8 – отверстия в верхней крышке инкубационного сосуда; в – аппарат Вейса: 1 – инкуба-
 ционный сосуд; 2 – сливной кран; 3 – диффузор; 4 – компрессоры

При массовой инкубации яиц артемии салина целесообразно использовать стеклянные со-
 суды типа аппаратов Вейса (рис. 24, в) емкостью 6–8 и 40 л. В аппарат Вейса заливают 3–5%-
 ный раствор сульфата или хлорида натрия, вносят яйца и включают аэрацию.

Аэрация идет при помощи компрессора, воздуховода и диффузора. Воздуховод с диффу-
 зором вводится в сосуд сверху, причем диффузор опускается в нижние слои раствора соли.
 Яйца сначала всплывают на поверхность, а затем по мере набухания опускаются в толщу во-
 ды и там постоянно перемешиваются при помощи барботажа воды сжатым воздухом. После
 окончания инкубации и выклева науплиусов (48 ч) диффузор извлекают из сосуда, а его со-
 держимое сливают через сачок из мельничного газа № 60 и переносят в такой же аппарат с
 пресной водой, где происходит разделение науплиусов и яиц.

Средний суточный съем науплиусов составляет 9–10 г/л. В пересчете на общепринятую
 единицу продуктивности культуры живых кормов это составит 9–10 кг/м³ в сутки.

При хорошем качестве яиц суточный съем достигает 25 г/л, а отношение массы яиц к мас-
 се науплиусов равно 1:2.

Успех инкубации зависит от комплекса методических приемов, составляющих единую
 биотехнику массового получения науплиусов этого рачка для кормления личинок рыб на
 ранних стадиях развития. Эффективность использования этого живого корма зависит от пра-
 вильного сбора, очистки, хранения и активации яиц и на последнем этапе – от конструктив-
 ных особенностей инкубационных аппаратов и технологии инкубации.

Контрольные вопросы

1. Биологическая характеристика *Artemia salina*.
2. Назовите аппараты для инкубации яиц артемии салина.
3. Как устроен аппарат Хаслина?
4. Как происходит отделение науплиусов от яиц и скорлупы при инкубировании в аппара-
 те Хаслина и в аппарате Вейса?

Тема 4. ДЕКАПСУЛЯЦИЯ ЦИСТ *ARTEMIA SALINA*. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЦЕНТНОГО СОДЕРЖАНИЯ АКТИВНОГО ХЛОРА В ХЛОРСОДЕРЖАЮЩЕМ РЕАГЕНТЕ

Цель занятия: научиться определять процентное содержание активного хлора в хлорсодержащем реагенте.

Материалы и оборудование: хлорсодержащее вещество, дистиллированная вода, 10%-ный раствор йодистого калия (KI), 15%-ный раствор серной кислоты (H_2SO_4), 0,1-нормальный раствор гипосульфита натрия, 1%-ный раствор крахмала, коническая колба, весы, пипетка, стеклянная палочка, калькулятор.

Задание: определять процентное содержание активного хлора в хлорсодержащем реагенте.

Перед инкубацией можно проводить декапсулирование цист.

Декапсуляция яиц представляет собой экзотермическую реакцию между ионами гипохлорита и веществами хориона яиц, которые под действием этих ионов окисляются.

Процедура декапсуляции включает в себе ряд последовательных операций:

- определение процентного содержания активного хлора в хлорсодержащем реагенте;
- гидратация яиц артемии;
- приготовление декапсулирующего раствора;
- обработка в декапсулирующем растворе;
- промывка декапсулированных яиц артемии и дезактивация активного хлора;
- дегидратация и хранение.

Гидратация яиц. Полное удаление хориона может быть проведено только у яиц сферической формы, которую они приобретают в процессе гидратации. У большинства рас полная гидратация яиц достигается в пресной или морской (но не выше 35 ‰) воде через 2 ч при температуре 25 °С. Время гидратации увеличивается со снижением температуры.

Гидратацию удобно проводить в таких же емкостях с коническим дном, какие применяют при инкубации. После окончания гидратации яйца процеживают через сачок из мельничного газа № 40–46 или концентрируют на сите с ячейей размером 120 мкм, дают стечь остаткам воды, а затем переносят в декапсулирующий раствор. Гидратированные яйца, которые по каким-либо причинам не могут быть немедленно декапсулированы, можно хранить в течение нескольких часов в холодильнике при температуре 0–4 °С.

Приготовление декапсулирующего раствора. Для декапсулирования яиц артемии используют гипохлорит натрия или технический гипохлорит кальция, так как он имеет более низкую себестоимость и широко применяется в качестве дезинфицирующего средства, а также ряд других препаратов.

Отечественная промышленность выпускает химикаты различных марок, содержащие активный хлор: гипохлорит натрия (хлорноватистокислый натрий), гипохлорит кальция, двухосновный гипохлорит кальция, хлорная известь.

Порцию гипохлорита кальция, содержащую 50 г активного хлора, растворяют в 1,4 л морской воды. Полученный раствор аэрируют в течение 10 мин, затем добавляют в него 40 г технического CaO. Снова аэрируют в течение 10 мин и дают отстояться в течение 10–12 ч. Сливают надосадочную жидкость и используют ее в качестве декапсулирующего раствора.

Аналогично готовится декапсулирующий раствор из гипохлорита натрия. Разница состоит лишь в том, что вместо CaO добавляют 15 г щелочи (33 мл 40%-ного раствора NaOH).

В литературе приводятся разные данные по оптимальной концентрации активного хлора (от 17 до 42 г/л), длительности декапсуляции (от 4 до 15 мин) и количеству сухих яиц на 1 л декапсулирующего раствора (80–160 г). За рубежом для декапсуляции 1 г сухих яиц используют обычно 0,5 г активного хлора и 14 мл декапсулирующего раствора.

Обработка в декапсулирующем растворе. Гидратированные, но подсушенные яйца помещают в декапсулирующий раствор, где они должны находиться постоянно во взвешенном

состоянии. Этого добиваются путем постоянного перемешивания раствора. Через несколько минут начинается реакция, которая идет с выделением теплоты, образуется пена.

О растворении хориона свидетельствует переход темно-коричневой окраски яиц в серую при использовании $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ или серой в оранжевую – при обработке гипохлоритом натрия. Декапсулирование длится 7–15 мин в зависимости от температуры раствора.

Промывка декапсулированных яиц артемии и дезактивация активного хлора. Когда хорион полностью растворится (можно видеть под микроскопом), а цвет эмбрионов перестанет меняться и температура поднимется, эмбрионы следует отфильтровать на сито с размером ячеек 120 мкм и промыть водопроводной или морской водой до исчезновения запаха хлора. Но даже при длительном промывании некоторое количество гипохлорита может оставаться на яйцах. Дезактивации остатков хлора можно достичь путем обработки яиц раствором сульфита натрия (0,5 мл 1%-ного раствора Na_2SO_3 на 100 г яиц) или тиосульфата натрия (0,5 мл 1%-ного раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ на 10 г яиц).

Декапсулированные эмбрионы, лишившись хориона, оседают на дно. Яйца, которые полностью не обработаны и сохранили остатки хориона, а значит, и плавучесть, могут быть собраны с поверхности воды. Их можно дегидратировать и хранить до того момента, когда будет производиться декапсуляция следующей партии яиц.

Декапсулированные эмбрионы могут быть использованы в пищу многими объектами аквакультуры, для чего эмбрионы надо собрать в сачок, отмыть от глицерола, метаболитов выклева, бактерий и использовать в качестве корма. Кроме того, в случае необходимости декапсулированные эмбрионы могут храниться в холодильнике несколько дней при температуре 0–4 °С. Они значительно мельче свежевыклюнувшихся науплиев, поэтому могут быть использованы личинками более ранних стадий.

Для получения живых науплиев инкапсулированные эмбрионы следует проинкубировать в оптимальных условиях. Эффект воздействия обработки в этом случае следует оценивать не только по скорости освобождения эмбрионов от хориона, но и по проценту выклева продекапсулированных яиц.

Определение процентного содержания активного хлора в хлорсодержащем реагенте.

1. Если в качестве хлорсодержащего реагента используется сухое вещество, то необходимо взвесить 0,5 г, перенести в коническую колбу и растворить в 10–15 мл дистиллированной воды. При использовании жидкого вещества необходимо отмерить 2 мл и так же перелить в коническую колбу.

2. Добавить в колбу 10 мл 10%-ного раствора йодистого калия (KI) и 10 мл 15%-ного раствора серной кислоты (H_2SO_4). Образующиеся комочки разбить стеклянной палочкой.

3. Раствор хорошо взболтать и поставить в темное место на 10–15 мин.

4. Титровать 0,1-нормальным раствором гипосульфита натрия до появления светло-желтой окраски.

5. Добавить 1 мл 1%-ного раствора крахмала и титровать до полного обесцвечивания. Заметить количество раствора гипосульфита натрия, пошедшего на титрование.

6. Содержание активного хлора рассчитать по формуле

$$\text{для сухого вещества} - C = 0,71 \cdot a;$$

$$\text{для жидкого вещества} - C = 0,177 \cdot a.$$

где C – содержание активного хлора, %;

a – количество 0,1-нормального раствора гипосульфита натрия, пошедшего на титрование, мл.

Желательно для приготовления декапсулирующего раствора использовать хлорсодержащий реагент с содержанием активного хлора не ниже 18 %.

Контрольные вопросы

1. Последовательность этапов при декапсулировании цист артемии.

2. С какой целью проводят гидратацию цист артемии?
3. Как определить, что произошло растворение хориона?
4. Каким должно быть содержание активного хлора в хлорсодержащем реагенте при приготовлении декапсулирующего раствора?

Тема 5. ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ИНКУБАЦИИ ЯИЦ *ARTEMIA SALINA* И ИХ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ

Цель занятия: изучить биотехнику получения науплиусов артемии салина, проинкубировать цисты *Artemia salina*.

Материалы и оборудование: цисты *Artemia salina*, колба, цилиндр емкостью 1 л, аэратор, нагреватель аквариумный, хлорсодержащее вещество, соль, весы, вода, 3%-ный раствор перекиси водорода, плакаты, рисунки.

Задание: 1) изучить и законспектировать, пользуясь методическими рекомендациями, основные этапы получения науплиусов артемии; 2) провести декапсулирование цист; 3) приготовить питательный раствор и проинкубировать яйца артемии салина.

Биотехника массового получения науплиусов *Artemia salina* включает следующие основные этапы: заготовку и очистку яиц; хранение; активацию; инкубацию яиц. Они тесно связаны между собой и представляют единый процесс.

Активация яиц артемии салина – основной момент биотехники массового получения науплиусов. В последние годы для активации яиц используют перекись водорода. Существует несколько способов обработки яиц перекисью:

- выдерживание яиц в течение 15–30 минут в 3%-ном растворе перекиси водорода с последующей промывкой;

- непосредственно внесение в инкубационную среду 1–3 мг/л 3 %-ной перекиси водорода.

Обычно яйца артемии инкубируют в 3–5 %-ном растворе NaCl или Na₂SO₄.

Для приготовления инкубационной среды используют поваренную нейодированную соль или природную морскую воду. Желательно добавлять 2 г технически чистого NaHCO₃ на 1 литр среды. Сода используется для увеличения буферной способности среды при инкубации яиц при высоких плотностях и для гарантии, что уровень pH не опустится ниже 8,0.

Для инкубации яиц необходимо высокое содержание кислорода в воде, которое обеспечивается непрерывной продувкой солевого раствора с содержащимися в нем яйцами, воздухом или кислородом. Плотность загрузки инкубационных устройств должна быть в пределах 4–8 г сухих яиц на 1 л инкубационной среды.

Оптимальные условия инкубации:

- температура должна быть в пределах 25–30 °C;
- постоянная освещенность 1000–2000 люкс;
- соленость 30–35‰;
- кислород 2–4 мг/л;
- pH 8–9;
- сильная аэрация.

Подготовка к инкубации и инкубация цист.

1. Сначала проводится гидратация цист. Для этого взвешивается 5 г цист и помещается в пресную воду и выдерживается при постоянном помешивании 1–2 ч.

2. Заранее готовится среда для инкубации. Для этого вода аэрируется в течение 5–10 минут, затем взвешивается 35 г нейодированной поваренной соли и растворяется в воде.

3. После гидратации цисты процеживаются через мелкую ткань. Для этих целей можно использовать медицинскую маску.

3. Для декапсуляции цисты помещаются в белизну. Время выдерживания в белизне зависит от содержания в ней гипохлорита натрия, а также от интенсивности перемешивания (1–5 мин).

4. После изменения цвета цисты фильтруются и тщательно промываются водой для удаления хлора.

5. Декапсулированные цисты помещаются в инкубационный раствор, в который добавлен 3%-ный раствор перекиси водорода в количестве 1 мл/л, устанавливается аквариумный обогреватель и аэратор.

Инкубация длится около 24–48 часов.

Контрольные вопросы

1. С какой целью проводят активацию яиц *Artemia salina*?
2. Как правильно проводить активацию цист с помощью 3%-ного раствора перекиси водорода?
3. Оптимальные условия инкубации цист артемии.

Тема 6. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОСТИ В ЦИСТАХ АРТЕМИИ

Цель занятия: научиться определять потребность в цистах артемии салина при их инкубации для кормления личинок рыб.

Материалы и оборудование: калькулятор.

Задание: 1) определить массу выклюнувшихся науплиусов; 2) рассчитать потребность в цистах артемии.

В первые дни после перехода личинок на экзогенное питание, кормление живыми кормами лучше всего осуществлять при низком уровне воды в бассейне, снижая энергозатраты молоди для поиска корма и исключая потери живых кормовых организмов с вытекающей из бассейна водой. Кормление личинок начинают с науплий артемии *Artemia*.

Для расчета потребности в цистах артемии необходимо знать массу выклюнувшихся науплиусов. Размеры выклюнувшихся науплиусов находятся в прямой зависимости от размеров яиц. При использовании науплиусов в качестве стартового корма для личинок рыб и ракообразных важно учитывать эти размеры, а также и то, что науплиусы артемии очень быстро растут и могут выйти за пределы доступности. Если личинки рыб могут потреблять более крупные формы, то рекомендуется использовать науплиусов с большим индивидуальным весом.

Подсчет массы рачков проводят двумя способами:

1) по численности и весу одного рачка. Для этого подсчитывают количество науплиусов в единице объема и во всем аппарате. Затем полученное число умножают на массу одного рачка. Массу рачка определяют по следующей формуле:

$$V = \frac{\pi}{3} \cdot h \cdot (R^2 + r^2 + R + r),$$

где V – масса рачка, мг;

h – длина науплиуса, мм;

R – $\frac{1}{2}$ максимальной ширины науплиуса, мм;

r – $\frac{1}{2}$ минимальной ширины науплиуса, мм;

π – 3,14.

2) прямым взвешиванием, предварительно удалив лишнюю влагу.

Расчет потребности в яйцах артемии. Ориентировочный расчет потребности рыбоводных хозяйств в сухих яйцах производится по следующей формуле:

$$H = \frac{k \cdot N \cdot (W_1 - W_0) \cdot 10^{-4}}{2 \cdot P},$$

где H – необходимое количество сухих яиц, кг;

k – кормовой коэффициент науплиусов;
 N – количество выращиваемых личинок рыб, экз.
 W_0 – начальная масса личинок рыб, мг;
 W_1 – конечная масса личинок рыб, мг;
 P – процент выклева яиц, %
 2 – отношение массы полученных науплиусов к массе заложенных на инкубацию яиц.
 Если яйца влажные, то их количество надо увеличить в 1,5–2 раза при влажности 30–50 %.
 Кормовой коэффициент науплиусов артемии при кормлении личинок карпа равен 2, сиговых – 4–5, осетровых – 3–4.

Контрольные вопросы

1. Чему равен кормовой коэффициент науплиусов артемии при кормлении личинок карпа?
2. Указать способы подсчета массы рачков.
3. В каком случае увеличивают необходимое расчетное количество цист артемии?

Тема 7. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕД ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ИНФУЗОРИЙ

Цель занятия: овладеть методиками культивирования инфузорий на различных средах.

Материалы и оборудование: стеклянные колбы вместимостью 0,5 и 1 л, компоненты питательных сред (вода, сено, рисовая и овсяная крупы по 50 г, цельное молоко), электроплитка, марля, фольга, стеклянные пипетки, чашки Петри, микроскопы, предметные и покровные стекла, маточная культура инфузории.

Задание: 1) рассмотреть под микроскопом и зарисовать внешний вид парамецию; 2) изучить и законспектировать методику приготовления различных питательных сред для культивирования инфузорий; 3) приготовить различные питательные среды и культивировать инфузорию; 4) сравнить продуктивность инфузорий при выращивании на различных средах.

Простейшие являются первичным живым кормом для самых мелких личинок рыб. Среди простейших инфузории – довольно крупные организмы, размеры которых обычно колеблются от 0,1 до 0,3 мм. Наиболее широко в качестве живого корма используют парамецию (*Paramecium caudatum*) (рис. 25).

Ресничная инфузория является типичным представителем класса *Ciliata* типа *Protozoa*. Она сохраняет постоянно свою форму тела благодаря тому, что наружный слой цитоплазмы плотный.

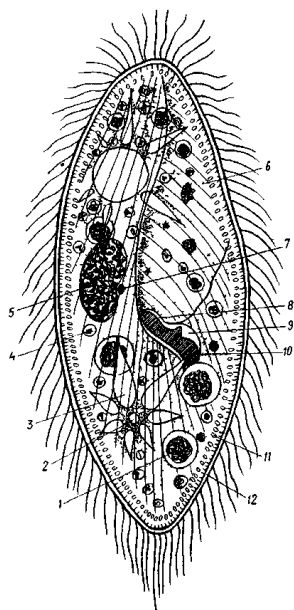


Рис. 25. Инфузория *Paramecium caudatum*:
 1 – пищеварительная вакуоль; 2 – сократительная вакуоль; 3 – приводящий канал; 4 – экскреторные тельца; 5 – макронуклеус; 6 – перистом; 7 – микро- нуклеус; 8 – ротовое отверстие; 9 – глотка; 10 – ундулирующая мембрана; 11 – трихоцисты; 12 – пелликула и реснички

Все тело инфузории покрыто продольными рядами многочисленных мелких ресничек, которые совершают волнообразные движения.

С их помощью туфелька плавает тупым концом вперед. От переднего конца до середины тела проходит желобок с более длинными ресничками. На конце желобка – ротовое отверстие, ведущее в глотку.

Питаются инфузории главным образом бактериями. Помимо бактерий инфузории могут питаться дрожжами и водорослями.

При кормлении их водорослями следует избегать прямого солнечного света, так как кислород, выделяемый только что заглоченными водорослями, может разорвать инфузорию.

Также следует избегать наличия в сосуде с инфузориями посторонних взвешенных частиц, поскольку, переполнив свое ротовое отверстие посторонней взвесью, инфузории могут погибнуть.

Размножение может осуществляться половым или вегетативным способом. При вегетативном способе размножение инфузорий происходит путем поперечного деления клеток. При половом две клетки соединяются и обмениваются частями ядерного аппарата, несущего наследственное вещество. В оптимальных условиях инфузории характеризуются очень высокой интенсивностью размножения.

Инфузории очень подвижны. За одну секунду они преодолевают расстояние, в 10–15 раз превышающее длину их тела, что надо учитывать при выкармливании мелких, малоподвижных личинок некоторых икромечущих рыб, которые даже при высокой концентрации инфузорий могут оставаться голодными.

Многие инфузории выдерживают значительное понижение температуры. При 0 °С парамеция продолжает делиться, но в замедленном темпе, деление происходит 1 раз в 18–19 дней. Также инфузории обладают способностью адаптироваться к высоким температурам. Например, парамеция живет в горячих источниках Японии при температуре 36–40 °С.

Реакция среды (рН) оказывает большое влияние на рост, размножение и питание инфузорий. Оптимальное рН для *P. caudatum* – 6, 5–7,5. Но она не погибает при рН 4,5–9,0. Инфузории устойчивы по отношению к понижению содержания растворенного в воде кислорода, оптимальное значение которого находится в пределах 6–8 мг/л.

Для разведения туфельки обычно используют цельностеклянные сосуды объемом от 3 л. Хорошие результаты достигаются при комнатной температуре, но пик размножения инфузорий наблюдается при 22–26 °С. В первые дни культивирования желательна слабая продувка, но осадок не должен подниматься со дна банки. Культивируют инфузорию в колбах, делительных воронках, аппаратах Вейса, бассейнах, полиэтиленовых садках и др.

В качестве корма для инфузорий можно использовать высушенные корки банана, тыквы, дыни, желтой брюквы, нарезанную кусочками морковь, гранулы рыбьего комбикорма, молоко, высушенные листья салата, кусочки печени, дрожжи, сенной настой и водоросли, т. е. те субстанции, которые или непосредственно потребляются туфельками (дрожжи, водоросли), или являются субстратом для развития бактерий.

При приготовлении сенного настоя возможны различные варианты соотношений сена и воды. При лабораторном культивировании берут 20 г сена и 1 л воды. При массовом культивировании лучшие результаты получены при концентрации 1–2 г/л, так как при более высоких концентрациях сенного настоя культура загнивает и на поверхности образуется бактериальная пленка.

В лабораторных условиях для приготовления сенного настоя берут 10–20 г сена, помещают в 1 л воды, кипятят в течение 20 мин, затем фильтруют и настаивают 2–3 дня. Через 2–3 дня из спор развиваются сенные палочки, служащие пищей для инфузорий. Настой хранят в прохладном месте и по мере необходимости добавляют в культуру.

Листья салата, кусочки печени помещают в мешочек с марлей, опускают в воду и настаивают в течение нескольких дней, а затем вносят зарядку инфузорий.

Кожуру спелых, неповрежденных бананов, дыни, брюквы, тыквы высушивают и хранят в сухом месте. Перед внесением в культуру берут кусочек размером 1–3 см², ополаскивают и заливают 1 л воды. Гидролизные дрожжи вносят из расчета 1 г на 100 л.

Для приготовления отвара овсяной, рисовой, пшенной и других круп берут 50 г крупы, помещают в 1 л воды и кипятят в течение 15–30 мин. Отвар сливают в чистую посуду и закрывают.

Наиболее простым способом является разведение туфелек на снятом, кипяченом или сгущенном без сахара молоке. Молоко вносят в культуру из расчета 1–2 капли (1,5–2 мл) на 1 л воды. Инфузории используют молочнокислых бактерий.

Перед кормлением инфузорий очищают, чтобы не испортить воду в аквариуме. Существует несколько способов очистки.

1. Настой с инфузориями пропустить через фильтровальную бумагу, после чего бумагу опустить в аквариум.

2. Выдержать инфузорий, взятых из культиватора, в воде в течение 1–2 суток. За это время они уничтожат всех бактерий, попавших вместе с ними.

Основным правилом при выращивании инфузорий является то, что нельзя допускать передозировки в питании. Также необходимо знать, что инфузории, выращенные на бактериях обладают положительным фототаксисом, т. е. стремятся к свету, а выращенные на водорослях – отрицательным фототаксисом, стремятся в темноту. Это свойство можно использовать при выращивании тенелюбивых личинок рыб. Инфузорий можно выращивать на водорослевой суспензии сценедесмуса и хлореллы. В практике лабораторного и массового культивирования помимо *P. caudatum* обычно используют следующие высокопродуктивные виды: *P. aurelia*, *P. bursaria*, *Tetrachymena pyriformis*.

Контрольные вопросы

1. Краткая характеристика инфузорий.
2. Отношение инфузорий к факторам среды.
3. Какие устройства применяют для культивирования инфузорий?
4. Какие питательные среды используются для выращивания инфузорий?
5. Как готовится сенной настой в лабораторных и промышленных условиях?
6. Как правильно приготовить молочный и сенной настои?
7. Чем питается инфузория?

Тема 8. КОЛОВРАТКИ – СТАРТОВЫЙ КОРМ ДЛЯ РЫБ

Цель работы: изучить методику культивирования коловраток.

Материалы и оборудование: рисунки, плакаты, культура коловраток, стеклянные емкости на 1 л, микроскопы, предметное и покровное стекла, стеклянные палочки-лопаточки, мерная кружка, дрожжи, культура микроводорослей.

Задание: 1) законспектировать, пользуясь методическими указаниями и рекомендуемой литературой, состав питательных сред для культивирования коловраток и методику их приготовления; 2) приготовить питательную среду для культивирования коловраток.

По систематическому положению коловратки относятся к низшим червям, классу Коловратки (*Rotatoria*) типа первично-полосатых червей (*Nemathelminthes*). Это самые мелкие из многоклеточных организмов. Размеры их колеблются от 0,04 до 2 мм. Коловраток можно сразу отличить от других животных по наличию коловращательного аппарата и жевательной глотке, так называемому «мастаксу». Коловращательный аппарат представляет собой совокупность различно расположенных на переднем конце тела ресничек, которые у отдельных видов располагаются по краям дисковидных выростов головы, и своим блещением напоминают

мерцание спиц быстро вращающегося колеса, вызывают коловращение, за что и получили свое название.

Коловратки населяют не только разнообразные пресные, солоноватые и соленые бассейны как с очень высокой, так и с очень низкой температурой воды. Многие из них приспособились к существованию в местах, где вода бывает в ничтожном количестве или только временно: в прибрежном песке водоемов, во мху, в лесной подстилке, в дуплах деревьев, в почве. Но основная масса коловраток населяет пресные водоемы.

Относительно небольшие размеры, наличие значительного количества (от 30 % белка) низкомолекулярных пептидов и свободных аминокислот, делающих их легкоусвояемыми для личинок рыб на ранних стадиях развития, лабильный химический состав, изменение которого происходит в течение нескольких часов в зависимости от качества корма, и возможность направленного формирования его состава, соответствующего потребностям гидробионтов, питающихся коловратками, – все это открывает большие возможности использования коловраток в качестве стартовых живых кормов для личинок многих видов рыб и некоторых беспозвоночных.

Наиболее перспективными в качестве корма считаются солоноводная коловратка *Brachionus plicatilis*, пресноводная *Br. rubens*, *Br. calyciflorus*, *Philodina acutiformes odiosa*, *Asplanchna priodonta*.

Brachionus plicatilis – типично планктонная коловратка, встречающаяся как в континентальных, так и в морских прибрежных водоемах. Она эвригамна и эвритермна. Излюбленной пищей коловраток является фитопланктон, но при его отсутствии они могут использовать другие виды корма, например дрожжи.

Коловратки *p. Brachionus* обладают гетерогонией, т. е. чередованием полового и партеногенетического способа размножения (преобладает партеногения). Размножение осуществляется самками двух типов: миктических и амиктических, которых можно различить между собой в культуре лишь по наличию определенного типа яиц. Миктические яйца по объему в 2–3 раза мельче, чем амиктические, зато их образуется гораздо больше.

Коловраток культивируют в емкостях на 3–100 л, добываясь их плотности в 100–300 экз/мл. Желательны очень слабая продувка и боковое освещение. Температура культивирования – комнатная, однако коловратки могут существовать при температуре от 15 до 35 °С, но оптимум приходится на 26–28 °С. Культивируются при любой освещенности, но лучше если продолжительность освещения составляет 8 ч в сутки. Наиболее оптимальная реакция среды (рН) составляет 7,1–7,6 (возможно до 9,5). Соленость выдерживают от 1 до 90 ‰, но лучше 3–25 ‰. При культивировании в среде с соленостью до 6 ‰ в культуре коловраток появляются инфузории. Обычно коловраток культивируют при солености 25 ‰: это 1 столовая ложка NaCl на 1 л воды или 83 мл насыщенного раствора NaCl (300 ‰) на 1 л воды. Хорошие результаты культивирования можно получить при замене 1/3–1/4 коловраток с водой на свежую воду такого же объема (83 мл насыщенного раствора NaCl на 1 л культуры сценедесмуса). Добавка водорослей повышает кормовые качества коловраток и ускоряет темпы их размножения и откладывания яиц. Размер пищевых частиц для коловраток не должен превышать 12–15 мкм (размер хлореллы – 3–4 мкм, клеток пекарских дрожжей – 6 мкм). Норма кормления – 40 мг на 1 л сухой биомассы. Высокую численность коловраток можно получить при внесении дрожжей в количестве от 100 мг/л до 1 г/л. Кормят коловраток пекарскими или сухими кормовыми дрожжами. Спиртовые дрожжи необходимо заморозить: тонко порезать и хранить в морозильной камере до приобретения ими коричневого цвета. Использование свежих спиртовых дрожжей вызывает гибель коловраток, покоричневевших – размножение.

Для получения покоящихся яиц коловратку перестают кормить и снижают температуру до 12–14 °С, при этом убирают освещение. Культуру сливают, осадок на дне культиватора отфильтровывают через бумажный фильтр, высушивают в темноте на воздухе и хранят вместе с фильтром. Перед инкубацией яйца промораживают 1–2 месяца, выдерживая их при температуре минус 5–10 °С, однако можно и не промораживать. Яйца для инкубации помещают в

соленую воду (25 ‰) в количестве 1 г/л. Затем температуру повышают до оптимальной (28 °С) и обеспечивают слабую продувку воздухом. Выклев из яиц происходит через 36–48 ч. Пустые оболочки всплывают, развивающиеся яйца тонут. Коловратку сразу кормят хлореллой или пекарскими дрожжами, внося корм до начала инкубации.

Для отбора половозрелых коловраток используют газ № 64, для тотального отбора – № 76. Солоноводную коловратку для кормления пресноводных рыб необходимо распреснять до 3 ‰ в течение 12–24 ч путем добавления по каплям 800 мл аквариумной воды.

Пресноводные коловратки (*Br. rubens*, *Br. caluciflorus*) по внешнему виду напоминают солоноватоводную *Br. plicatilis*. Однако размеры их несколько меньше. Созревают пресноводные коловратки при оптимальной температуре инкубации (22–32 °С) за сутки. Продолжительность жизни – 4–17 дней. Самка дает от 3 до 12 яиц каждые 12 ч при партеногенетическом развитии или 2 покоящихся яйца. При оптимальных условиях культивирования и партеногенетическом размножении можно получать до 217 г/м³ коловраток в сутки.

Для постоянного культивирования коловраток используется следующий способ. В стеклянную емкость помещают пресноводную культуру водорослей вместе с илом, состоящим из погибших клеток водорослей, и в нее вносят культуру коловраток. Под емкостью и над ней располагают лампы. При слабом освещении снизу коловратки благодаря положительному фототаксису опускаются вниз и питаются бактериями, размножающимися в илу на погибших клетках фитопланктона. Проникающий сквозь ил свет способствует насыщению содержимого емкости кислородом благодаря фотосинтезу фитопланктона, находящегося в сосуде. При массовом размножении коловраток концентрация кислорода в емкости падает, и коловратки поднимаются к поверхности. Это указывает на то, что необходимо разредить культуру коловраток. Для концентрирования коловраток у поверхности воды отключают нижний свет и включают верхний. Сконцентрированных у поверхности коловраток сливают сифоном и скармливают личинкам рыб, а в культиватор при необходимости доливают свежий фитопланктон. Благодаря верхнему свету происходит размножение фитопланктона, насыщение воды кислородом в процессе фотосинтеза водорослей и, как следствие этого, распределение оставшихся коловраток по толще воды. Далее верхний свет отключают и включают нижний, и весь процесс повторяется.

Культивирование пресноводных коловраток сопряжено с большими сложностями из-за засорения культуры инфузориями и другими организмами, яйца которых заносятся с пылью.

Кормление личинок рыб пресноводными коловратками более желательно по сравнению с солоноводными, поскольку пресноводные коловратки не гибнут в пресной воде, обеспечивая постоянное и равномерное кормление личинок. Кроме того, они очищают аквариум с личинками от бактерий.

Пресноводная коловратка *Philodina acuticornis odiosa* по размерам крупнее, чем представители рода *Brachionus*.

Филодины обычно обитают среди иловых частиц на дне аквариумов или пресноводных водоемов. Их легко обнаружить под микроскопом или биноклем, если рассматривать донный ил. Они обычно медленно переползают или не очень быстро плавают от одной иловой частицы к другой в поисках пищи. По форме они напоминают вытянутый конус, на расширенной передней части которого находится коловращательный аппарат, а на заднем заостренном конце, так называемой ноге, имеются два пальца – «хватательная вилка».

Питаются филодины водорослями и бактериями. Добавка в культуру дрожжей угнетает их рост. Средняя продолжительность жизни равна 27 суткам, среднее число яиц на одну самку – около 50. Культивируют их обычно при температуре 24–27 °С.

Обычно их содержат в стеклянном сосуде с отстоянной водопроводной водой. В качестве корма используют сенную палочку и молочнокислых бактерий. Для их разведения необходимо вскипятить 10 г сена в 1 л дистиллированной воды. Дать настояться три дня, затем процедить и добавить (на 1 л настоя) 2 л аэрированной дистиллированной воды. Для поддержания культуры в нее достаточно добавлять по 1–2 капли кипяченого молока 2–3 раза в

месяц. Голодные коловратки обычно опускаются на дно и держатся среди частиц ила или сидят на стенках банки. Сытые коловратки плавают в толще воды.

При внесении их к личинкам рыб филодины хорошо растут и размножаются на фекалиях личинок, а также на погибших в пресной воде солоноводных коловратках. Их можно культивировать совместно с инфузорией тифелькой на банановых корках с добавлением в культуру молока.

Недостатком филодин, используемых для выкармливания личинок рыб, является их способность закапываться в ил.

Asplanchna priodonta – это одна из наиболее крупных (0,28–1,5 мм) пресноводных коловраток. Взрослая аспланхна является хищником. Она питается инфузориями и более мелкими коловратками. Эти типично планктонные животные всю жизнь проводят в толще воды, находясь в непрерывном движении. Плавают они ротовым отверстием вперед, не вращаясь вокруг своей оси, как другие коловратки.

Тело аспланхны прозрачное, почти круглое. На передней части размещен коловращательный аппарат, имеющий форму оборки. Ноги у них нет.

Asplanchna priodonta хорошо разводится в пресной воде при комнатной температуре с кормлением ее инфузориями или мелкими коловратками, например, рода *Brachionus*. Можно выращивать аспланхн и на солоноводных коловратках. Для этого культуру солоноводных коловраток медленно распресняют до солености в 3 ‰, куда затем и вносят аспланхн.

Аспланхн обычно используют при выкармливании молоди рыб в качестве добавки к основному корму при переходе с более мелких кормов к более крупным. Питательность аспланхн сравнительно низка, поэтому перед скармливанием аспланхн молоди рыб их самих желательно покормить.

Оптимальный способ выращивания полноценных в пищевом отношении аспланхн следующий. На 1 л культуры водоросли сценедесмуса или хлореллы вносится 10 мл насыщенного раствора NaCl и немного пекарских дрожжей. Далее туда же вносятся распресненные до 3 ‰ и отцеженные через газ № 76 солоноводные коловратки и культура аспланхн.

Полученную культуру выдерживают при боковом освещении люминесцентной лампы. Молодь аспланхны растет на дрожжах, крупные особи питаются солоноводной коловраткой, содержащей в кишечнике водоросли и дрожжи.

Контрольные вопросы

1. Назовите виды солоноводных и пресноводных коловраток.
2. Какими способами размножаются коловратки?
3. Дайте общую характеристику солоноводной коловратки.
4. Каковы оптимальные условия культивирования коловратки *Brachionus plicatilis*?
5. Какой корм вызывает гибель коловратки *Brachionus plicatilis*?
6. Что является кормом для пресноводных коловраток *Br. rubens*, *Br. calyciflorus*?
7. Назовите основной способ культивирования пресноводных коловраток *Br. rubens*, *Br. calyciflorus*.
8. Дайте характеристику коловратки *Philodina acuticornis odiosa*.
9. Чем питается филодина?
10. Каков оптимальный способ выращивания полноценных в пищевом отношении аспланхн?

Тема 9. ИЗУЧЕНИЕ КУЛЬТУРАЛЬНЫХ СРЕД ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ДАФНИЙ

Цель занятия: овладеть методикой культивирования дафний.

Материалы и оборудование: емкости для культивирования, дрожжи, маточная культура дафний, вода, водорослевая суспензия, навоз, сено, плакаты, рисунки.

Задание: 1) изучить и законспектировать методы культивирования дафний; 2) приготовить одну из перечисленных питательную среду, внести культуру дафний.

Для массового получения живого корма особое значение имеют представители отряда *Cladocera* – ветвистоусые ракообразные.

Из большого количества видов этого отряда в практике культивирования используют лишь дафний – *Daphnia magna*, *Moina macrocopa*, *Moina restirostris*.

Размножаются ветвистоусые рачки половым путем и партеногенетически. Оптимальная температура для культивирования *D. magna* 18–22 °С, *Moina macrocopa* – 24–26 °С, *Moina restirostris* 24–28 °С.

Оптимальное значение содержания в воде кислорода для всех культивируемых ракообразных составляет 6–8 мг/л, рН – в пределах 6–8.

Культивирование ветвистоусых рачков осуществляется на бактериальном корме, мелких планктонных водорослях, дрожжах. В качестве источника органического вещества для бактерий используют конский или коровий навоз, птичий помет, подвяленную растительность.

Конский или коровий навоз вносят при зарядке культуры из расчета 1,5 кг/м³ и добавляют каждые 8–10 дней по 0,75 кг/м³. Птичий помет как более концентрированное удобрение вносят по 0,5 кг/м³ при зарядке и по 0,25 кг/м³ каждые 8–10 дней. Хорошим кормом для дафний и моин в условиях массового культивирования являются протококковые водоросли.

В связи с тем, что бактериальные среды с использованием навоза трудно поддаются управлению (очень быстро наступает ухудшение кислородного режима), поэтому неконцентрированные корма заменяют концентрированными кормовыми дрожжами. При культивировании *D. magna* в бетонных бассейнах их вносят до 20 г/м³ при зарядке культуры и 10 г/м³ при подкормке каждые пять дней. В культуру *Moina macrocopa* вносят 100 г/м³ в начале культивирования и затем каждые два дня по 50 г/м³. Дрожжи перед внесением измельчают, замачивают в воде на 3–4 ч и вносят в культуру.

Рекомендуют использовать навозные и сенные настои из жесткой растительности или кормовых дрожжей. Настои приготавливают из расчета 17,6 г свежего навоза и 84 г просеянной земли. Смесь выдерживают в течение трех дней при температуре 15–20 °С. Затем настои процеживают и разбавляют свежей прудовой водой (1 л настоя на 4 л прудовой воды). Через час помещают дафний, развитие которых длится максимум три недели. На третий день такие настои дают вспышку численности бактерий – корма для дафний. Такую же вспышку дают и настои сена (2 кг сена на 100 л воды), которые выдерживают три дня, затем выливают в водоем один раз в семь дней из расчета 4 л/м³. Созревание культуры продолжается 10–15 дней.

Культивируют культуру на гидролизных дрожжах. Дрожжи вносят в воду из расчета 15–20 г сухой массы на 1 м³ воды с протококковыми водорослями, культуру дафний – через 1–2 дня, когда развитие дафний и фитопланктона достигает максимума. Частично дрожжи являются кормом и для дафний. Поэтому их вносят как подкормку каждые пять дней в количестве 8–10 г/м³.

Культивирование *Cladocera* на водорослевом корме осуществляют в одной и той же емкости или в разных емкостях при периодическом внесении в культуру водорослей. В процессе развития культуры периодически вносят подкормку для водорослей. Ориентировочные нормы внесения минеральных удобрений – 5 г/м³ суперфосфата и такое же количество аммиачной селитры в начале культивирования и такая же норма каждые семь дней.

Контрольные вопросы

1. Какова оптимальная температура культивирования дафний?
2. Что является кормом для дафний?
3. Как правильно культивировать дафний и моин на конском, коровьем навозе и птичьим помете?

4. Как готовят сенной настой для культивирования дафний?
5. Как выращивают дафний на водорослевом корме?

Тема 10. СИСТЕМЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ДАФНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВХОДЯЩИХ В КУЛЬТУРУ И ВЫХОДЯЩИХ ИЗ НЕЕ КОМПОНЕНТОВ

Цель занятия: изучить системы культивирования дафний.

Материалы и оборудование: емкости для культивирования, дрожжи, маточная культура дафний, вода, водорослевая суспензия, плакаты, рисунки.

Задание: 1) изучить и зарисовать системы культивирования ветвистоусых рачков; 2) рассмотреть и зарисовать садки для культивирования дафний.

Системы культивирования в зависимости от входящих в культуру и выходящих из нее компонентов разделяют на 5 основных типов: одноканальная, двухканальная, трехканальная, многоканальная и комбинированная (рис. 26).

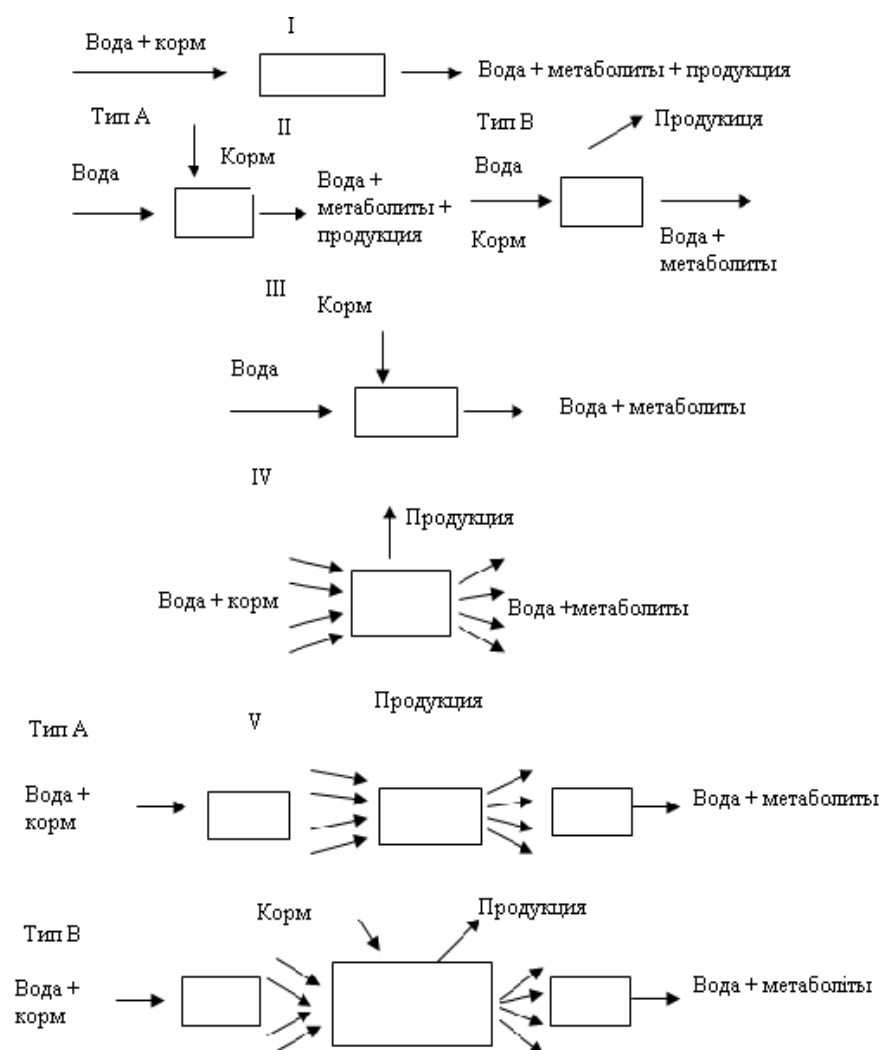


Рис. 26. Схема основных систем культивирования планктонных животных

В одноканальной системе вода и корма поступают в емкость с культивируемыми животными, а оттуда вместе с водой уходят продукты метаболизма и образовавшаяся в культуре конечная продукция культивируемых животных.

В двухканальной системе вода или вода с кормом поступают в культиватор, а затем вместе с метаболитами и полезной продукцией выходят из культиватора. По второму каналу в культиватор подаются корма (тип А) или происходит съем продукции животных (тип В).

В трехканальной системе поступление воды и выход ее с метаболитами идут по одному каналу, а подача корма и съем продукции животных – по двум другим каналам.

В многоканальной системе вода и корма подаются в агрегат с культивируемыми животными через многочисленные каналы, и через такое же количество каналов вода вместе с метаболитами выходит наружу. Один канал служит для съема продукции.

В комбинированной системе вода или вода с кормами подается сначала по одному каналу в большой резервуар, а оттуда по многим каналам поступает в емкость с культивируемыми животными. Вода с продуктами обмена уходит из агрегата по многим каналам и затем попадает в один общий канал. По особым каналам происходит съем продукции (тип А) или внесение корма и съем продукции (тип В).

Первые три системы применимы для замкнутых емкостей из плотного материала, не пропускающего воду. Четвертая и пятая системы культивирования рассчитаны на использование в качестве агрегатов для культивирования садков (из сита), свободно пропускающих воду, метаболиты, микроводоросли, бактерии, мелкие частицы детрита, но полностью задерживающих культивируемых животных.

Системы 1 и 2В применимы только в проточных культурах, а системы 2А и 3 как в проточных, так и в непроточных.

В многоканальной системе используют садки из сита №6 для *D. magna* и из сита № 30 и выше для *Moina macrocopa*, *Moina restirostris*. Садки могут быть открытые закрытые (рис. 27).

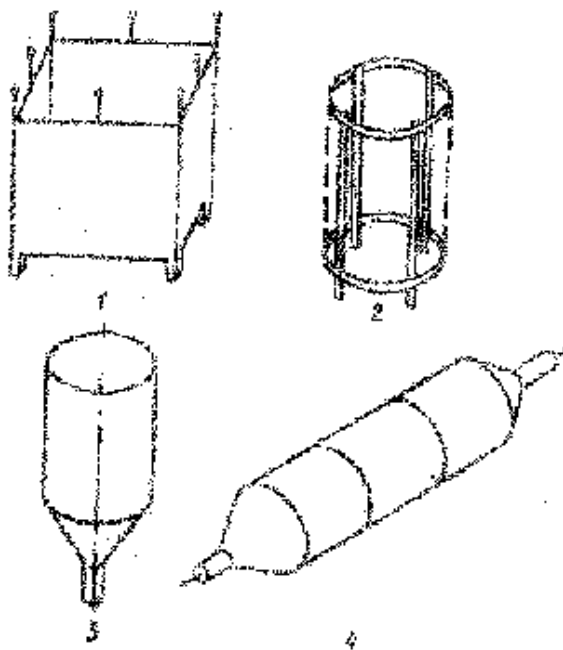


Рис. 27. Садки для культивирования ветвистоусых ракообразных:
1 – прямоугольный открытый садок из капронового сита; 2 – цилиндрический полиэтиленовый садок открытого типа; 3 – открытый конусообразный садок из капронового сита;
4 – закрытый садок из капронового сита

При культивировании в небольших масштабах удобны открытые садки цилиндрической формы.

Перед погружением закрытого садка в воду одна горловина завязывается, а через отверстие другой горловины в садок вносится зарядка животных. Садок укрепляется в горизонтальном положении веревками.

При больших масштабах культивирования лучше использовать прямоугольные открытые садки, которые закрепляются между мостиками.

Контрольные вопросы

1. По какому принципу и на какие типы делят системы культивирования дафний?
2. Какие садки используют для культивирования дафний?

Тема 111. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МАТОЧНОЙ КУЛЬТУРЫ *D. magna*

Цель занятия: изучить технологический процесс культивирования маточной культуры *D. magna*.

Материалы и оборудование: емкости для культивирования, маточная культура дафний, вода, составляющие для питательных сред, плакаты, рисунки.

Задание: 1) изучить схему маточной культуры *D. magna* и оформить в виде таблицы (табл.11).

Таблица 11. Технологический процесс культивирования маточной культуры *D. magna*

Технологический процесс	Описание процесса	Сроки проведения процесса

Для формирования естественной кормовой базы проводят интродукцию в пруды высокопродуктивного, относительно крупного по размеру ветвистоусого рачка *D. magna*, хорошо потребляемого молодью большинства рыб и потому редкого в прудах.

Маточную культуру *D. magna* вначале получают в лабораторных условиях. Культивирование проводят в стеклянных емкостях – аквариумах. Начальная плотность выращивания маточной культуры *D. magna* составляет 10–15 мг/л или 3–4 экз/л. В качестве корма используют настой конского навоза (25 г навоза на 10 л воды, выдерживают в течение 2–3 дней), который вносят по 10 мл на 1 л воды каждые 2 дня.

Для повышения продуктивности культивируемых рачков используют различные методы:

- в среду для культивирования каждые 12 дней вносят по 5 мг/л бализа;
- в качестве корма добавляют пивные дрожжи в количестве 25 г/м³ ежедневно;
- в питательную среду вместе с кормом один раз в три дня вносят дополнительно по 0,2 мл/л боенской крови.

Культивирование маточной культуры начинается в феврале и ее накопление продолжается до середины апреля.

Для получения большого количества маточной культуры *D. magna*, достаточной для интродукции в производственные пруды, дальнейшее ее выращивание осуществляют в лотках, затем в бассейнах и прудах-питомниках. Выращивают культуру при температуре воды 20–22 °С, поддерживая оптимальную плотность культуры 400 г/м³, изымая раз в 2–3 дня часть культуры, пропорциональную приросту за это время.

Под дафниевые пруды-питомники в рыбоводных хозяйствах используют спускные пруды площадью 0,1–0,5 га. Пруды частично заполняют водой через капроновое сито № 23–25 за день до внесения в них культуры дафний. Начинать зарядку культуры можно при температуре воды 9–10 °С. В залитую часть пруда-питомника вносят 100 г/га чистой культуры дафний и 1,5 кг/га кормовых дрожжей. Перед внесением в пруды дрожжи замачивают в воде и затем равномерно разбрызгивают по поверхности водного зеркала. Через трое суток вносят дрожжи в количестве 0,75 кг/га.

Помимо дрожжей в пруды-питомники вдоль береговой линии по урезу воды вносят конский навоз из расчета 1–2 т/га. Пруды полностью заливают водой в течение 4–5 сут. Этот этап длится с апреля по июнь. Маточную культуру *D. magna* вносят в частично залитые производственные пруды из расчета 100 г/га за 5–7 дней до зарыбления личинками европейского

сома или других рыб. Для транспортировки *D. magna* на близкие расстояния можно использовать молочные бидоны, полиэтиленовые пакеты. Норма загрузки составляет 25 г на 1 л воды. Транспортировку культуры дафнии в полиэтиленовом пакете можно проводить при температуре воды 20 °С в течение 2–3 сут.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные этапы получения маточной культуры *D. magna*.
2. Какова начальная плотность экземпляров при выращивании маточной культуры *D. magna* в лабораторных условиях?
3. когда начинается культивирование маточной культуры *D. magna*?
4. Какие используют методы для повышения продуктивности культивируемых рачков?

Тема 12. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ КРАСНОГО КАЛИФОРНИЙСКОГО ЧЕРВЯ (*EISENIA FOETIDA ANGREI*)

Цель занятия: изучить биологическую характеристику красного калифорнийского червя и овладеть методикой его выращивания.

Задание 1: 1) изучить биологическую характеристику красного калифорнийского червя; 2) приготовить подстилку для внесения маточной культуры; 3) отобрать из субстрата 100 шт. взрослых особей красного калифорнийского червя и разместить маточное стадо червей в экологические ящики.

Задание 2: 1) разобрать растущую популяцию червей по размерным группам; 2) определить относительную плодовитость; 3) определить биомассу червей.

Материалы и оборудование: совок; лейка; чашки Петри; пинцет; емкость для разведения (экологический ящик); компоненты подстилки (навоз, измельченная солома); маточная культура червя; линейка; весы.

Интерес к дождевым червям, как к объекту культивирования, возник в связи с возможностью их использования в качестве источника гумусового удобрения – червекомпоста (вермикомпоста, вермигумуса) и полноценного белка в животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве.

Дождевые черви относятся к типу кольчатых червей (*Phylum Annelida*), подтипу поясковых (*Subphylum Clitellata*), классу малощетинковых червей (*Classis Oligochaeta*), отряду люмбрикоморфы, или высших малощетинковых (*Ordo Lumbricomorpha*). Центральным семейством отряда *Lumbricomorpha* является семейство люмбрицидов, или настоящих дождевых червей (*Familia Lumbricidae*), включающее до 200 видов. Среди 200 видов лишь немногие поддаются разведению. Наиболее привлекательными для вермикультивирования являются черви, относящиеся к виду красных червей. Один из наиболее ярко-окрашенных червей – навозный (*Eisenia foetida*).

Дождевые черви содержат 70 % белка, витамин D, фосфолипиды, до 55 % ненасыщенных жирных кислот, 22 % насыщенных, 12 % полиеновых кислот. Из биомассы червей готовят белковую муку, содержащую 62–72 % белка.

Многолетними исследованиями была показана возможность и целесообразность культивирования червей на субстратах, приготовленных на основе навоза свиней, крупного рогатого скота, лошадей, помета птиц, сапропеля.

Чаще всего для культивирования используются следующие виды семейства *Lumbricidae*: *Eisenia foetida* – навозный червь, *Eisenia foetida angrei* – красный калифорнийский червь. В Беларуси выращивается гибрид «Красный пахарь».

Красный калифорнийский червь представляет собой продукт длительного отбора в условиях вермикультуры обычного навозного червя.

Оптимальная температура среды обитания красного калифорнийского червя +19–23 °С. При температуре ниже +14 °С черви перестают размножаться, а при температуре ниже +7 °С – перестают питаться, впадая в летаргическое состояние (анабиоз). Гибель красного кали-

форнийского червя наступает при охлаждении тела ниже 0 °С и нагреве свыше +42 °С. Ультрафиолет представляет смертельную опасность для червей, поэтому при их разведении следует избегать прямого действия солнечных лучей. Продолжительность жизни красного калифорнийского червя составляет 16 лет. Половой зрелости достигает в возрасте 70–90 дней. Калифорнийский червь – гермафродит, размножается только половым способом, очень плодовит, он превосходит все остальные виды люмбрицидов примерно на порядок по числу яйцеклеток в коконах и по крайней мере в 4 раза по частоте спаривания.

Для успешного разведения червей необходимо соблюдение определенных требований к условиям среды их обитания:

- оптимальная температура для размножения и развития червя от +19 до +25 °С (при температуре свыше +38 °С и ниже +4 °С черви погибают);

- влажность среды от 70 до 80 %. На практике оптимально влажным является такой субстрат, который при сжатии в кулак уже не выделяет воду. Хотя черви и обладают способностью переносить высокий процент потери воды из организма, однако, если влажность субстрата длительное время ниже 35 %, черви могут погибнуть;

- оптимальная реакция среды нейтральная. Допускается использование компоста с pH от 6,0 до 8,0. При реакции среды ниже 5,5 (кислая) и выше 8,5 (сильнощелочная) черви могут погибнуть;

- при высокой влажности для дыхания червей необходимо обеспечение доступа кислорода. С этой целью уплотнившийся субстрат следует периодически рыхлить, стараясь не перемешивать при этом слои.

Биотехнологический процесс разведения красного калифорнийского червя состоит из следующих основных этапов: подготовка субстрата, подготовка вермикультиваторов, закладка червей, уход и подкормка, выборка червей, зимовка.

Маточная культура красного калифорнийского червя содержится в так называемой подстилке. Подстилка готовится за 30 дней до ее заселения червями из конского или другого типа навоза, смешанного с соломой в соотношении 5:1, из расчета 7–10 л (1 ведро) на 1000 червей. Подстилка обильно смачивается водой и пребывает в увлажненном состоянии весь указанный срок, постепенно насыщаясь воздухом. Питательных веществ, содержащихся в подстилке, хватает червям на 7–10 дней (в зависимости от температуры среды).

Калифорнийских червей можно кормить экскрементами домашних и сельскохозяйственных животных, органическими остатками домашнего хозяйства, а также опилками, стружкой лиственных деревьев, травой, листьями и т. д. Настоятельно рекомендуется не давать в пищу червям кору и отходы древесины красного цвета, поскольку они содержат танин, являющийся ядом для червя. Также необходимо исключать из состава корма все вещества, неподдающиеся биологическому разложению (органику синтетического происхождения).

Оптимальным кормом для червей является конский навоз. Наибольшую опасность для красных калифорнийских червей представляет навоз, ферментация которого еще не завершилась и в котором происходит образование вредных, а иногда и смертельных для червей газов. Поэтому необходимо выдерживать навоз, смешанный с соломой, в течение одного месяца перед употреблением его в качестве корма для червей.

В течение суток червь съедает столько же пищи, сколько весит он сам. Но только 40 % пищи усваивается и идет на удовлетворение собственных энергетических потребностей, а 60 % – выделяется в виде капролитов. Капролиты представляют собой 100%-ное микробиологическое удобрение.

Необходимый для червей корм раскладывается еженедельно слоем в 5 см. При этом рекомендуется оставлять вдоль стенок ящика свободные полосы шириной около 3–5 см, они играют роль «предохранительных клапанов». В случае, если по какой-либо причине в кормовой смеси начнутся процессы ферментации, сопровождающиеся выделением ядовитых газов, черви будут скапливаться на свободных полосах. Наиболее эффективное использование кормовой смеси обеспечивается при еженедельной смене пищевого рациона (четные недели – один тип навоза, нечетные – другой).

Контрольные вопросы

1. Какие виды люмбрицидов чаще всего используют для массового разведения?
2. Какая температура является оптимальной для разведения красно-го калифорнийского червя?
3. При какой температуре червь перестает питаться, размножаться?
4. Какова оптимальная влажность субстрата для разведения красного калифорнийского червя?
5. Что является кормом для *Eisenia foetida andrei*?
6. Как проводят кормление?
7. Назовите основные этапы биотехнологического процесса разведения красного калифорнийского червя.
8. Каким способом размножается красный калифорнийский червь?
9. В каком возрасте наступает половая зрелость?

Тема 13. ПИТАТЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БЕЛОГО ЭНХИТРЕЯ (*ENCHYTRAeus ALBIDUS* H.)

Цель занятия: изучить биологические особенности, развитие и размножение белого энхитрея и методы его культивирования.

Задание: 1) законспектировать биологические особенности белого энхитрея; 2) рассмотреть под бинокулярной лупой внешний вид энхитрея; 3) подготовить среду для культивирования белого энхитрея; 4) заложить опыт, посадив на культивирование по 25 половозрелых особей, предварительно измерив и взвесив их.

Материалы и оборудование: культура белого энхитрея; компоненты среды (богатая органикой почва, черствый белый хлеб, мо-локо); емкости для культивирования; пинцеты; лупа; иглы препаровальные; чашки Петри.

Энхитреиды – одно из семейств малощетинковых червей (*Oligochaeta*), включающее в себя около 400 различных видов. Группа слабо изучена в систематическом и экологическом отношении. Среди представителей семейства наиболее известен белый энхитрей – *Enchytraeus albidus* Henle, называемый также горшечным червем, так как его часто обнаруживают в горшках с комнатными растениями.

E. albidus встречается не только в почве самых различных типов, но и в пресных и солоноватых водоемах, на литорали морей, где обитает в накапливающемся среди камней детрите, а также в пучках выброшенной на берег водной растительности.

Белый энхитрей имеет стройное цилиндрическое тело белого или слегка кремового цвета, разделенное на отдельные сегменты (рис. 28).



Рис. 28. Белый энхитрей

В природных условиях длина половозрелых особей составляет 25–35 мм, у культивируемых в искусственных условиях – 35–45 мм. В отличие от других почвенных олигохет энхит-

рей ведет малоподвижный образ жизни. Он обитает в местах, где накапливается значительное количество органики. Здесь также откладываются коконы и происходит развитие молодки, которая не совершает значительных перемещений.

Энхитрей – гермафродит. Самооплодотворение у энхитрея наблюдается как исключение, и это связано с одновременным развитием половых продуктов. Сбрасывание коконов происходит в верхнем 5–7-сантиметровом слое грунта, часто у самой поверхности.

При комнатной температуре новорожденные энхитреи покидают кокон на двенадцатые сутки, выползая через разрывы в его сомкнутых краях. Новорожденные особи имеют длину тела от 1 до 1,5 мм и весят около 1 мг. Они сразу же оказываются способными самостоятельно отыскивать пищу и концентрируются около нее вместе со взрослыми червями.

Темп роста белого энхитрея наиболее высок в первые 15 дней и резко падает на 21–22-й день, когда наступает половая зрелость. К этому времени черви достигают длины 15–20 мм и массы 5–8,5 мг. В передней части их тела (в области XI–XII сегментов) появляется утолщение – пояс, или клителлум, – образующееся в результате деятельности кожных желез при половом созревании животных. По наличию пояска можно легко отличить половозрелую особь от неполовозрелой.

С наступлением периода размножения рост червей замедляется, но не прекращается в течение всей остальной жизни. В лабораторных условиях 50 % опытных животных доживают до 200 дней. Максимальный срок жизни – 313 дней.

Наиболее интенсивно энхитрей растет и размножается в культуре при плотности 400–500 г/м³ в слое грунта 12–15 см в первые 30 дней культивирования. Максимальная биомасса червей при высокой плотности составляет 2000 г/м².

Самой благоприятной средой для жизни белого червя являются структурные плодородные почвы. Оптимальные для культивирования – легкие и среднесуглинистые почвы. Песчаные и тяжелые глинистые почвы, содержащие малое количество органических веществ, для выращивания энхитрея не используются.

Не имея специальных покровов, предохраняющих тело от высыхания, энхитрей может нормально существовать лишь при условии достаточной влажности, на изменение которой он реагирует очень чутко. Оптимальная влажность почвы с хорошей структурой – 22–25 %. Влажность грунта 8–10 % летальна для червя. Повышенная влажность почвы (более 30–35 %) также является неблагоприятной из-за ухудшения условий дыхания. При хорошем кислородном режиме энхитрей длительное время может жить в воде, и развитие яиц в коконах идет так же нормально, как и в почве.

В природных условиях наиболее высокая численность энхитрея отмечается осенью и отчасти весной при умеренной температуре и достаточной влажности почвы. В условиях культивирования он успешно размножается при температуре от 8 до 25 °С. Снижение температуры до 0 °С не вызывает гибели червей и их яиц, которые при постепенном понижении переносят даже отрицательную температуру.

В природных условиях энхитрей питается разлагающейся органикой растительного и животного происхождения. Черви хорошо реагируют на вносимый в грунт корм и постепенно собираются возле него, образуя большие скопления в виде рыхлых гроздей или тяжей, в зависимости от того, как был расположен корм.

Культивирование олигохет происходит, как правило, в почве, хотя имеются способы разведения и на других субстратах: битом кирпиче, шлаке и гальке, между листами фильтровальной бумаги, между полотнищами ткани.

Современные способы массового культивирования белого энхитрея основываются на содержании культуры в почве. Почвы берут обычно в садах, огородах, парниках, на пашнях. Почву просеивают через сетку 3–4 мм, очищая от посторонних примесей, смешивают с перегноем и увлажняют, поливая навозной жижей (коровяком).

Для разведения олигохет используют ящики из простых некрашеных досок несмолистых пород деревьев (рис. 29).

Высота ящика 10–15 см, площадь 0,2–0,3 м². На дно насыпают торф, затем садовую землю, на 2–4 см ниже верхнего края. Червей вносят в грунт на глубину 3–4 см. Культуру вносят из расчета 40–50 г на ящик размером 50×40×12 см (200–250 г/м²). Сюда же закладывают корм. Поверхность грунта выравнивают и ящик накрывают крышкой, которая помогает поддерживать благоприятную для культивирования температуру (17–18 °С) и оптимальную влажность (23–25 %), а также чтобы не попадали насекомые.

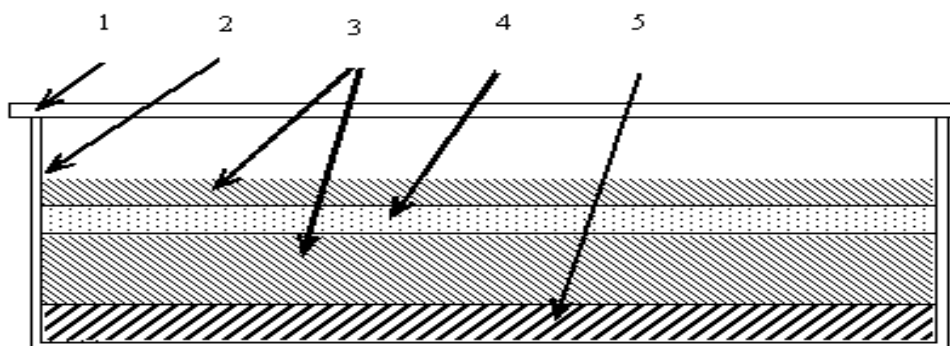


Рис. 29. Схема ящика для выращивания олигохет: 1 – крышка; 2 – корпус; 3 – грунт; 4 – корм и культура; 5 – торф

В качестве корма используют белый хлеб без корки, смоченный в молоке, вареные отходы картофеля, кабачков, тыквы, арбузов, дынь, моркови, фруктов, манную кашу. Без молока развитие червей идет значительно медленнее.

Корм закапывают в грунт с периодичностью 1–2 раза в неделю. Для этого в ящике делают на всю его ширину 3–4 глубокие бороздки шириной 5 см, в которые на глубину 2–4 см укладывают корм и присыпают землей или накрывают стеклом, для лучшего контроля за поедаемостью. По отношению к предлагаемым кормам черви проявляют определенную избирательность (табл. 12).

Таблица 12. Избирательность различных кормов белым энхитреем

Корм	Количество червей, концентрирующихся у корма (в % от величины скопления у дробины)
Дробина	100
Овсяная крупа	87,6
Хлеб	87,6
Отруби	82,1
Мука	74,1
Картофель	58,0
Тесто	51,0
Морковь	24,7

Наиболее интенсивно рост и размножение энхитреев происходят при питании мукой. При кормлении отрубями темп роста червей высокий, однако активность размножения самая низкая (табл. 13).

Таблица 13. Продукция яиц белого энхитрея при питании различными кормами при температуре 20 °С

Корм	Интервалы в сбрасывании коконов, сут	Среднее количество яиц в коконе, шт.	Среднесуточная продукция яиц одного червя, шт.
Мука	2,6	11,9	4,6
Отруби	10,0	6,1	0,6
Картофель	3,1	10,0	3,2
Дробина	6,7	7,6	1,1

Животные, питающиеся хлебом и картофелем, имеют наиболее низкий темп роста, но продуцируют значительное количество яиц.

Энхитрей обладает способностью длительное время жить без пищи. При обычной комнатной температуре он может выдерживать голод в течение 2,5 месяцев, теряя при этом до 80 % массы тела. К концу срока голодания выживает от 20 до 70 % животных. В условиях низкой температуры (0–5 °С) продолжительность периода голодания увеличивается до 3–4 месяцев.

Пользование культурой червей следует начинать в период максимального прироста массы, т. е. через 45–50 дней с момента начала их разведения.

Отделять червей от земли можно несколькими способами: на поверхность земли кладут сыр, и черви собираются под него; или собирают в местах закапывания каши, далее помещают на стекло в виде горки и подогревают снизу лампой накаливания, черви, спасаясь от тепла и света, собираются на вершине горки кучкой. Их собирают пинцетом, промывают в воде и скармливают рыбам. Энхитрей – это очень калорийный корм, и кормить ими рыб необходимо не чаще чем через день.

Выращенных энхитрей хранят в помещениях при температуре 0 °С в ящиках с почвой при плотности посадки до 4–5 кг/м³. В таких условиях энхитрей могут храниться до 100 дней, давая незначительный отход и незначительно теряя в массе.

Производственное культивирование белого энхитрея осуществляется в специальных помещениях – олигохетниках. Подготовленные ящики устанавливают в стеллажи. Обычно стеллажи содержат 8–10 ярусов. Проходы между стеллажами 1–1,5 м.

При олигохетниках строят кухню для приготовления корма, кладовую для хранения продуктов, а также отборочную комнату для выгонки червей из грунта.

Контрольные вопросы

1. Где обитает белый энхитрей?
2. Назовите способ размножения белого энхитрея.
3. В каком возрасте белый энхитрей достигает половой зрелости?
4. Какова продолжительность жизни белого энхитрея?
5. Что является субстратом для культивирования белого энхитрея?
6. Что используется в качестве корма для белого энхитрея?
7. Какие существуют способы отделения червей от земли?
8. Как правильно хранить выращенных червей?

Тема 14. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГРИНДАЛЬСКОГО ЧЕРВЯ (*ENCHYTRAEUS BUCHHOIZI*)

Цель занятия: изучить технологию культивирования гриндаля.

Задание: 1) изучить методы и способы культивирования гриндаля; 2) законспектировать, пользуясь методическими рекомендациями, технологию культивирования гриндальского червя.

Материалы и оборудование: культура гриндальского червя; бинокулярная лупа; чашки Петри; пинцеты.

Гриндальский червь (*Enchytraeus buchhoizi*) – это мелкий, длиной 0,5–12 мм и диаметром 0,4 мм червячок (рис. 30). Он обладает огромной репродуктивной способностью – при оптимальных условиях содержания он удваивает свою биомассу за трое суток.

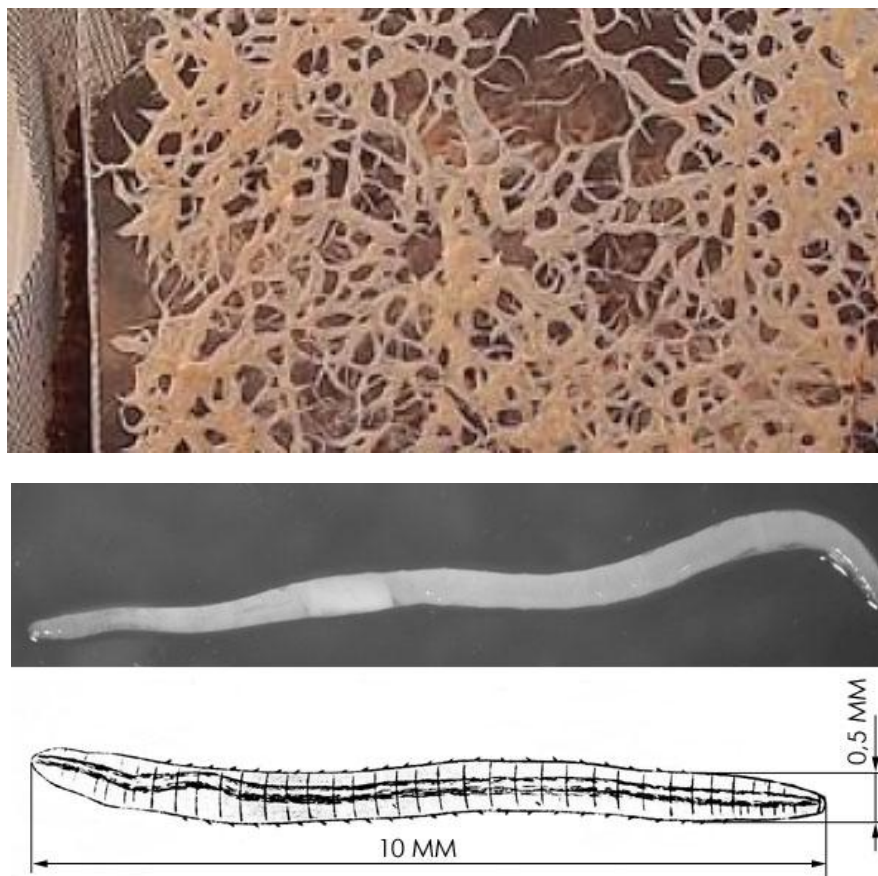


Рис. 30. Внешний вид и размеры гриндальского червя (*Enchytraeus buchhoizi*)

Для разведения гриндаля лучше всего использовать деревянный ящик размером 20×15×8 см. Использование жестяных, стеклянных, пластмассовых емкостей нежелательно из-за того, что они плохо пропускают воздух. Однако в настоящее время все больше практиков рекомендуют использовать пластиковые контейнеры. Для поступления воздуха в контейнер необходимо проделать в крышке швейной иглой микроскопические отверстия.

Ящик с культурой следует полностью прикрывать крышкой или стеклом, с тем чтобы в него не проникали насекомые. Между крышкой и субстратом в ящике должно оставаться пространство в 1–2 см.

Основная функция субстрата (биологическая) – обеспечение оптимальных условий для размножения и здорового развития живого организма. Вторая не менее важная функция – должно быть удобно использовать кормовую культуру. В этом ключе в качестве субстрата подходит любой синтетический или натуральный (не гниющий) биологически нейтральный или биологически полезный пористый материал способный впитывать, удерживать и отдавать влагу, например, синтетический ватин, синтепон, керамзит и аналоги. В качестве субстрата используют влажные пенопластовые плитки, общим объемом около 2 см³, или кубики рыхлого вываренного торфа. Можно применять перегной из лиственного леса, наполовину смешанный с торфом. Также можно применять ошпаренный торфяной длинноволокнистый мох – сфагнум. Некоторые аквариумисты предлагают использовать смесь из лесной земли, торфа и иголок взятых в равных пропорциях. В последнее время все больше аквариумистов культивируют гриндаля на кокосовом субстрате и с использованием керамзита (рис. 31).

Субстрат (кроме мха) следует прокипятить, чтобы убить все живые организмы, которые на нем могут находиться. Мох можно ошпарить кипятком или на некоторое время залить теплой водой. При разведении на кокосовом субстрате брикет сухой кокосовой крошки предварительно размачивается в воде, залив кипятком, и отжимается от лишней влаги. Для определения «нужной» влажности можете воспользоваться следующим методом: при сжатии рукой субстрат должен образовать комок, рассыпающийся при небольшом ударе.



а

б

Рис. 31. Субстрат для культивирования гриндаля:

а – кокосовый; *б* – керамзит

При использовании поролона или синтетического ватина его складывают в несколько слоев. Помещают в контейнер, проливают кипяченой водой. Сверху укладывают полотно из капрона из нескольких слоев и непосредственно на ватин (под нижний слой полотна) помещают корм

В качестве корма используются овсяные хлопья, зерновые смеси тонкого помола, вареные овощи, мякиш хлеба; детское питание. Необходимо в питательные смеси добавлять 2 раза в неделю рыбий жир в качестве витамина, сахарный песок, молочную продукцию, сухую крапиву, нежирный сыр, ростки пшеницы, дрожжи. Для быстрого разведения гриндаля корм лучше вносить в неглубокие лунки или борозды и обязательно присыпать.

Гриндальский червь несмотря на свои мелкие размеры весьма прожорлив, кормить его следует каждый день. Питательную смесь готовят из спиртовых дрожжей и мелко перемолотых ошпаренных кипятком овсяных хлопьев. Одну столовую ложку этой питательной смеси вносят в субстрат и тщательно перемешивают. Один – два раза в неделю так же следует вносить в субстрат рыбий жир, витамины, детские молочные смеси на основе овсянки, толокно. Хорошо себя зарекомендовали подкормки нежирным и неострым сыром. Для этого сыр подсушивают. Затем натирают на терке в мелкую стружку. После этого дают ему полностью высохнуть. После полного высыхания сырной стружки ее перемалывают в сырную муку. Для этого можно использовать кофемолку. Полученную сырную муку можно смешать с порошком сушеной крапивы, одуванчика или даже листьев салата. На пять частей муки идет одна часть растительного порошка. Такую подкормку вносят в субстрат тоже 1–2 раза в неделю.

Все питательные смеси должны быть достаточно густыми. При появлении плесени, корм переворачивают или зарывают, так же его закисание может привести к гибели культуры.

Оптимальная температура культивирования гриндаля – 18–24 °С. При температуре 14 °С размножение червей прекращается, при температуре 30 °С и выше гриндаль, спасаясь от жары, покидает ящик. При температуре 26 °С усиливается размножение червей, но одновременно возникает опасность быстрого размножения клещей, которые являются пищевыми конкурентами. Разделить клещей и червей можно, поместив их в стакан с водой. Гриндаль в воде опускается на дно, а клещи всплывают. Субстрат и ящик следует простерилизовать, опустив в кипящую воду, просушить и после этого можно возобновить в нем культуру гриндаля.

Необходимо контролировать влажность субстрата с червями, периодически опрыскивая его из пульверизатора. Емкость с червями ставят в темное место, они не любят яркого света. Замену субстрата производят, примерно, раз в полгода – год, так как в нем скапливаются продукты жизнедеятельности червей, которые мешают ему размножаться. Появление темно-

коричневой каймы по краям субстрата, а также заметное снижение продуктивности культуры свидетельствует об этом.

Для кормления рыб гриндалем его следует отделить от субстрата. Существует несколько способов. Первый заключается в следующем: субстрат с червями помещают в капроновый сачок, который опускают в воду примерно так же как при промывке мотыля. Черви через его ячейки выползают в воду. Излишек воды сливаем. Оставшихся в посуде *grindal* можно скормливать рыбам.

При втором способе на субстрат с гриндалем и кормом помещают стекло. Гриндальские черви собираются на обратной стороне стекла, которое остается только ополоснуть в воде или аквариуме. Если вместе с червями в аквариум попадут крошки кокоса – это не страшно они не испортят воду. Гриндаль может жить в воде всего около одних суток. Поэтому если часть его не будучи съеденной рыбками зароется в песок, то он там погибнет и разлагаясь испортит воду. При культивировании на поролоне для сбора червей вытаскивают несколько слоев полотна, которые расположены на поролоне с червями и просто ополаскивают их в воде аквариума.

Гриндаля можно запасать впрок. Для этого его отделяют от субстрата так как это было описано выше. Очищенных и промытых червячков можно сложить тонким слоем в слегка увлажненную ткань. В таком виде при температуре 0 °С гриндаля можно хранить около трех месяцев практически без потерь.

Контрольные вопросы

1. Какой субстрат применяется для культивирования гриндальского червя?
2. Назовите оптимальную и летальную температуры культивирования гриндаля.
3. Почему нельзя культивировать червя при температуре 26 °С?
4. Как отделить червей от субстрата?
5. Каковы размеры гриндальского червя?

Тема 15. ТЕХНОЛОГИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ТРУБОЧНИКА (*TUBIFEX TUBIFEX*)

Цель занятия: изучить технологию культивирования трубочника.

Задание: 1) изучить биологические особенности трубочника; 2) зарисовать схему культивирования трубочника; 3) законспектировать технологию культивирования трубочника.

Материалы и оборудование: культура червя; бинокулярная лупа; чашки Петри; предметные стекла; пинцеты.

Ценным универсальным кормом для рыб с усвояемостью 71–85 % является обыкновенный трубочник (*Tubifex tubifex*). Он относится к типу кольчатых червей, классу поясковых червей, отряду *Harplotaxida*, семейству *Naididae*, роду *Tubifex*. Им кормят как мальков, так и взрослых рыб. Трубочник – обитатель мелководных участков медленно текущих ручьев и рек, канав и водоемов со стоячей водой. Наибольшие скопления его бывают в местах сброса вод со скотных дворов, пивоваренных заводов и других пищевых предприятий. Трубочники – типичные донные животные, могут жить не только в илистом, но и в песчаном грунте.

Представители семейства *Tubificidae* обладают длинным и тонким нитевидным телом, обычно красноватого цвета, состоящим из большого количества сегментов. Длина червей составляет от 20 до 70 мм. Трубочники питаются в основном органическими остатками грунтов водоемов, пропуская через себя за сутки такое количество грунта, которое превышает их собственную массу во много раз. При этом грунт минерализуется и освобождается от остатков органического происхождения. Таким образом происходит биологическое самоочищение загрязненных водоемов.

Трубочник – культура эвритермная. При температуре 1–4 °С животные дают потомство, но развитие идет очень медленно. Трубочник живет до 4–6 лет. Половая зрелость наступает в возрасте 2–3 месяцев. Трубочники – гермафродиты. Размножается трубочник только поло-

вым путем, в основном в летние месяцы. В коконах содержится по несколько яиц (1–8), из которых уже через месяц появляются маленькие трубочники (рис. 32).

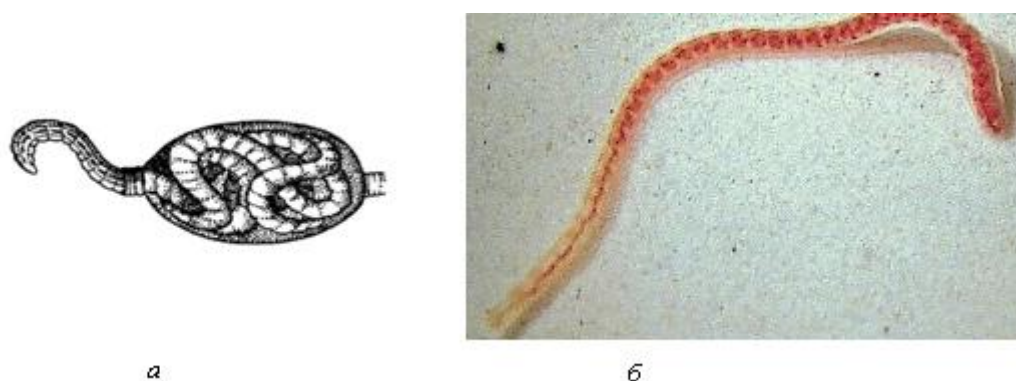


Рис. 32 *Tubifex tubife*:
а – ювенильный, выползающий из яйцевого кокона; б – взрослая особь

Среди известных способов культивирования тубифицидов надежного способа до сих пор не разработано. Тем не менее его успешно культивируют в проточной воде на органических отходах (коровьем навозе). В таких установках на 1 кг трубочника требуется 18 кг навоза и 38 л воды.

Для снижения расхода воды при выращивании трубочника применяется установка с замкнутым циклом водоснабжения, которая размещается на полках или стеллажах (рис. 33). Установка состоит из 270-литрового танка-накопителя размером 75×60×60 см, устанавливаемого на высоту 3 м. Вода поступает в верхнюю часть танка и выливается из нижней в лотки.

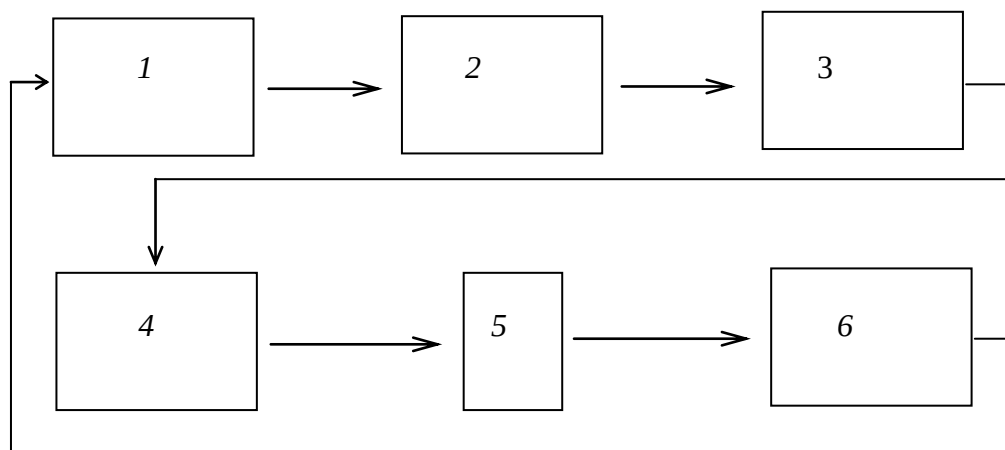


Рис. 33. Схема установки замкнутого типа для культивирования трубочника:
1 – танк-накопитель; 2 – лотки; 3 – отстойник; 4 – фильтр (гравий и песок);
5 – аэратор; 6 – узел аэрации и денитрификации

Лотки объемом 18 л каждый размещают по 12 шт. в три ряда на рамах из уголка. Размер лотка 45×30×15 см. Между собой они соединены полихлорвиниловыми трубками диаметром 19 см, регулирующими уровень воды до 12 см.

Вода из лотков со скоростью 86 л/сут поступает в отстойник, в котором осаждаются частицы размером от 1000 мкм, и далее в блок фильтрации – емкость с установленными в нее двумя фильтрами. Фильтр представляет собой две перфорированные цементные пластины, пространство между которыми заполнено песком. Один фильтр заполнен крупным песком (размер частиц менее 5000 мкм), другой – мелким (размер частиц более 100 мкм).

Блок аэрации и денитрификации состоит из полихлорвиниловых трубок диаметром 0,5 см, заполненных чередующимися кусочками гравия, древесного угля, известковых раковин и песком. Воздух про-дувается через трубки. Блок устанавливают в танк, оборудованный электродатчиком уровня воды, который при достижении критического значения включает насос.

Лотки заполняют на 2/3 глубины субстратом, состоящим из навоза (75 %) и мелкого песка (25 %). Затем вносят культуру червей в количестве 400 экз/м². Оптимальная скорость тока воды через лотки составляет 100 мл/мин.

Вытекающая из лотков вода содержит: органических веществ – 175, кислорода – 2,5, углекислоты – 7 мг/л, аммония – 95 мкг/л, pH – 4,4. После прохождения узла водоподготовки качество воды улучша-ется: концентрация кислорода достигает уже 4 мг/л, углекислоты – 2,2 мг/л, аммония – 16 мкг/л, pH – 5,6.

В связи с тем, что летальными для трубочника являются концентра-ции кислорода менее 2 мг/л, аммония – 100 мкг/л, а к четвертой цир-куляции эти показатели составляют соответст-венно 3 мг/л и 85 мкг/л и к тому же оставшиеся после фильтрации частицы размером около 100 мкм образуют постоянную взвесь в циркулирующей воде, весь объем воды после четвер-той циркуляции, т. е. через каждые четверо суток, меняют.

Производительность установки 5,6 кг в месяц трубочника при рас-ходе навоза 25 кг/кг червя и 193 л воды в месяц. Одним из существен-ных недостатков данного метода выращи-вания трубочника является вымывание током воды навоза и молодых червей из лотков. В отличие от проточного метода выращивания эта система требует и большего расхода наво-за на 1 кг трубочника – 25 против 18 кг.

Преимущество рециркуляционной установки состоит в значитель-ной экономии воды.

Контрольные вопросы

1. Какова пищевая ценность *Tubifex tubifex*?
2. Чем питаются трубочники?
3. Как размножается трубочник?
4. В каком возрасте трубочник достигает половой зрелости?
5. Что используют в качестве субстрата в установке замкнутого водоснабжения при куль-тивировании трубочника?
6. Охарактеризуйте установку для культивирования трубочника.
7. Дайте характеристику замкнутой системе культивирования тру-бочника.

Тема 16. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ АУЛОФОРУСА (*AULOPHORUS FURCATUS*)

Цель занятия: изучить биологические особенности и культивирование аулофоруса.

Задание: 1) изучить биологические особенности аулофоруса; 2) законспектировать техно-логию культивирования аулофоруса.

Материалы и оборудование: культура червя; бинокулярная лупа; чашки Петри; пред-метные стекла; пинцеты.

Новым кормовым объектом, который мог бы заинтересовать рыбоводные хозяйства и уже получившим признание у аквариумистов, является червь *Aulophorus furcatus* (рис. 34).

Aulophorus furcatus относится к семейству *Noididae* – водяные змейки. Обитают они на илистых грунтах в пресных водоемах, питаются илом, гниющими растениями и другой дос-тупной органикой. Длина взрослых особей 10–20 мм, толщина около 0,2 мм. Как большинст-во олигохет аулофорус – гермафродит. В отличие от трубочника половым путем размножа-ется редко. Обычно же взрослые особи делятся пополам или на большее число особей. Ха-рактерной особенностью аулофоруса является наличие жабр. Жаберные придатки располо-жены на расширении вокруг анального отверстия на конце тела. Аулофорус может образо-вывать колонии на питательном субстрате. Передняя часть тела червя погружена в субстрат, а задняя с жабрами находится в воде. Дыхательных колебаний, как трубочник, он не совер-

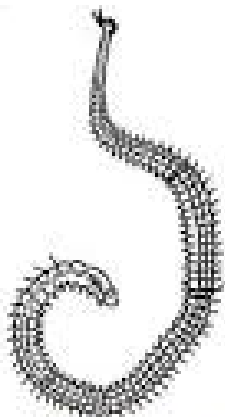


Рис. 34. Внешний вид *Aulophorus*

шает. Брошенные в сосуд с водой черви расплываются во все стороны, а в дальнейшем концентрируются небольшими клубочками у поверхности воды, вдоль стенок или на дне сосуда. Исходную культуру червей можно найти в сильно загрязненных природных водоемах (пробы тщательно отбирают под микроскопом).

Культивирование аулофоруса помогает разрешить проблему выкармливания мальков, особенно в зимнее время. На таком корме мальки растут очень быстро и по своим размерам различаются весьма незначительно. В колониях аулофоруса постоянно присутствует большое количество мельчайших водных животных – различных инфузорий, коловраток и прочих организмов, которые также являются отличным стартовым кормом.

Для небольшого аквариумного хозяйства культивировать червей удобно в прямоугольной столитровой емкости. Этого достаточно, чтобы обеспечить кормом 500–1000 мальков в месяц. Можно использовать и низкие кюветы с уровнем воды 1,0–1,5 см. Размеры кювет зависят от того, какое количество культуры необходимо. Лучше иметь несколько небольших кювет, чтобы сохранить культуру.

В лабораторных условиях в качестве корма используют морковь, травяную муку, крапиву, клевер, банановые корки, мякоть тыквы и т. д. Лучше использовать комбинированные смеси: травяная мука – 500 см³, клевер луговой – 300 см³, морковь – 100 см³, дрожжи пивные – 100 см³, дафния – 5 см³, минеральные удобрения – 2 г, глюкоза – 5 таблеток.

Все сухие составные части тщательно замешивают на крутом кипятке до консистенции очень густого теста. Затем смесь снова высушивают или хранят в таком виде в холодильнике.

Воду берут только из аквариума или водопроводную, отстоянную не менее двух суток. Черви отрицательно реагируют на свет.

Десятилитровую емкость заливают водой и устанавливают аэратор (иначе при большом количестве органики вода испортится и черви погибнут). На поверхность воды помещают рамку из пенопласта, на которую натянута сетка из капрона № 40–64 в один или несколько слоев. На сетку один раз в 2–3 дня кладут корм. Первую партию корма вносят одновременно с культурой червей. Для начала достаточно буквально 2–3 десятка особей, которые очень быстро разрастаются в колонию. На 10 л воды оптимальной является биомасса червей в 100–150 г. При большой плотности культура погибает. В процессе выращивания необходим постоянный отбор червей, что стимулирует их размножение.

Уход за культурой несложен. Оптимальная температура 25–28 °С. Основное требование – систематическая подкормка и смена воды. Корм следует давать понемногу, добавляя его по мере поедания. Воду надо менять через один-два дня (от 1/2 до 4/5 объема). Очень быстро вода приобретает темный зеленовато-коричневый оттенок, но на культивировании червей это не отражается. Культиватор нужно плотно закрывать стеклом. Как правило, черви концентрируются на нижней стороне плавающей кормушки или на дне. При недостатке кислорода они поднимаются вверх и розовыми клубками собираются у стенок и на поверхности кормушки. В это время удобнее всего брать червей для кормления рыб. Достаточно уменьшить аэрацию для получения необходимого количества червей. Перед скармливанием их рыбам червей помещают в небольшую пробирку, наполненную на 2/3 водой, где они собираются в клубочек. Если кормят рыб, которые берут корм в толще воды, клубочек разбивают. Для этого пробирку тщательно встряхивают, пока черви не распределятся равномерно в воде, а затем выливают содержимое в аквариум.

По скорости размножения аулофорус – рекордсмен. Через каждые пять суток количество червей удваивается, если есть колония червей биомассой 100–200 г, то без всякого ущерба из нее можно ежедневно изымать 20–40 г аулофоруса. Для самых молодых мальков червей можно порезать на кусочки, при этом несъеденные остатки червей могут регенерировать и превращаться в новую особь.

При разведении аулофоруса аквариумистами самым простым известным и популярным способом является культивирование его в полуводной среде на поролоновой губке, где выступающая часть губки остается не затопленной водой на 2–3 мм (рис. 35).



Рис. 35. Культивирование аулофоруса на губке

Губку укладывают в небольшой пластиковый контейнер обязательно с закрывающейся крышкой, в которой для поступления воздуха проделывают несколько небольших отверстий. В корм аулофорусам можно использовать спирулину, травяную муку, кусочки вареной моркови, кабачков, капусты, кожуру бананов и т. п.

Считается, что аулофорусы больше всего обожают овсяную муку. Кормить аулофорусов нужно небольшими порциями, рассыпав корм по поверхности губки. Повторно вносить корм необходимо только тогда, когда он полностью или почти полностью будет съеден. Если в корм используется овсяная мука или спирулина, насыпать их можно небольшими кучками в центр или в разных местах губки. На мокрой поверхности мука и спирулина быстро размокают и становятся доступными для поедания червями. Черви аулофорусы собираются вокруг корма и постепенно его съедают. По мере разведения червей корм поедается ими быстрее и кормление нужно повторять чаще.

При культивировании аулофоруса важно, чтобы отверстия были наименьшего диаметра, в контейнере не поселились пищевые конкуренты, например плодовые мухи, избавиться от которых будет непросто.

Для разведения аулофоруса лучше подходит вода аквариумная, а наливать ее нужно в контейнер столько, чтобы выступающая часть губки оставалась не затопленной водой на 2–3 мм. Черви аулофорусы живут в губке, заполняя ее микроскопические пустоты, но питаются они выбираются на не покрытую водой поверхность.

Уход за аулофорусом связан с частичной промывкой губки и полной подменой воды в контейнере.

Контрольные вопросы

1. Дайте краткую характеристику аулофорусу.
2. Какова оптимальная температура культивирования аулофоруса?
3. Как правильно проводить кормление червя?
4. Чем питается *Aulophorus furcatus*?
5. Как правильно скармливать аулофоруса рыбам?

6. Как часто и в каком объеме меняют воду при культивировании *Aulophorus furcatus*?
7. Назовите основные правила культивирования аулофоруса.

Тема 17. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И КУЛЬТИВИРОВАНИЕ НЕМАТОД (*NEMATODA*)

Цель работы: изучить состав и приготовление питательных сред для культивирования нематод.

Задание: 1) рассмотреть под микроскопом и зарисовать культуру микрочервя; 2) приготовить питательные среды для культивирования уксусной угрицы.

Материалы и оборудование: маточная культура уксусной угрицы; компоненты питательной среды (густо сваренная овсянка, молоко, хлеб, тертая морковь); кюветки с крышками (стекло); микроскоп; предметное и покровное стекла; пинцет.

Свободноживущие нематоды (тип *Nemathelminthes*, класс *Nematoda*) широко распространены в почве и различных водоемах. Некоторые из них благодаря малым размерам хорошо доступны личинкам рыб. Культивирование мелких нематод из родов *Panagrellus*, *Rhabditis* и *Turbatrix* осуществляется аквариумистами-любителями.

Уксусные нематоды (*Turbatrix aceti*, *Turbatrix silusae*) обычно заводятся в непастеризованном уксусе (рис. 36).

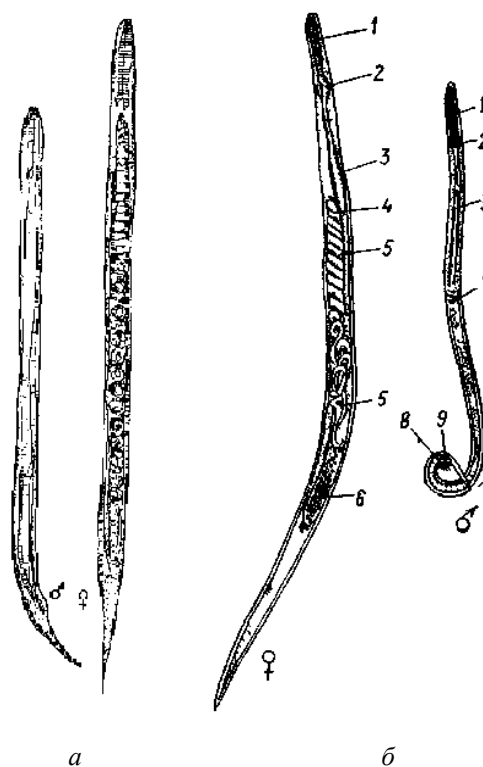


Рис. 36. Нематоды: а – *Turbatrix aceti*; б – *Panagrellus redivivus*:
1 – глотка; 2 – глоточное вздутие; 3 – кишечник; 4 – матка;
5 – эмбрионы на разных стадиях развития; 6 – яичник; 7 – семенник;
8 – спиккулы; 9 – клоака

Размер микрочервя, или уксусной угрицы, 1–2 мм. Они раздель-нополюые, живородящие. У самок яйца развиваются восемь дней. После развития яиц внутри самки хорошо видны скрученные спиралью молодые особи.

Живут и размножаются нематоды в условиях уксусного брожения. Культивируется микрочервь на кашицеобразном толокне, геркулесе, булке, смоченной в молоке или воде, на тертой моркови и т. д.

Для разведения используют эмалированные, стеклянные или пластмассовые кюветы с крышкой. Перед применением их необходимо сполоснуть кипятком. При культивировании микрочервя необходимо соблюдать стерильность, поскольку при обрастании кашицы плесневыми грибами культура микрочервя полностью гибнет.

На внутреннюю поверхность крышки кюветки приклеивают кусок поролона, который смачивают в воде, создавая таким образом влажную среду в кюветке. Кюветку устанавливают в наклонном положении. В нижнюю половину кюветки помещают сметанообразную массу толокна. Толокно предварительно заваривают в кипятке, размешивают, остужают и добавляют мелко натертую морковь, а также поливитамины. В качестве витаминных добавок можно использовать растертую внутреннюю часть таблетки гендевита, ревита, ундевита или премикс.

На поверхность этой кашицы наносится культура червя. Через 2–3 дня при температуре 20–22 °С происходит бурное развитие микрочервя. Червячки выползают на влажные участки стенок и свободные части дна кюветки, оттуда их снимают кисточкой и переносят в стакан с водой для отмывания от кислоты.

Перезарядку культуры делают через 1–3 месяца (когда сметанообразная масса становится жидкой).

Микрочервя также разводят на густо сваренной овсянке, на каше, состоящей из хлеба и молока, или мякише белого хлеба. Мякиш белого хлеба мочат в кипятке, отжимают и помещают в кюветку. На его середину помещают культуру и закрывают стеклом.

Отлично разводится червь на тертой моркови. Для этого морковь ошпаривают кипятком, натирают на мелкой терке, отжимают от сока и помещают в кюветку. Далее на нее помещают промытых микрочервей. Они быстро размножаются, имеют красный цвет и хорошо поедаются мальками всех видов рыб.

Недостатком этого метода является быстрое протухание или застание моркови плесневыми грибами. Хороших результатов можно добиться при добавлении моркови в другие среды.

Можно разводить червя на тертом сыре. Для этого кусочки торфа хорошо вываривают и укладывают в один слой в кюветку, вносят культуру червей, посыпают тертым сыром, увлажняют из пульверизатора и прикрывают крышкой. Периодически в кюветку необходимо вносить свежий сыр и увлажнять ее.

Очень популярен способ разведения уксусной угрицы на кефире. Обычный глиняный горшок наполняют смесью: 50 % чернозема, 30 % песка, 20 % торфа и мха. Все компоненты кипятят отдельно 10 минут и затем перемешивают. Для постоянного увлажнения ставят культуру на блюде с водой, сверху на смесь помещают культуру, заливают тонким слоем кефира и накрывают горшок стеклом. Червей подкармливают кефиром несколько раз в неделю.

Скармливать микрочервя малькам, которые держатся в толще воды, необходимо небольшими дозами, так как они быстро оседают на дно.

Панагрелл (*Panagrellus redivivus*) встречается в местах избыточной влажности: под пивными бочками, на свалках среди гниющей растительности, в бродящих субстратах (см. рис. 6.1).

Размер его 1,5–2,5 мм. Существует половой деморфизм: самцы мельче, стройнее самок, имеют загнутую в спираль хвостовую часть. В культуре на одного самца приходится четыре самки, при угасании культуры – две. Половозрелость наступает на 3-й день, черви живородящие. Развитие яиц при температуре 20–22 °С длится 2–2,5 суток. В пищу используют овсяную или ячневую крупу, заваренную в виде кашицы. Обычно в 1 л кипящей воды вносят 200 г овсяной муки, или 150 г овсяной крупы, или 300 г фуражного овса, или 250 г ячменной муки и варят эту массу 7–10 минут (фуражный овес – 40–50 минут), затем остужают. Можно использовать вареные овощи с микродобавкой молока, витаминов, печеночного экстракта. Методика культивирования, как у микрочервя. Пересев культуры проводят через 20–40 дней.

Контрольные вопросы

1. Назовите особенности биологии нематод.
2. Как происходит размножение нематод?
3. Какие среды применяются для культивирования уксусной угрицы?
4. Как часто производится перезарядка культуры микрочервя?
5. Какова оптимальная температура культивирования нематод?
6. Существует ли половой деморфизм у нематод и в чем он выражается?
7. Что свидетельствует об угасании культуры панагрелла?

Тема 18. БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ДРОЗОФИЛЫ КАК ОБЪЕКТА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Цель занятия: изучить и усвоить особенности культивирования дрозофилы.

Материалы и оборудование: стеклянные емкости не менее чем на 2 л, крышки для емкостей, компоненты питательных сред (кожура от банана, порченные яблоки, варенье, желатин (6 г), манная крупа (40 г), сахар (30 г), дрожжи (30 г), вода (1 л), полоски плотной бумаги, электроплита, культура плодовой мушки, лупа, чашки Петри.

Задание: 1) изучить и законспектировать особенности биологии дрозофилы; 2) овладеть методикой приготовления питательных сред для культивирования дрозофилы; 3) приготовить питательные среды для выращивания плодовой мушки; 4) рассмотреть под микроскопом дрозофилу, отобрать двух половозрелых особей и зарисовать; 5) заложить опыт.

Мелкая плодовая мушка – дрозофила (*Drosophila melanogaster*) – хороший корм для живородящих рыб и мальков. Она относится к типу членистоногих, подтипу трахейнодышащих (*Tracheata*), семейству дрозофилы (*Drosophilidae*) (рис. 37).

Они часто появляются в массе на порченных фруктах и овощах. Это весьма мелкие (длина тела 1,5–4 мм), очень нежные насекомые. В качестве корма могут быть использованы как взрослые насекомые, так и их личинки. Личинка белого цвета, размер ее не превышает 3,5 мм.

Содержать дрозофил лучше в 3–5-литровых банках, закрытых полиэтиленовой крышкой с двумя отверстиями. Одно отверстие надо закрыть марлей, в другое вставляется стеклянная трубочка, противоположный конец которой закрепляется в отверстии в стекле, которым прикрыт аквариум.

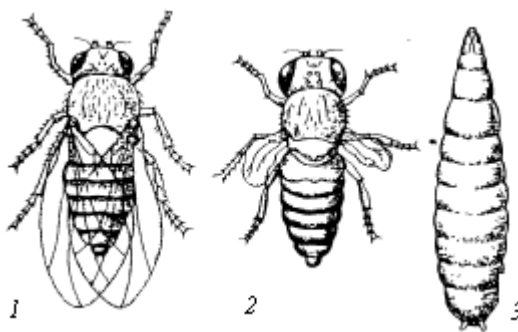


Рис. 37. Плодовая мушка– дрозофила:
1 – крылатая; 2 – бескрылая; 3 - куколка

При температуре 20–24 °С первое поколение мушек из отложенных яиц появляется через 7–10 дней. Яйца мух можно собрать и хранить в холодильнике. Помещенные в банку, установленную в теплое место, они дадут новое поколение мух.

В качестве кормового субстрата для выращивания дрозофилы можно использовать порченные фрукты, особенно яблоки, груши, кусочки банана, гниющие листья капусты, сладкие каши, сваренные на воде.

Для усиления окраски мальков и взрослых рыб желательно добавлять в рацион личинок мушек, выращенных на мелко натертой моркови.

Существуют и более сложные кормовые смеси для мушек. Использование их позволяет стабильно получать более полноценных в пищевом отношении дрозофил.

Рецепт питательной среды: желатин или агар – 6 г, манная крупа – 40 г, сахар – 30 г, дрожжи – 30 г, вода – 1 л. Вначале необходимо вскипятить воду и всыпать манную крупу, сахар и варить 1 ч. Желатин замочить предварительно в холодной кипяченой воде на 3 ч. После разбухания желатин необходимо добавить в горячую смесь и затем остудить среду до температуры 30 °С. После этого добавить дрожжи. Остывшая плотная среда со временем разжижается, поэтому в сосуд помещают полоски бумаги, чтобы мушки не утонули. Перед скармливанием сосуд с мухами или пакет помещают в холодильник на 15 мин, чтобы мухи «уснули». «Уснувших» мух стряхивают в аквариум. Смесь такого состава позволяет вырастить 2–3 поколения мушек.

Контрольные вопросы

1. Какова оптимальная температура культивирования дрозофилы?
2. Что используется в качестве субстрата для выращивания мушки дрозофилы?
3. Как правильно использовать мушек в качестве корма?

Тема 19. СИСТЕМАТИКА И ОСОБЕННОСТИ ВНЕШНЕГО СТРОЕНИЯ РЕЧНЫХ РАКОВ

Цель занятия: изучить систематическую принадлежность, ареал распространения, внешнее строение, систематические признаки и половой диморфизм длиннопалых раков.

Материалы и оборудование: живые (фиксированные) самцы и самки речных раков, подносы, пинцеты, весы, линейки, штангенциркули.

Задание. 1) Изучить и записать в тетрадь систематическую принадлежность длиннопалого рака; 2) оформить в виде таблицы систематические признаки широкопалого и длиннопалого раков; 3) оформить в виде таблицы половые признаки речных раков; 4) изучить внешнее строение длиннопалого рака.

Систематическая принадлежность. Длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus* Esch.) является представителем класса ракообразных (*Crustacea*), подкласса высших ракообразных (*Malacostraca*), отряда десятиногих (*Decapoda*), семейства речных раков (*Astacidae*), рода *Astacus*.

Длиннопалый рак (*Astacus leptodactylus*). Клешни узкие, вытянутые, без конических бугорков на неподвижном пальце. Плевры абдомена узкие с хорошо развитым шипиком. Рострум длинный, параллельные края роострума вооружены острыми и довольно крупными шипиками, поверхность между ними ребристая. Бока щита с шипами.

Широкопалый рак (*Astacus astacus*). Клешни широкие сильные с выемкой на внутренней стороне неподвижного пальца, между плотно сжатыми пальцами всегда есть просвет. Плевры абдомена на дистальных концах без шипиков, закругленные. Рострум плоский, широкий, края роострума без зубцов, поверхность между ними плоская. Бока щита без шипов.

Окраска длиннопалых раков варьирует от зеленоватой до коричневатой и зависит от окружающей среды и физиологического состояния. Так раки, обитающие на илистых грунтах имеют темную окраску, на песчаных – светлую. По наблюдениям ученых перезимовавшие раки имеют более темную, почти черную окраску; раки после линьки – светло-зеленую.

Голова и грудь рака покрыты общим щитом – карапаксом, передняя часть которого вытянута в рострум (рис. 38). По бокам основания роострума располагаются глаза. На карапаксе имеются три борозды, затылочная и две жаберно-сердечные, ограничивающие сердечную область. Боковые части карапакса (бранхиостегиты) прикрывают полости, в которых расположены жабры. Голова несет пять пар придатков – антеннулы, антенны, мандибулы, максил-

лулы и максиллы. Антеннулы и антенны богаты чувствительными щетинками и служат органами чувств. Мандибулы, максиллулы и максиллы находятся по бокам рта и служат для размельчения и отфильтровывания пищи.

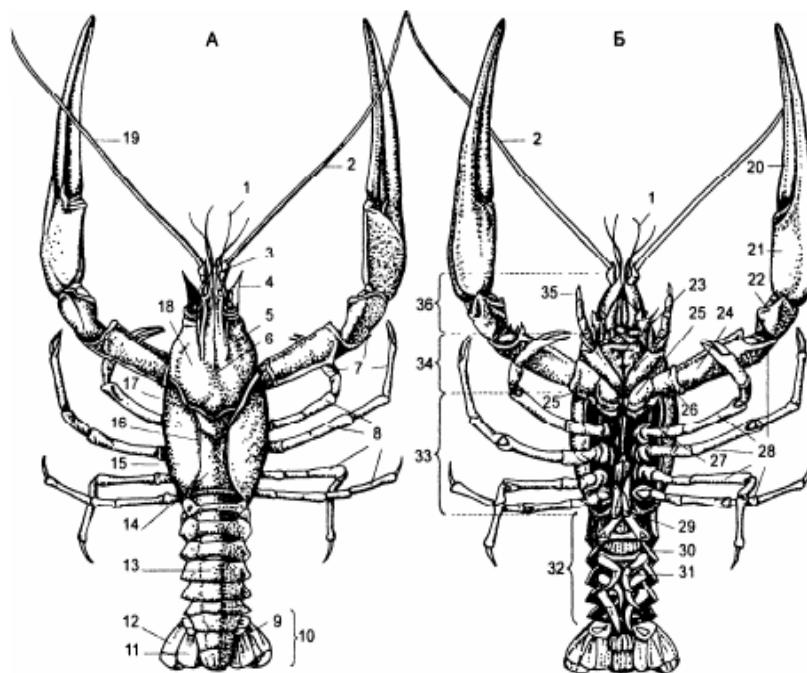


Рис. 38. Длиннопалый рак с дорсальной (А) и вентральной (Б) сторон

1 – антеннула, 2 – антенна, 3 – рострум, 4 – экзоподит, 5 – глазные вырезки, 6 – зона желудка, 7 – хелипеды, 8 – ходильные ноги, 9 – тельсон, 10 – уropоды, 11 – эндоподит, 12 – экзоподит, 13 – тергит, 14 – сердечная зона, 15 – бранхиостегиты, 16 – жаберно-сердечная борозда, 17 – затылочная борозда, 18 – карапакс, 19 – флагеллум, 20 – дактилоподит, 21 – проподит, 22 – карпоподит, 23 – мандибула, 24 – мероподит, 25 – базиподит, 26 – ишиоподит, 27 – коксоподит, 28 – ноги, 29 – гоноподы, 30 – стернит, 31 – плавательная ножка, 32 – брюшко, 33 – торакс, 34 – гнатоторакс, 35 – третья ногочелюсть, 36 – протоцефалон.

Грудной отдел локомоторный. Из восьми пар грудных ног первые три пары – это двуветвистые ногочелюсти (удерживают и отцеживают пищу), три следующие пары ног одноветвистые: ходильные и одновременно хватательные с клешнями на конце. Вместе с тем, все грудные конечности рака выполняют дыхательную функцию.

Брюшной отдел состоит из нескольких сегментов и тельсона. Каждый сегмент с дорсальной стороны прикрыт выпуклой пластинкой тергитом, а по его бокам располагаются боковины – плевры. На брюшке имеются двуветвистые конечности. У самцов первые две пары брюшных ног изменены в копулятивные органы, остальные – плавательные. У самок первая пара ног редуцирована, а остальные брюшные ножки служат для плавания и вынашивания икры и молоди. Последняя пара брюшных ног имеет форму сдвоенных широких пластинок (уроподы). Вместе с тельсоном уropоды образуют «плавник». Подгибая и расправляя мускулистое брюшко с «плавником», речной рак плавает задом наперед, а ползает по дну на пяти ходильных ногах в любом направлении.

Центральную нервную систему подразделяют на надглоточный ганглий (головной мозг), два глоточных, подглоточный (синганглий), 5 грудных и 6 брюшных ганглиев. Стебельчатые глаза состоят из большого числа глазков - омматидиев, количество и размеры которых с возрастом увеличиваются.

Пищеварительная система состоит из пищевода, желудка, средней кишки, задней кишки и гепатопанкреаса. Пищевод начинается ротовым отверстием, которое находится в передней части головогруды на вентральной стороне. Пищевод представляет собой короткую трубку, выстланную хитиновой кутикулой, которая переходит в объемистый желудок. Желудок раз-

деляется на две камеры – кардиальную и пилорическую. К стенкам кардиальной камеры прикреплены три мощных хитиновых зуба, образующие «желудочную мельницу», размалывающую пищу уже частично размельченную мандибулами. В боковых стенках кардиальной камеры имеются углубления, в которых помещаются богатые известью дисковидные жерновки – гастролиты. После линьки они перевариваются, а содержащаяся в них известь используется для построения нового панциря. Средняя кишка короткая. На ее границе с пилорической камерой желудка расположена большая двулопастная пищеварительная железа (гепатопанкреас), в которой вырабатываются пищеварительные ферменты. В желудке пища размельчается, фильтруется и переваривается. Задняя кишка имеет вид прямой трубки. Анальное отверстие помещается на брюшной стороне тельсона.

Продукты обмена удаляются через органы выделения – парные железы, расположенные у основания головы и открывающиеся наружу у основания усиков.

Органами дыхания длиннопалого рака служат кожные жабры в форме перистых выростов. Жабры находятся на грудных конечностях и в стенке тела в жаберных полостях под карапаксом.

Кровеносная система не замкнута, состоит из сердца пятиугольной формы с перикардом (околосердечной сумкой), артерий, синусов и вен, несущих обогащенную кислородом кровь к сердцу. Кровь бесцветна, так как кровяные тельца связывают кислород не с помощью железа, а с помощью меди.

Речные раки раздельнополы причем половой диморфизм хорошо выражен. Одновозрастной самец крупнее самки и его отличает более мощные клешни и узкое брюшко. Однако эти признаки не у всех экземпляров выражены отчетливо. Наиболее надежным признаком является месторасположение половых отверстий (рис. 39). Половые отверстия у самца открываются наружу у основания пятой пары ходильных ног, у самки – у основания третьей пары. Кроме того, у самца две передние пары ножек брюшка (гоноподы) развиты сильнее и загнуты вперед. У самок первая пара брюшных ножек недоразвита, остальные крупнее, чем у самцов. Половые органы самца включают семенники, семяпроводы и семяизвергательные каналы; половые органы самок – яичники и яйцепроводы.



Рис. 39. Половой диморфизм длиннопалого рака
а – развитие брюшных ножек; б – половые отверстия

Особенности роста длиннопалого рака. Измерение раков выполняют линейкой, штангенциркулем в соответствии со схемой (рис. 40).

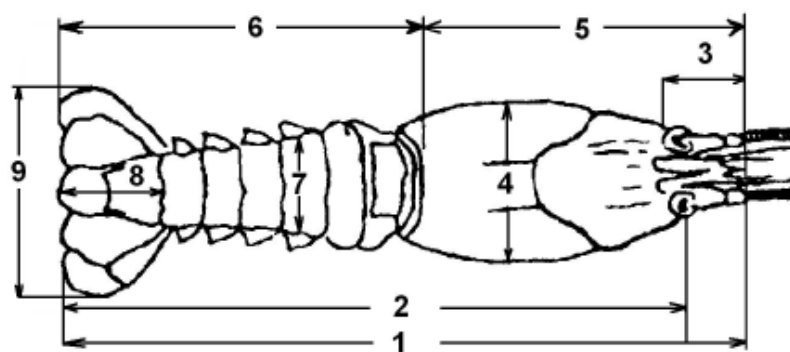


Рис. 40. Промеры тела рака

1 – длина полная; 2 – длина промысловая; 3 – длина рострума; 4 – ширина головогруды;
5 – длина головогруды; 6 – длина брюшка; 7 – ширина брюшка у начала плевр 3-го сегмента;
8 – длина тельсона; 9 – ширина тельсона.

Особенности роста длиннопалого рака в белорусском Поозерье подробно изучены Бонадысенко А. П. и представлены в таблице 14.

Таблица 14 - Зависимость между возрастом, длиной и массой тела длиннопалого рака в водоемах белорусского Поозерья

Возраст	Самцы		Самки	
	Длина, мм	Масса, г	Длина, мм	Масса, г
Годовик (1)	45-48	не указана	42-46	не указана
Двухлеток (1+)	68	6,8-8,5	66	6,5-8,1
Трехлеток (2+)	89	21,5	86	20,0
Четырехлеток (3+)	99	31,5	97	30,0
Пятилеток (4+)	104	35,5	103	34,0
Шестилеток (5+)	110	39,0	108	37,0

Темп роста молодежи раков зависит от кормовой базы, площади мелководий, химический состава воды, среднегодовой температуры воздуха и воды.

Контрольные вопросы

1. Опишите внешнее строение пресноводного рака.
2. Расскажите о систематическом положении раков.
3. По каким признакам можно определить пол у раков?

Тема 20. ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ДЛИННОПАЛОГО РАКА

Цель занятия: изучить биологические особенности культивирования пресноводных раков.

Материалы и оборудование: живые (фиксированные) экземпляры речных раков, препараты с фиксированной рачьей икрой, фиксированные личинки раков 1–3 стадий развития.

Задание: 1) выписать в тетрадь основные биологические особенности культивирования пресноводных раков; 2) рассмотреть на препаратах различные стадии развития раков.

В длину самцы могут достигать 20–25 см при массе до 300 г, хотя обычно до 100 г, самки несколько мельче. Согласно Бродскому С.Я. максимальная длина самца длиннопалого рака составляет 20,2 см при массе 320 г, самки – 20 см при массе 250 г. Кулеш В.Ф., Алехно-

вич А.В., Прищепов Г.П. приводят максимальную длину самцов длиннопалого рака в водоемах Беларуси 17–18 см.

Продолжительность жизни до 20 лет. Половозрелость у самцов наступает в конце третьего, а у самок – в конце четвертого года жизни при длине тела 6,5–8 см. В Беларуси спаривание раков происходит в октябре–ноябре в течение 2–3 недель. Факторами, стимулирующими спаривание, являются снижение температуры и освещенности. В связи с различным месторасположением половых отверстий у самцов и самок, самец должен быть на 1–2 см больше самки. Самец, отыскав самку, опрокидывает ее на спину, обхватывает ходильными ножками и с помощью гоноподов выбрасывает сперматофоры. Икрометание происходит спустя 10–25 суток после спаривания.

Плодовитость речных раков представляет собой приспособительное свойство вида к условиям существования и зависит от возраста, размера самок, кормовой базы и географического расположения водоема. У речных раков различают плодовитость абсолютную и рабочую. Абсолютная плодовитость – первоначальное количество яиц, продуцируемых самкой во время их откладки; рабочая плодовитость – количество яиц на плеоподах самки непосредственно перед выклевом личинок. Рабочая плодовитость всегда ниже абсолютной, поскольку часть яиц, по различным причинам, в ходе эмбриогенеза теряется.

Так у самок широкопалого рака длиной 9,0–9,9 см абсолютная плодовитость составляет 163 икринки, длиннопалого – 174, а у самок длиной 10,0–10,9 см – соответственно 243 и 270 икринок. Выживаемость икры низкая (от 40 до 50 %). В среднем рабочая плодовитость самок широкопалого рака не превышает 100 шт., а длиннопалого – 150 шт. Окраска яиц различна; у оплодотворенных живых – фиолетово-коричневая, у неоплодотворенных и мертвых – желтая. Свежеотложенные яйца имеют диаметр 2–3 мм. Продолжительность развития икры составляет 1300 градусо-дней. В естественных условиях это соответствует 8 месяцам (около 240 суток). Все это время самки ритмично двигают плеоподами, снабжая яйца свежей водой и очищая их от паразитов и плесени. Причем на начальных стадиях развития икры самка взмахивает брюшными ножками очень редко, а на поздних частота движений значительно увеличивается.

Выклюнувшаяся личинка (личинка I стадии) удерживается на брюшке матери вначале на гиалиновой нити, затем (через 2–3 дня) с помощью клешней. На этой стадии личинка не похожа на взрослого рака и питается запасами желтка. Первая линька происходит на 5–8 день после выклева. После нее рачок (личинка II стадии) приобретает вид взрослого рака и переходит на экзогенное питание. Вторая линька происходит на 18–20 день после выклева. После второй линьки рачки (личинки III стадии) покидают брюшко матери и начинают вести самостоятельную жизнь. С этой стадии развития, существует серьезная опасность гибели рачков от каннибализма. Молодь раков в первый год жизни линяет около 8 раз, во второй год – 5. Половозрелые раки линяют реже – до двух раз в год, причем самки линяют один раз, самцы – два раза.

По способу питания раки – полифаги, по образу жизни – сумеречные и ночные животные. Но в зависимости от возраста, сезона года и физиологического состояния соотношение растительной и животной пищи изменяется. Так основу пищи взрослых раков составляет растительность; хара, элодея, рдесты, уруть, роголистник. Однако после зимовки, линьки, перед размножением раки в большом количестве потребляют животную пищу (моллюсков, личинок, мертвых рыб). Молодь раков предпочитает пищу животного происхождения (простейшие, коловратки, ветвистоусые, личинки хирономид). Кормовые организмы, используемые в пищу речными раками, представлены на рисунках 41, 42.



Рисунок 41 – Кормовые растения раков:
1 – элодея; 2 – роголистник; 3, 4 – рдесты;
5 – хвощ; 6 – частуха; 7 – камышевник;
8 – уруть; 9 – ряска; 10 – тростник

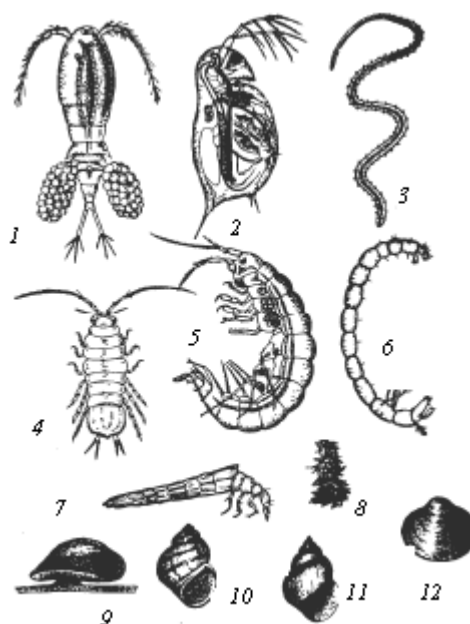


Рисунок 42 – Кормовые животные раков:
1 – циклоп; 2 – дафния; 3 – трубочник; 4 – водяной ослик; 5 – бокоплав; 6 – личинка хирономид; 7, 8 – личинки ручейников; 9 – дрейссена; 10, 11 – живородка; 12 – шаровка.

Оптимальный температурный диапазон для питания взрослых широкопалых раков 17–21 °С и для молоди – 18–23°С. Суточный рацион для половозрелых особей колеблется от 0,3 до 4% массы тела и составляет в среднем около 1%, для молоди он несколько выше.

Контрольные вопросы

1. Какие максимальные размеры самок и самцов речных раков?
2. В каком возрасте наступает половозрелость длиннопалого рака?
3. Когда происходит спаривание раков и откладка икры?
4. Сколько составляет продолжительность развития рачьей икры?
5. Какова абсолютная и рабочая плодовитость *Astacus astacus* и *Astacus leptodactylus*?
6. Спектр питания раков.

Тема 21. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ РАКОВ В ВОДОЕМАХ. МЕЧЕНИЕ РАКОВ

Цель занятия: освоить методику оценки численности и мечения пресноводных раков.

Материалы и оборудование: живые (фиксированные) экземпляры речных раков.

Задание: 1) зарисовать в тетрадь ключ для мечения раков.

При организации промысла раков, прежде всего, необходимо располагать сведениями по численности раков. Без данных о численности как одного из основных параметров популяции нельзя решать вопросы, связанные с организацией рационального стабильного промысла, невозможно выяснить характер и особенности динамики отдельных популяций. Также для комплектования маточного стада раков отлавливают в естественных водоемах. При этом норма вылова определяется от общей численности популяции. Поэтому очень важно определить количество раков в водоеме.

Перед тем как начать оценивать численность, необходимо установить распространение раков в водоеме. Следует выяснить, в каких биотопах встречаются раки. Далее выделить районы, где уло-

вы раков на одно усилие примерно одинаковы, и на этой основе наметить места для проведения работ по оценке численности.

Под уловом на одно усилие следует понимать количество раков, пойманных за одни сутки одной раколовкой.

Оценку общей численности проводят следующим образом: определяют численность особей на единицу площади в конкретных биотопах, и далее, зная площадь, которую занимает каждый биотоп, выходят на численность популяции. Определение границ распространения раков внутри водоема является сложной задачей. В водоеме раки распределяются неравномерно, предпочитая одни места и избегая других. Их численность зависит от наличия подходящих условий обитания. В зависимости от особенностей мест обитания раков, сезона года, физиологического состояния раков их распределение в водоеме будет изменяться, что необходимо учитывать при оценке их численности в водоеме.

Раки не только проводят время в укрытиях, но и перемещаются в поисках пищи. Поиск пищи у них, как у сумеречных животных, осуществляется в ночное время суток. Места, где раки находят пищу, также следует учитывать при определении плотности. Обычно в ночное время суток раки мигрируют на мелководья, где нет четко представленных укрытий, но есть пищевые объекты, а с наступлением дня возвращаются в свои убежища или норы. Таким образом, часть водоема, в котором речные раки копают свои норы, находят укрытия и пищу, называется «полезной для рака площадью». Все расчеты плотности популяции раков следует относить именно к этой части водоема. Как правило, полезная для раков площадь водоема простирается до глубин 5–7 м.

Последовательность действий по оценке распределения раков следующая:

1. Выделяются однотипные местообитания раков, которыми могут быть: а) места с резким свалом глубин; б) мелководные заливы; в) места обильного произрастания погруженной водной растительности; г) сильно захламленные места; д) литораль с примерно схожими характеристиками произрастающей надводной и погруженной высшей водной растительности.

Площадь однотипных биотопов оценивается общепринятыми методами: площадь биотопа определяется инструментально либо оценивается доля данного биотопа в общей площади водоема.

2. В каждом из выделенных биотопов проводятся работы по установке раколовки и оценке средних уловов раков на одну ловушку в сутки.

3. Биотопы, которые характеризуются схожими значениями уловов на одну ловушку, объединяются, и определяется общая площадь таких мест обитания раков.

4. Для биотопов с одинаковыми уловами раков на одно усилие (ловушку) проводятся работы по оценке численности путем мечения особей и повторного их отлова.

5. В биотопах с одинаковыми уловами раков на одну ловушку выделяются контрольные площадки, и определяется плотность раков на контрольных площадках. Плотность раков облавливаемой части популяции определяется делением всего количества раков на облавливаемую раколовками площадь.

Полученные данные по численности раков на 1 м^2 на контрольных площадках перемножаются на площадь биотопов, для которых они были определены. Путем сложения численности раков в отдельных биотопах определяется общая численность раков в водоеме.

Для определения численности раков в водоеме существуют различные методы. Одним из них является метод площадей. Принцип его заключается в том, что количество добытых на определенной площади раков относится ко всей полезной площади водоема, т. е.

$$N = Qx/kq,$$

где N – количественная оценка популяции раков; Q – полезная площадь водоема; x – средний улов на один замет орудия лова; k – коэффициент уловистости, орудия лова, равный отношению количества раков в улове ко всему количеству раков, находящихся в зоне облова; q – площадь зоны одного облова.

Полезная площадь – прибрежная полоса до глубин 4–6 метров, где раки находят для себя убежище. Определяется этот показатель, исходя из длины береговой линии, умноженной на ширину этой полосы.

Другим методом оценки численности является учет при помощи мечения. В основе метода мечения и повторного отлова лежит предположение, что меченое животное имеет такую же вероятность быть отловленным, как и немеченое. Он заключается в следующем. Отлавливается выборка животных численностью M , каждое животное метится и выпускается обратно. Спустя некоторое время в тех же местах отлавливается новая выборка животных объемом n , и среди них отмечается количество ранее меченных m . Таким образом, основывается этот способ на допущении, что число меченых раков также относится к числу меченных пойманных, как количество всей рачьей популяции к количеству добытых раков, т. е.

$$N / M = n / m,$$

откуда

$$N = M \cdot n / m,$$

где N – общее количество раков на исследованном участке;

M – количество всех меченых раков, экз.;

n – количество всех вновь пойманных раков, экз.;

m – количество вновь пойманных меченых раков, экз.

При применении этого способа необходимо, чтобы выборка пойманных раков была достоверной, а время, прошедшее с мечения до повторного вылова, было достаточным для равномерного расселения меченых особей.

Метки могут быть либо индивидуальными (кодowo-номерными), либо унифицированными для группы животных в целом. Важными особенностями, как самой метки, так и всей процедуры мечения в целом являются следующие:

- процедура мечения должна быть относительно проста и не оказывать отрицательного влияния на все процессы жизнедеятельности меченого организма;
- метки должны быть относительно долговечными и не теряться во время эксперимента;
- все метки должны легко определяться и читаться;
- сами метки не должны изменять поведение животных и повышать вероятность быть обнаруженными хищниками;
- наличие метки не должно оказывать влияния на вероятность отлова данной особи. Все меченые особи отлавливаются с равной вероятностью с немечеными особями;

В качестве меток можно делать небольшие срезы края уropод или других краевых частей хитиновых покровов раков.

Срез частей хитинового покрова не единственный способ мечения раков можно использовать прижигание. Электрическим прибором прижигают верхнюю часть карапакса раков. В результате прижигания на хитиновых покровах раков остаются темные точки, которые сохраняются даже после линьки. Также для мечения раков можно использовать резиновые кольца, которые надеваются на ходильные ноги. Резиновое кольцо прочно удерживалось и сохранялось до линьки раков.

На современном этапе научных исследований раков можно метить микрочипами и считывать информацию с них, а также обозначать эластичными цветными метками, которые сохраняются на животных и после линьки. Ракам даже вживляют миниатюрные передатчики и отслеживают их перемещение.

Контрольные вопросы

1. Как проводят оценку общей численности речных раков на определенной площади?
2. Как определяется полезная площадь?
3. Объяснить принцип метода площадей при определении численности раков.
4. Сущность метода мечения.

Тема 22. ТЕХНИКА ДОБЫЧИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ РАКОВ

Цель занятия: изучить условия, способы и орудия лова пресноводных раков.

Материалы и оборудование: макеты раколов, рисунки, плакаты.

Задание: 1) зарисовать основные орудия, используемые при ловле раков; 2) записать сроки лова речных раков.

Лов раков. В Республике Беларусь установленные сроки запрета на лов длиннопалого рака по областям следующие: Брестская и Гомельская области с 20 марта по 18 мая, Минская, Могилевская и Гродненская – с 1 апреля по 30 мая, Витебская – с 10 апреля по 8 июня, яйценосных самок в течение всего года, особей с длиной тела менее 10,5 см. Лов раков запрещен с использованием осветительных приборов и плавательных средств в темное время суток, при ловле в личных целях с использованием более трех раколов на человека, а также с оставлением раколов без надзора. Допустимый любительский улов длиннопалого рака на человека в сутки составляет 2 кг, полосатого – не ограничен. Лов широкопалого рака запрещен, так как он внесен в Красную Книгу Республики Беларусь с 1981 года.

Существует множество способов (лов руками, ловушками, ужение) и орудий добычи пресноводных раков.

Ужение раков. Это один из старинных способов лова раков также как и лов руками. Особенностью ужения раков является то, что рак может в любой момент отцепиться от приманки. К палке длиной в 1–2 м привязывают леску с приманкой. Заостренный конец палки втыкают в береговой откос или дно водоема. Одновременно может использоваться несколько десятков удочек, расположенных на расстоянии 5–15 м друг. Участок лова обычно не должен превышать 100–200 м по длине, чтобы можно было вовремя проверить удочки, пока раки не успели съесть приманки. При проверке удочек леску поднимают медленно и плавно, чтобы вцепившийся рак не отцепился, а поднялся ближе к поверхности воды, где добычу снизу подхватывают сачком. Разновидностью этого способа является лов с помощью закидушки, жерлицы, палки.

Лов раколовками. По конструктивным особенностям раколовки делятся на *открытые, полузакрытые и закрытые* (рис. 43).

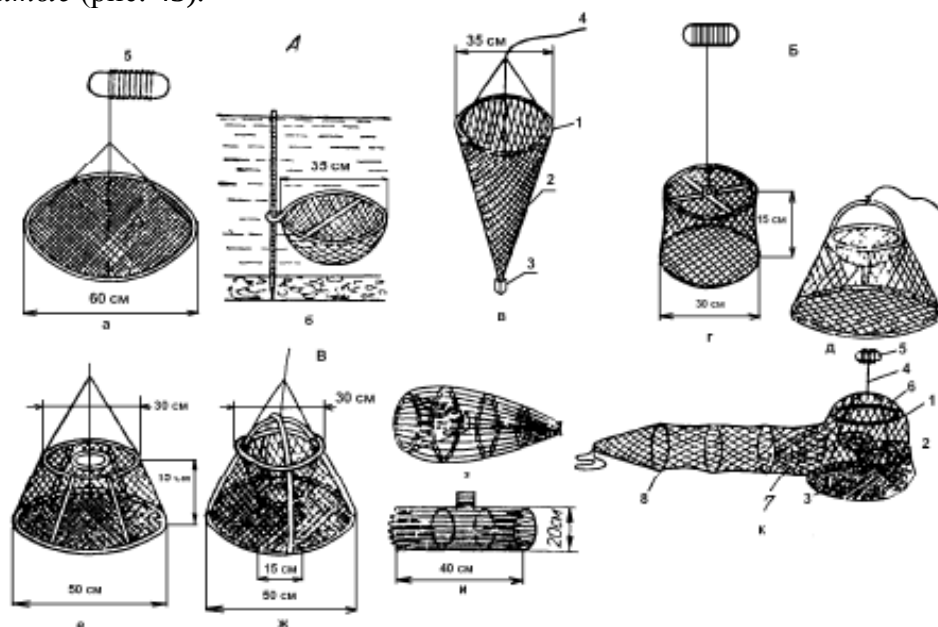


Рис. 43. Орудия для лова раков:

А – открытые, Б – полузакрытые, В – закрытые раколовки. а, б – хватка; в – круглая сеточка (1 – кольцо, 2 – мешок, 3 – груз, 4 – линь, 5 – поплавок); г – раколовка с двумя кругами; д, е, ж – раколовки на распорках; з – верша; и – буч; к – раколовка с крылом (1 – каркас, 2 – вход, 3 – карман для приманки, 4 – линь, 5 – поплавок, 6 – дель, 7 – вход в крыло, 8 – крыло)

Наиболее простейшие из них (*а, б, в*) представляют собой сетку, натянутую на металлический круглый обруч. В центре сетки привязывают груз для оттяжки. Диаметр обруча обычно 50 см. К обручу на равном расстоянии крепят 3–4 тонких шнура одинаковой длины и соединяют их общим узлом, к которому привязывают лить для опускания и подъема снасти. Шнур для вытаскивания рачевни привязывают к буйку или шесту, воткнутому в откос берега. Лов основан на том, что рак, вцепившийся в приманку, не успевает выбраться из ловушки при подъеме ее из воды. Более эффективно использование раколовки с двумя обручами, расположенными друг над другом на расстоянии 5–10 см. Ловушка, опущенная на дно, складывается, а при вытаскивании из воды натянувшаяся между обручами сетка мешает раку выползти из ловушки.

При промысловом лове используют ловушки *закрытого типа*. Связано это с большой уловистостью и высокой автономностью их работы. Размеры ловушек зависят от величины запасов раков в водоеме. По расположению горловины их подразделяют на два основных типа: *стоячие и лежащие*. В стоячей ловушке горловина расположена в верхней части, в лежащей – в одной или двух боковых стенках. Стоячие ловушки имеют одну горловину, конусную, пирамидальную или полусферическую форму. Их опускают на дно в вертикальном положении, горловиной кверху. В настоящее время из стоячих раколовки наиболее распространена купольная ловушка. Приблизительные размеры: диаметр обруча дна – 35–45 см, диаметр горловины – 10–15 см, высота – 15–30 см. Нижний обруч соединяется с верхним 4–6 кусками проволоки. С внутренней стороны горловины для повышения уловистости обычно прикрепляют круглый ободок (воротничок) шириной 25 см из жести или пластика. Лежащие ловушки по форме бывают *цилиндрические, полуцилиндрические и трехгранные*. В старину каркас цилиндрических ловушек изготавливали из прутьев ивы, в современных моделях каркас сделан из спиральной стальной проволоки, которая позволяет перевозить ловушку в складном состоянии. Обычная длина цилиндрической ловушки 40–50 см, высота – 15–25 см, диаметр горловины – около 10 см. Изнутри горловины соединяются друг с другом шнурками (3–4 штуки), которые могут проходить прямо или крест-накрест. Благодаря этому создается дополнительное препятствие для раков, пытающихся выбраться из раколовки. Каркасом трехгранной ловушки служат треугольники, сделанные из металлических или деревянных прутьев, и три опоры, соединяющие стороны треугольников. Каркас обычно обтягивают сеткой. Длина ловушки – 40–50 см, высота – около 20 см. Горловины расположены по середине торцевых треугольников. Ловушку опускают на дно на одну из ее граней. Недостаток ловушки подобного типа заключается в том, что она не складывается. Каркас полуцилиндрической раколовки состоит из трех полукруглых обручей, соединенных между собой опорными брусками. Ловушка обтянута сеткой и имеет одну или две горловины. Длина мережи 40–50 см, высота 20–30 см. Размер ячеей сетного полотна в ловушках любых конструкций должен быть не менее 22 мм.

Приманку (мелкая рыба семейства карповых, мясо лягушек, беззубок) подвешивают на крючке, леске или в марлевом мешочке на середине ловушки так, чтобы попавшиеся раки не смогли ее съесть.

Оптимальное время лова – вечер, днем из-за низкой уловистости лов нецелесообразен. В пасмурную погоду лов начинают с 16–17 ч, в ясную – с 19–20 ч. Лучшие уловы раков бывают в теплые безлунные ночи, а также в дождливую погоду. Ловушки устанавливают на различную глубину (обычно от 1 до 3 м) с учетом того, что в прозрачной воде раки держатся глубже, чем в темной. В стоячей воде ловушки ставят на расстоянии 5–8 м друг от друга, в проточной – 10 м.

Величина вылова должна соответствовать приросту массы популяции. При организации добычи раков необходимо ведение учета. Количество пойманных за улов раков заносится в дневник в виде таблицы с обозначением даты лова, названия водоема, места лова, ловца. Далее указываются тип и число орудий лова, количество и вид пойманных раков, сортовая номенклатура, брак.

Хранение раков. Выловленных раков для хранения помещают в садки, расположенные в темном месте под берегом или на глубине на расстоянии не менее 0,5 м до дна в местах с хорошей проточностью воды. Если водоем мелкий, садки накрывают зелеными ветвями. Стандартный рачий садок имеет длину 2,0 м, ширину 1,5 м и высоту – 0,5 м. Бока щелевые с промежутком 1,0–1,5 см при ширине вертикальных планок 5–10 см. Сверху на петлях крепят дверь размером 1,0х0,5 м.

Длительность содержания раков в садках без подкормки не должна превышать 24–48 часов. При более длительном хранении необходима подкормка. В качестве подкормки используют вареный картофель, вареную морковь, крапиву, стебли гороха, свежую рыбу, моллюсков. Кормить раков следует 1–2 раза в неделю в зависимости от температуры воды. За два дня до транспортировки кормление прекращают. Сажают в садок только живых энергичных раков в количестве до 200 штук на 1 м.

Транспортировка раков в сухой среде. Продолжительность данного вида транспортировки не должна превышать 8–10 часов. Перед транспортировкой раков обсушивают в затененных помещениях с хорошей вентиляцией. Для перевозки живых раков упаковывают в специальные транспортировочные емкости (ящики, корзины, короба). На боковых стенках должны быть просветы шириной 1,0–1,5 см или, в крайнем случае, отверстия для вентиляции. При кратковременной перевозке раков укладывают в 5–6 рядов, при более длительной – в 3–4 ряда. Укладку проводят ровными плотными рядами, располагая раков брюшком вниз. При транспортировке молоди раков массой 200–300 мг плотность посадки в ящики не должна превышать 2000 шт/м. Количество слоев – 3–5. Общее количество особей на 1 ящик (60×40×30 см) составляет около 2000 штук. При перевозке личинок после второй линьки используют методику транспортировки личинок растительноядных рыб. В один стандартный полиэтиленовый пакет помещают от 20 до 50 тысяч личинок раков. Полиэтиленовые мешки лучше помещать в картонные коробки. В качестве прокладочного материала между рядами, дном и крышкой используют мох, марлю, солому или сено. На крышке тары водостойким маркером делают надпись «Верх. Живые раки. Не кантовать». При транспортировке раков необходимо предохранять от воды, солнечных лучей, механических повреждений. В теплую погоду раков транспортируют рано утром или ночью, в холодную пасмурную погоду транспортировку можно проводить и в дневное время. На близкие расстояния раков перевозят автомобильным транспортом, на дальние – железнодорожным или авиатранспортом. Во избежание тряски ящики укладывают на подстилку.

Контрольные вопросы

1. Расскажите об орудиях и способах лова раков.
2. Назовите сроки лова речных раков.
3. Какие данные учитывают при добыче раков?
4. Какие Вам известны способы хранения раков?
6. Как проводят транспортировку раков?

Тема 23. БОЛЕЗНИ И ВРАГИ РЕЧНЫХ РАКОВ

Цель занятия: изучить признаки основных болезней речных раков; освоить методику проведения ветеринарно-санитарной экспертизы раков.

Материалы и оборудование: микроскопы, пинцеты, препараты с возбудителями болезней раков, живые и мертвые раки, кастрюля с водой, электрическая плитка.

Задание: 1) рассмотреть препараты с возбудителями болезней раков; 2) провести ветеринарно-санитарную экспертизу живых и вареных длиннопалых раков.

Важнейшими болезнями пресноводных раков являются *рачья чума*, *ржаво-пятнистая* и *фарфоровая* болезни.

Рачья чума, афаномикоз. Рачья чума является опаснейшей болезнью раков, приводящей к быстрой (в течение нескольких дней) и массовой (до 100 %) гибели всей популяции водоема.

Эпизоотологические данные. Афаномикозу подвержены все виды аборигенных речных раков Европы, однако у длиннопалых раков заражение наступает позднее, чем у широкопалых.

Возбудитель. Чума раков вызывается грибом *Aphanomyces astaci* (рис. 44). Название «спрятанный гриб» возбудитель чумы получил из-за трудности его обнаружения, связанного с содержанием в гифах бесцветной цитоплазмы. Из гифов при определенных условиях образуются подвиж-

ные зооспоры эллиптической формы, снабженные двумя боковыми жгутиками. Грибок сначала паразитирует на панцире, вызывая его разрушение, а также на сочленениях ходильных ног, затем внедряется в нервную систему и приводит к быстрой гибели рака. Оптимальные условия для заражения и развития болезни: температура воды 20–25 °С, pH – 8,5.

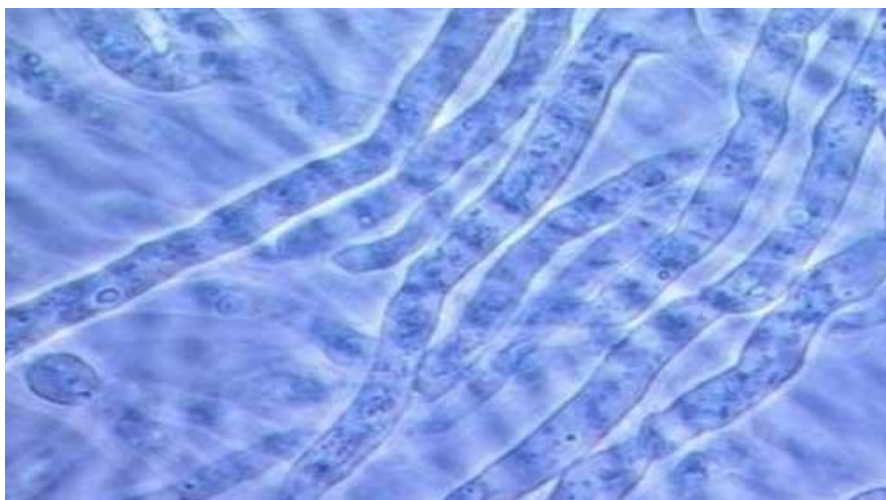


Рис. 44. *Aphanomyces astaci*

Способы распространения чумы. Чума распространяется через зараженные орудия лова, больных раков и раков-носителей, водоплавающую птицу, водяных насекомых и других животных.

Общая картина болезни. Главными симптомами болезни являются следующие признаки: массовый характер заболевания; чрезвычайно быстрое течение болезни; высокая постановка тела на ногах во время передвижения – раки двигаются как на ходулях; изменение поведения: раки выползают днем из своих укрытий и открыто ползают по дну водоема, не пытаясь скрыться даже тогда, когда их вынимают из воды; постепенно возрастающая слабость и вялость раков; высокая смертность (рис. 45).



Рис. 45. Общая картина болезни афаномикоз

Патологоанатомические изменения. Заражение становится заметным уже с начальных стадий. Легче всего обнаружить мицелий на свежих препаратах, так как после консервирования он часто изменяется до неузнаваемости. Обычно это делают путем прощупывания пинцетом кутикулы со стороны брюшка и на суставах. При поражении грибом соответствующие места панциря некротизируются, ткань распадается и размягчается, а потому становится податливой для пинцета. Найдя такое место, пинцетом вырывают кусок кутикулы, и рассматривают его под микроскопом. Под микроскопом в пораженных местах обнаруживаются нити грибного мицелия. Наиболее часто поражаются основные суставы последней пары ходячих ног. При прогрессировании болезни эти места приобретают желтоватую окраску. Вследствие разрушения хитина со временем на пораженных местах образуются дырки, через которые внутрь животного попадают различные бактерии. Это секундарное проникновение внутрь тела раков бактерий, возможно, ускоряет смерть раков. В самом конце болезни на пораженных местах вырастают тонкие белые нити мицелия, образующие целые скопления в виде хлопьев ваты.

Методы борьбы не разработаны. Основными профилактическими мерами являются предохранение рачных водоемов от заноса инфекции, а также от загрязнений, снижающих устойчивость раков к болезням. С этой целью необходимо проводить дезинфекцию орудий лова при перемещении их из одного водоема в другой. Способы дезинфекции: *кипячение* (снасти выдерживают в кипящей воде 5–10 минут); *обработка дезинфицирующими веществами* (4%-ным раствором формалина в течение 20–30 минут, 3%-ным раствором сульфата меди в течение 10 минут); *замораживание* (снасти выдерживают в течение суток при температуре ниже -10°C); *просушивание* (на солнце или в бане при температуре $60-80^{\circ}\text{C}$ в течение 5–10 часов). При возникновении заболевания погибших раков закапывают, а в водоеме на 5 лет устанавливают карантин.

Ржаво-пятнистая болезнь. Возбудителем ржаво-пятнистой болезни у раков рода *Astacus* является грибок *Ramularia astaci*. При резком проявлении болезнь может вызвать гибель до 30 % раков водоема. При этой болезни на панцире раков образуются черные или коричневые пятна диаметром до 1–2 см (рис. 46). В центре пятна хитин панциря размягчается и образуется отверстие в виде язвочки. Особенно заметны зараженные места у сваренных раков.

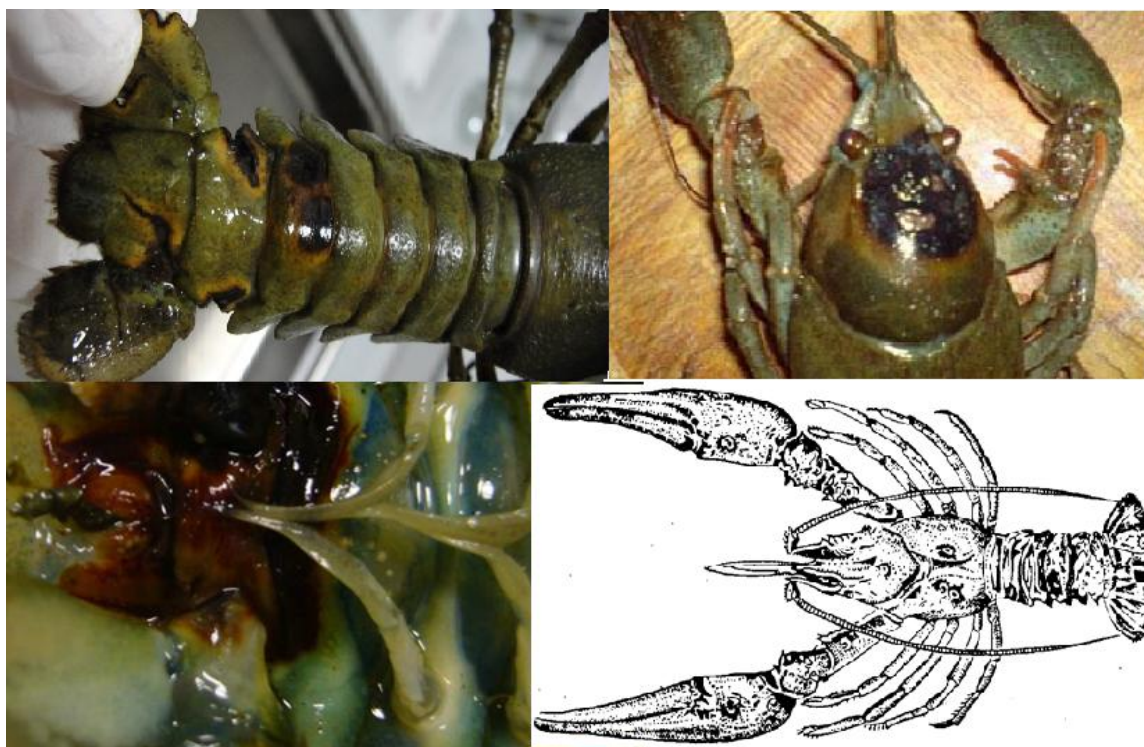


Рис. 46. Раки с признаками ржаво-пятнистой болезни

Болезнь протекает в три стадии. В *первой стадии* на отдельных участках панциря рака появляются небольшие ржавые пятна. Жизнеспособность не снижена. В *второй стадии* замедляются движения, снижается жизнеспособность и появляются пятна на шейке, сочленениях конечностей. В *третьей стадии* жизнеспособность рака заметно снижена, отмечается вялость.

В целях профилактики необходимо исключить перенос орудий лова из зараженного водоема в другие водоемы или, в крайнем случае, использовать дезинфекцию. Методы борьбы не разработаны.

Теллаханиоз (микроспориоз, фарфоровая болезнь). Возбудитель заболевания *Thelohonia contejeani* относится к паразитическим простейшим – микроспоридиям. Микроспоридии *Thelohonia contejeani* встречаются у нескольких видов речных раков в разных регионах мира (Литва, Югославия, Германия, Польша, Украина, Новая Зеландия и др.). Обычно в природных популяциях зараженность раков не превышает нескольких процентов. Чаще всего больные раки вылавливаются в определенных частях водоема. При заражении амебовидные эмбрионы проникают в желудок и мышечные ткани раков, где и происходит их размножение. Развиваясь в скелетной мускулатуре, паразит постепенно заполняет мышечные волокна огромным числом мельчайших спор, которые и придают пораженным мышцам молочный цвет (рис. 47).



Рис. 47. Рак с признаками теллаханиоза

Считается, что в распространении заболевания определенную роль играет каннибализм. Пораженные раки не пригодны в пищу, так как мембраны их мышечных волокон наполнены спорами паразита. На заключительном этапе болезни возможно поражение не только скелетных мышц, но и сердца, яичников, а также центральной нервной системы. Заболевшие раки характеризуются слабыми защитными реакциями, с трудом поднимают клешни, движения замедляются, раки почти не едят. Постепенно они слабеют и погибают, особенно в стрессовых ситуациях. Методы борьбы не разработаны.

Бранхиобделлы. Паразитические черви рода *Branchiobdella* поселяются на поверхности тела и на жабрах раков (рис. 48). При линьке раков паразиты переползают со сброшенных панцирей на жабры хозяина. При большой концентрации бранхиобделл они ослабляют рака. Больные раки первыми гибнут при перевозках и в условиях искусственного содержания. Поскольку бранхиобделлы при варке отпадают, то зараженные раки пригодны для приготовления разного рода рако-

вых блюд. В искусственных условиях против бранхиобделл применяют 20-минутные ванны с KMO_4 (1:15000) и 6-10-минутные ванны с 5%-ным раствором NaCl .



Рис. 48. Паразитические черви рода Branchiobdella

Враги речных раков. Из рыб к ним относятся окунь, сом, угорь, налим, щука. Личинок и молодь раков поедают также плотва, лещ и другие бентосоядные рыбы. Из млекопитающих опасны ондатра, выдра, американская норка. В местах кормления этих животных встречаются рачи панцири. Белорусскими учеными разработана методика анализа встречаемости широкопалых раков, основанная на регистрации останков их в экскрементах выдры и американской норки.

Ветеринарно-санитарная экспертиза речных раков.

1. Доброкачественные клинически здоровые живые раки подвижные, с твердым, без нарушений панцирем темно-коричневого или зеленоватого цвета, согнутыми в суставах клешнями и подогнутым брюшком. Доброкачественные вареные раки имеют равномерную красную окраску панциря, подогнутое брюшко, ароматный специфический запах.

2. У недоброкачественных раков (мертвые или больные) в сыром виде размягченный или изъязвленный панцирь тусклого цвета. Клешни и брюшко вытянутые и не сгибаются. Вареные раки имеют неравномерную окраску панциря, брюшко вытянутое, неприятный (слабый или резкий) запах.

3. К продаже допускаются только доброкачественные живые речные раки.

4. Раки недоброкачественные (мертвые или больные), а также вареные с вытянутой хвостовой частью в пищу не допускаются. Их утилизируют или уничтожают.

К уродствам раков относятся искривление клешни, наросты на панцире, выворачивание боковых частей карапакса. хищников.

Контрольные вопросы

1. Назовите главные симптомы афаномикоза, ржаво-пятнистой и фарфоровой болезней.
2. Расскажите о способах распространения афаномикоза.
3. Назовите главных врагов пресноводных раков в Беларуси.
4. На каких частях тела и органах рака паразитируют бранхиобделлы?
5. В чем заключается метод борьбы с бранхиобделлами?
6. Какие признаки имеют доброкачественные живые и вареные раки?
7. Какие признаки имеют недоброкачественные живые и вареные раки?

Тема 24. ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ РАКОВ. РАСЧЕТ МОЩНОСТИ РАКОПИТОМНИКА

Цель занятия: изучить основные технологии культивирования раков.

Материалы и оборудование: калькулятор.

Задание: 1) изучить методические рекомендации; 2) выпишите в тетрадь основные технологические и биотехнические нормативы культивирования пресноводных раков; 3) рассчитать мощность ракоразводного питомника для получения сеголетков длиннопалого рака.

Технологические особенности культивирования раков. Для культивирования раков необходимо располагать чистыми проточными водоемами с отвесными берегами или земельными участками, пригодными для строительства таких водоемов. Для питания прудов лучше использовать родниковую или чистую ручьевую воду, условием при выращивании молоди и взрослых особей является наличие на дне пруда (бассейна) укрытий (крупные камни, щебенка, коряги, керамические трубки, шифер и др.). Дно пруда желательно глинистое, песчаное или гравийное, местами заросшее растительностью с высоким содержанием кальция (элодея, роголистник, рдесты, уруть). В самой глубокой части водоема должно быть углубление корытообразной формы. Спуск рачьего пруда проводят медленно, чтобы раки могли следовать за водой. В качестве прудов могут быть использованы обычные карповые рыбоводные пруды площадью до 0,1 га; бетонные, стеклопластиковые или пластмассовые бассейны и лотки.

Ракопитомник для производства посадочного материала должен состоять из маточных и выростных прудов, бассейнов и инкубационного цеха.

Биотехника культивирования раков. Существуют два основных метода ведения аквакультуры пресноводных раков:

- воспроизводство раков с последующей интродукцией подрощенной молоди в естественные водоемы;
- воспроизводство и выращивание раков в контролируемых условиях (пруды).

Первый метод состоит из следующих этапов: отлов и отбор производителей с последующим карантинном, размножение (спаривание и икрометание), зимовка производителей, получение потомства, подращивание молоди до стадии сеголетка, выпуск сеголетков в естественные водоемы, отлов товарных раков.

Второй метод помимо названных этапов предусматривает выращивание раков до товарных размеров в прудах. Нормативы разведения и выращивания длиннопалого рака представлены в табл. 15.

Пресноводных раков можно выращивать как в монокультуре, так и в поликультуре с рыбой (толстолобиками, белым амуром, карпом, линем). В последнем случае молодь раков следует выпускать в пруд на 7–10 дней раньше рыбы. Ориентировочно плотность посадки личинок рака в пруды составляет около 30 шт./м², раков старших возрастных групп (годовики, двухгодовики) – до 5–7 шт./м². Расчет ведется на всю площадь пруда, а не на полезную, как это принято в естественных водоемах. Связано это с тем, что в прудах вся площадь считается полезной за счет применения искусственных убежищ и кормления.

Таблица 15. Нормативы разведения и выращивания длиннопалого рака

Показатель	Значение
1	2
Сроки заготовки производителей: весенняя (самцы и самки) осенняя (самки-икрянки)	август – сентябрь май - июнь
Карантинное содержание	
Срок карантина, сут	14
Оборудование	бассейн
Проточность воды в бассейнах, л/мин	10–15
Плотность посадки, раздельно, экз./м ² самки самцы	50 50
Частота кормления	2 раза в неделю
Суточная норма корма, в % от массы раков	0,3–1
Прудовый способ воспроизводства	
Площадь пруда, м ²	100–500
Средняя глубина, м	1,5–2
Проточность воды, л/мин	15–20
Оптимальная плотность посадки, экз/м ²	6–7
Соотношение полов (самок и самцов), экз.	3 : 1
Частота кормления	1–2 раза в неделю
Среднесуточная норма корма, %	0,3–4
Выживаемость производителей, %	85
Выход икраных самок, %	75–85
Содержание самок-икрянок в бассейнах	
Средняя рабочая плодовитость, шт.	100
Запас самок, %	20
Размер ячеек в садках, см	15×10
Естественное разведение раков в бассейнах (инкубирование икры на самках)	
Оптимальная температура, °С	18–20
Уровень воды в бассейнах, м	0,3–0,5
Проточность воды в бассейнах, л/мин	15
Плотность посадки икраных самок в садках с ячейками, экз/м ² свободных самок в бассейнах с убежищами, экз/м ²	42 30–50
Порядок кормления самок в ячейках садков	индивидуальное
Частота кормления	раз в неделю
Суточный рацион, в % от массы	1
Средний выход молоди II стадии, экз./ от одной самки	50–70
Естественное разведение раков в питомниковых прудах (инкубирование икры на самках)	
Площадь пруда, м ²	50–100
Глубина пруда, м	1–1,5
Плотность посадки самок-икрянок, экз/м ²	6–9
Проточность воды в прудах, л/мин	15–20
Выращивание сеголетков раков в бассейнах	
Площадь бассейнов, м ²	4–6
Оборудование бассейнов: дно убежища для молоди	слой песка с частицами гравия, щебень кирпичи с отверстиями, установленные против течения воды
Проточность воды, л/мин	15–20
Начальная плотность посадки рачков II–III стадии, экз/м ²	100
Корм	Нитчатые водоросли, зоопланктон, об- варенные овощи (морковь, картофель), рыбный фарш Специализированный гранулированный комбикорм

1	2
Сугочный рацион, %	1–4
Выращивание сеголетков раков в прудах	
Площадь пруда, м ²	25
Глубина пруда, м	0,5–1
Проточность воды в прудах, л/мин	15–20
Убежища для молоди	кирпичи с отверстиями
Сроки выпуска молоди	I декада июля
Начальная плотность посадки рачков II–III стадии, экз/м ²	100
Корм	обваренные овощи (морковь, картофель), рыбный фарш
Частота кормления	2 раза в неделю
Сугочный рацион, %	1–4
Выход сеголетков, %	50–60
Транспортировка сеголетков	
Транспортные емкости на короткие расстояния	пластиковые или деревянные контейнеры, ивовые корзины
длительные перевозки	полиэтиленовые пакеты
Техника выпуска в водоемы	«купание», выпуск в разных участках водоема
Промысловый возврат от сеголетков в естественных водоемах, %	20

Задача. Рассчитать необходимое количество производителей, оборудования для хозяйства заданной мощности (количество выращенных сеголетков) (табл. 16)

Таблица 16. Задания для расчетов

Форма хозяйства	Вариант												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Мощность питомника, тыс. сегол	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	8	12	22

Контрольные вопросы

1. Перечислить основные этапы воспроизводства и подращивания раков.
2. Основные методы ведения аквакультуры пресноводных раков.
2. Какова плотность посадки раков в пруды?

Тема 25. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БУРЫХ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Цель занятия: изучить биологические особенности бурых водо–рослей и основные технологии их культивирования.

Материалы и оборудование: гербарные экземпляры бурых водорослей, рисунки, плакаты.

Задание: 1) изучите основные виды культивируемых бурых водорослей; 2) зарисуйте цикл развития ламинарии; 3) изучите технологию культивирования ламинарии; 4) ответьте на контрольные вопросы.

Бурые водоросли (лат. *Phaeophyta*) обитают преимущественно в бореальных и арктических водах (Японское, Белое, Баренцево и Охотское моря). Всего в марикультуре используют около десяти видов бурых водорослей: ламинария, ундария, макроцистис (рис. 49), костария, алария, нереоцистис, эклония, фукус, аскофиллум и эизения арборэа. Основным объектом, благодаря пищевым качествам, быстрому росту и высокой продуктивности, является ламинария.



Рис. 49. Бурые водоросли

Ламинариевые водоросли имеют бесполое поколение (спорофит) и половое (гаметофит). Спорофит состоит из органа прикрепления – ризоидов, или подошвы, черешка–стволика, выполняющего механическую функцию, и листовой пластинки, выполняющей функцию ассимиляции и размножения (рис. 50).

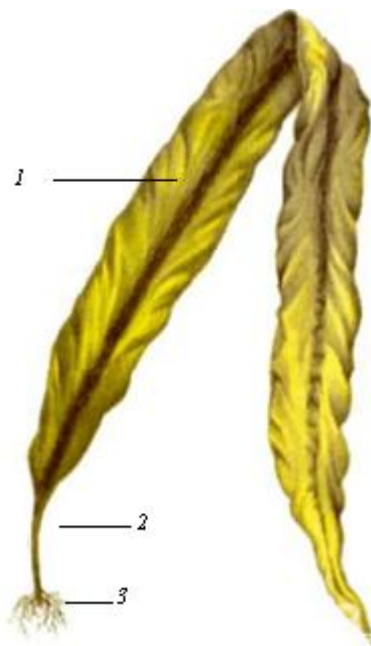


Рис. 50. Строение спорофита ламинарии:
1 – листовая пластинка; 2 – стволик; 3 – ризоиды

Цикл развития ламинарии состоит из нескольких этапов (рис. 51). На спорофите развиваются сорусы (мешочки) спорангиев с зооспорами. Сорусы имеют более темную окраску, чем основная часть пластины. При наступлении благоприятных условий зооспоры из спорангиев выбрасываются в воду. Спустя некоторое время подвижные зооспоры превращаются в неподвижные эмбриоспоры, которые оседают на дно или субстрат. На грунте или субстрате эмбриоспоры прорастают и образуют гаметофиты мужского типа с антеридиями и женского типа с оогониями. Созревшая яйцеклетка выходит из оогония и закрепляется на его верхнем конце. В таком положении происходит оплодотворение. Из оплодотворенной яйцеклетки (зиготы) развивается бесполое поколение

(спорофит), причем вначале формируется ризоид, а затем и сама водоросль, достигающая через год длины 5 м. Половая стадия гаметофита при благоприятных условиях длится 10–20 суток, а при неблагоприятных может затянуться до года.

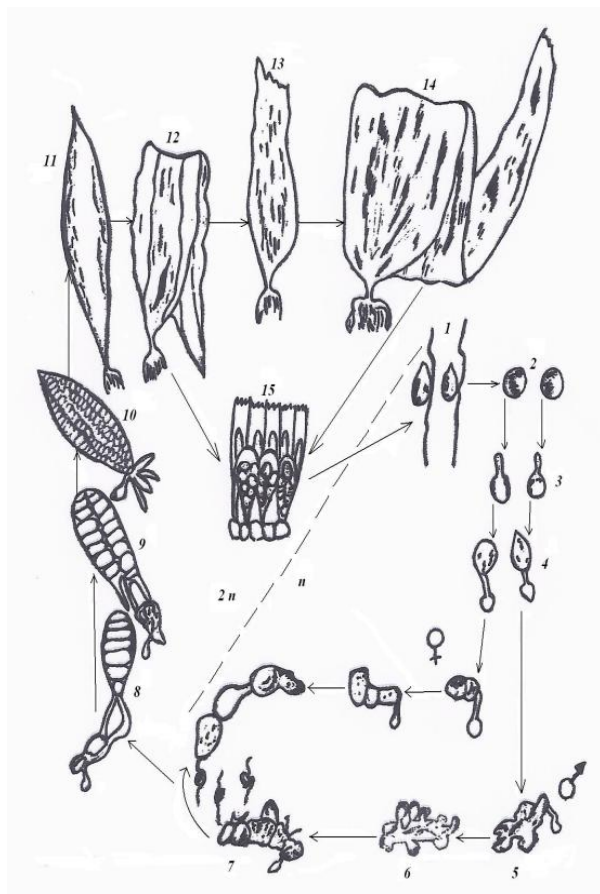


Рис. 51. Стадии развития ламинарии японской:

- 1 – зооспоры; 2 – эмбриоспоры; 3 – прорастание спор;
4 – одноклеточные гаметофиты; 5 – мужские и женские гаметофиты; 6 – образование гаметангиев; 7 – зрелые гаметофиты;
8 – спорофит нитчатый; 9 – однослойный спорофит; 10 – многослойный спорофит; 11–13 – одногодичные слоевища; 14 – двухгодичное слоевище;
15 – спороносная ткань

В марикультуре используют два вида ламинарии: ламинарию японскую (*Laminaria japonica*) и ламинарию сахаристую (*Laminaria saccharina*).

Существует два способа культивирования ламинарии: пелагическое (в толще воды) и бентическое (на грунте). При грунтовом выращивании в качестве субстрата для посева спор используют камни или корзины. Камни укладывают на дно на расстоянии 2–2,5 м, а корзины в количестве 500 шт. равномерно распределяют на площади 1 га. При выращивании в толще воды используются веревочные коллекторы или шесты.

Поскольку технологии культивирования обоих видов сходны, рассмотрим более подробно технологию культивирования на примере ламинарии японской.

Ламинария японская (лат. *Laminaria japonica*) – основной объект промысла и переработки бурых водорослей на Дальнем Востоке России.

Ламинария японская относится к роду Ламинария, порядку Ламинариевые (рис. 52). Слоевище оливкового цвета, пластинчатое, длиной до 2–3,5 м (реже 6–12 м), шириной до 20–35 см, толщиной 2–5 мм. Посередине пластины проходит широкая толстая полоса, ограниченная с краев глубокими бороздами; края пластины тонкие, волнистые. Ризоиды толстые, густоветвистые. Стволик короткий толстый, блестящий, внизу округлый, вверху сдавленный и переходящий в толстое клиновидно-заостренное основание пластины. Водоросль двухлетняя. В июне – июле второго года

ламинария достигает своей максимальной массы. Имеются две формы ламинарии: мелководная (глубина 0,5–15 м) и глубоководная (10–25 м).

Первогодние слоевища ламинарии японской резко отличаются от второгодных как по внешнему виду, так и по размерам. Первогодняя пластина имеет более светлую окраску, к осени слоевище становится более темным. Репродуктивные органы на второгодной пластине появляются в конце июля – начале августа. Японская ламинария распространена в Желтом, Японском морях, у северо–восточного побережья Хоккайдо, южных Курильских островов, у юго–западного и южного Сахалина. Растет от литорали до глубины 25 м (обычно до 12 м) на каменистом и скалистом грунтах.



Рис. 52. Ламинария японская

Для условий Приморья наиболее отработаны технологии подвешного выращивания в двухгодичном цикле и одногодичном с выращиванием рассады в цехах. Возможно комбинированное выращивание: двухгодичный цикл с получением рассады в цеховых условиях.

Плнтации для двухгодичного выращивания ламинарии лучше располагать в полузакрытых бухтах, обеспеченных хорошим водообменом с открытым морем. Водорослевая плантация состоит из последовательно установленных П–образных элементов параллельными рядами с интервалом 8 м. Длина горизонтальных канатов около 40–50 м (рис. 53).

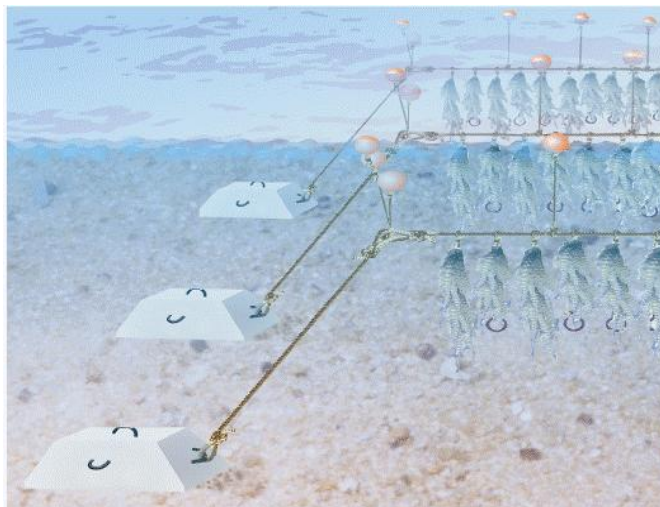


Рис. 53. Выращивание ламинарии японской на П–образных канатах

Биотехнологическая схема выращивания ламинарии японской в двухгодичном цикле состоит из пяти этапов: получение спор и оспоривание ими субстратов, выращивание рассады на посадочно-выростных субстратах в море, прореживание и пересадка спорофитов на новые выростные поводцы, контроль за выращиванием ламинарии до товарных размеров, сбор урожая.

Для получения спор в сентябре–октябре необходимо заготовить маточные слоевища (крупные, без повреждений, с 50–80%–ным покрытием спороносной тканью). Отобранные маточные слоевища, покрытые влажным материалом (брезентом, мешковиной), доставляют в помещение для стимуляции. Они не должны подвергаться действию прямых солнечных лучей и ветров, температура воздуха должна быть не выше 18 °С.

Лучше всего производить заготовку слоевищ рано утром, до восхода солнца, или же заготавливать их в прохладные пасмурные дни. Доставленные в помещение для стимуляции и вновь еще более тщательно отобранные полноценные маточные слоевища тщательно промывают чистой, хорошо профильтрованной морской водой, имеющей ту же температуру, что и в море – для того, чтобы в максимальной мере избежать внесения клеток фитопланктона в емкости для оспоривания субстратов.

Для одновременного выхода спор следует простимулировать маточные слоевища. Стимулирование слоевищ, а следовательно, и оспоривание можно проводить двумя способами: отдельным и смешанным.

Раздельный способ. Маточные слоевища, отобранные и подготовленные, подсушивают 0,5–1 ч на воздухе, заворачивают (каждое в отдельности) рулоном в виде слоеного пирога в газетную бумагу, складывают в картонные ящики, последние закрывают картонными крышками или другим гигроскопическим материалом и ставят в темное место до 0,5–1 суток. Количество рулонов в одном ящике должно быть таким, чтобы они сильно не давили друг на друга. Температура воздуха в помещении, в котором проводят операции по стимулированию выхода зооспор из спорангиев репродуктивной ткани слоевищ, должна быть не ниже 10 и не выше 18 °С, оптимальные интервалы – от 12 до 17 °С, влажность – около 85 %.

Смешанный способ. Маточные слоевища после промывки подсушивают на воздухе в тени под навесом или в помещении в течение 8–10 ч. Оптимальными условиями для подсушки являются температура воздуха 14–17 °С, влажность около 85 %. На слоевища не должны попадать прямые солнечные лучи. Для ускорения подсушки в помещении можно сделать сквозняк.

Определить готовность слоевищ к оспориванию можно капельным методом. Для этого из каждой партии отбирают десять слоевищ, на спороносную ткань которых в трех местах наносят каплю морской воды с температурой 12–16 °С. Каплю воды пипеткой переносят на предметное стекло и помещают под микроскоп и рассматривают при 120–кратном увеличении. Если в поле зрения микроскопа находится десять зооспор, то стимулирование (подсушку) слоевищ продолжают, если 20–30 – маточные слоевища готовы для оспоривания.

Для оспоривания пригодны емкости размером от 1–1,5 до 5–8 м³, изготовленные из нетоксичных материалов, деревянные лодки, брезентовые чаны, стеклопластиковые ванны и др. Емкости должны быть чистыми и не протекать, чтобы поводцы постоянно находились в воде и не осушались. Используют два способа оспоривания.

Смешанный способ. Готовые к оспориванию маточные слоевища укладывают в чистые емкости попеременно с подготовленным субстратом – веревками диаметром 5–6 мм и длиной 5–5,5 м (веревки предварительно вымачивают около недели в морской воде, а затем просушивают для удаления вредных веществ и ненужных спор животных и растений). Нижний и верхний слои делаются из слоевищ. Весь этот «пирог» заливают морской водой. Уровень воды в емкости над слоевищами устанавливается в 10–15 см.

Оспоривание происходит в течение 8–14 ч, но нужно стараться, чтобы весь процесс от начала стимулирования до опускания оспоренных субстратов в море не превышал 24 ч. Качество оседания определяют по подложенным между слоями контрольным предметным стеклам. Под микроскопом в поле зрения при 120–кратном увеличении должно быть 30–50 осевших спор.

Оспоренные субстраты (поводцы), прикрытые мокрым брезентом, вывозят в море и развешивают на горизонтальных канатах на глубину 2 м. С ноября по февраль не реже 1–2 раз в месяц необходимо встряхивать поводцы, чтобы очищать их от обрастания микроводорослями и осевших илестых частиц.

Раздельное оспоривание. Этот способ оспоривания считают более совершенным, поскольку при нем регулируется концентрация споровой суспензии, уменьшается расход маточных слоевищ, достигается получение наиболее жизнеспособной рассады.

Осуществляется он следующим образом: простимулированные слоевища помещают в заранее приготовленные емкости с чистой морской водой, с температурой 15–16 °С. Через 30–60 мин начинается массовый выход зооспор. Через 1 ч после этого слоевища вынимают из емкостей, споровую суспензию процеживают через двойной слой марли.

Таким образом, получают маточную исходную концентрацию споровой суспензии, содержащую наиболее зрелые и активные, вышедшие за короткий промежуток времени зооспоры, при прорастании которых получается жизнеспособная здоровая рассада. Так как в поле зрения микроскопа при 120–кратном увеличении в маточной суспензии насчитывают до 100–120 зооспор, ее разбавляют морской водой (температура 15–16 °С) до концентрации 5–10 зооспор в поле зрения микроскопа при 120–кратном увеличении.

В разбавленную рабочую суспензию помещают поводцы на 8–10 ч, закладывают контрольные стекла. Оседание зооспор на стеклах через 8–10 ч должно быть 10–15 в поле зрения микроскопа при 120–кратном увеличении. По истечении 8–10 ч поводцы извлекают из емкостей, перевозят на плантацию и подвязывают к канатам.

В марте – мае растения достигают длины 50–80 см и их нужно прореживать, иначе замедляется их рост, могут возникнуть заболевания и произойдет саморазряжение. Выращенную на 1 га рассаду аккуратно вплетают в новые поводцы пучками по 4–5 см в каждом через 20 см таким образом, чтобы на каждом поводце было 140–150 растений, затем их размещают на 4 га выростных площадей и заглубляют на 4–5 м.

Чтобы ламинария имела высокие товарные качества, требуется улучшение светового режима. Для этого в октябре–ноябре горизонтальные канаты с годовальными растениями нужно приподнять на глубину 1–1,5 м, а в феврале–марте еще приподнять до 0,5 м.

В мае – июле двухлетние слоевища имеют длину 2–4,5 м, массу 700–1100 г, ширину 20–35 см и толщину 2,5–3,5 мм. При повышении температуры воды до 16 °С слоевища ламинарии начинают интенсивно разрушаться и обрастать различными эпифитами, поэтому весь урожай до августа должен быть убран (рис. 54).



Рис. 54. Сбор урожая ламинарии

Для того чтобы ежегодно получать урожай с 4 га (не менее 200 т), в обороте должно находиться 1 га площадей по выращиванию рассады, 4 га площадей по культивированию молодой ламинарии и 4 га площадей по выращиванию товарной ламинарии.

Одногодичная технология выращивания ламинарии японской основана на сокращении до 50–60 дней микроскопических стадий развития водорослей (3–4 мес) в полностью контролируемых цеховых условиях. Эта технология состоит из четырех этапов: выращивание рассады в цеховых условиях, пересадка рассады на поводцы и перевод ее в условия плантации, товарное выращивание и сбор урожая.

Интересен опыт адаптации китайской технологии одногодичного выращивания ламинарии в Приморье. Цех для выращивания рассады включает в себя: охлаждающую систему подачи воды, резервуары для отстоя воды, фильтры, водозабор, проточную систему бассейнов в помещении со стеклянной крышей, морскую плантацию, вспомогательные службы (установка, дизель-генератор, административный и лабораторный корпус, склады).

К концу августа – началу сентября на маточных слоевищах происходит обильное образование споронной ткани. К началу оспоривания субстраты (пальмовые или синтетические веревки диаметром около 5 мм, намотанные на рамки) должны быть замочены. Промытые бассейны на $\frac{1}{3}$ заполнены отстоянной и профильтрованной водой, охлажденной до 10–13 °С. Проводится раздельное оспоривание.

В течение 15 дней происходит образование спорофитов. Температура в проточных бассейнах поддерживается на уровне 8–10 °С с понижением к концу цикла до 6–7 °С. Освещение рассеянное от 300–500 люкс в начале и 800–1000 люкс в конце. Субстраты периодически встряхивают для очищения от обрастаний, а в бассейны добавляют удобрения.

От образования спорофита до готовности рассады к высадке в море проходит 40 дней. За это время происходит интенсивный рост спорофитов при температуре 5–6,5 °С, освещенности 1500–2000 люкс и подкормке удобрениями. Субстраты регулярно встряхивают и промывают струей воды. Перед высадкой температуру постепенно повышают до естественной, а освещенность доводят до 2500–3000 люкс. Весь процесс выращивания проходит в проточной воде.

Следующий этап – временное выращивание. Субстраты на рамках разрезают на отдельные веревки по 50–60 см длиной, прикрепляют груз и развешивают на канатах в море вертикально или горизонтально. Когда длина ламинарии достигнет 12–15 см, необходимо осуществить пересадку на выростные поводцы длиной 1,5–2 м для вертикального подвешивания и 2–2,5 м для горизонтального. В первом случае груз (около 200 г) крепится к концу поводца, а во втором случае – к его середине. Рассада вплетается в поводцы либо по одному на расстоянии 4–5 см друг от друга, либо пучками по три саженца через каждые 5–6 см (последнее предпочтительнее при вертикальном подвешивании поводцов). Далее происходит естественный рост ламинарии до товарных размеров.

Биотехнологическая схема культивирования ламинарии японской в одногодичном и двухгодичном циклах представлена в табл. 17.

Таблица 17. Биотехнологическая схема культивирования ламинарии японской

Этапы выращивания	Цикл	
	двухгодичный	одногодичный
Стимулирование роста и созревание маточных слоевищ и споронной ткани	–	Февраль – июль
Стимулирование созревания спорангиев и оспоривание субстратов	Август – октябрь	Июль – август
Выращивание рассады в бассейнах	–	Июль – сентябрь
Выращивание рассады в море	Октябрь – март	–
Пересадка на выростные субстраты, прореживание и пересадка в море	Март – май	Сентябрь – октябрь
Обслуживание плантаций, выращивание товарной продукции	Май – июль	Октябрь – июль
Сбор урожая	Июль – август	Август – сентябрь

В отличие от двухгодичного культивирования, повторяющего естественный цикл развития ламинарии, одногодичное культивирование основано на применении интенсивного метода выращивания рассады.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды бурых водорослей, используемых в марикультуре.
2. Опишите цикл развития ламинарии.
3. Какие особенности биологии ламинарии положены в основу технологии ее культивирования?
4. Назовите способы культивирования ламинарии.
5. Назовите способы стимулирования слоевищ и оспоривания субстратов.
6. Охарактеризуйте биотехнологический процесс культивирования ламинарии при одногодичном цикле.
7. Охарактеризуйте биотехнологический процесс культивирования ламинарии при двухгодичном цикле.
8. Как определить готовность слоевищ к оспориванию?

Тема 25. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ БУРЫХ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ

Цель занятия: изучить биологические особенности красных водорослей и ознакомиться с технологией их культивирования.

Материалы и оборудование: гербарные экземпляры красных водорослей, рисунки, плакаты.

Задание: 1) изучите основные виды культивируемых красных водорослей; 2) законспектируйте основные биологические особенности культивируемых красных водорослей; 3) изучите технологию культивирования порфиры; 4) ответьте на контрольные вопросы.

Отдел красных водорослей, или багрянок (лат. *Rhodophyta*), включает более 600 родов и около 4000 видов. Древнейшие красные водоросли, обнаруженные в кембрийских отложениях, имеют возраст около 550 млн. лет.

Всего в мире в настоящее время добывают более 800 тыс. т красных водорослей, из них более половины выращивают и доля культивируемых водорослей с каждым годом возрастает. Из 20–25 культивируемых видов водорослей только четыре выращиваются в значительных масштабах – это виды рода *Porphyra* (Япония, Китай) и *Eucheuma* (Филиппины, Китай). В меньших масштабах культивируют виды *Gracilaria* (Тайвань, Китай, Гавайи), *Gloiopeltis* (Китай, Япония) и совсем мало – *Gelidium* (Япония), *Gelidiella* (Индия).

Красные водоросли – обитатели прежде всего морских водоемов, пресноводных представителей известно немного. Багрянки широко распространены во всех морях от зоны прилива и отлива до глубины 50–100, иногда 200 м. Красные водоросли относительно невелики – от нескольких сантиметров до 2 м. В их хроматофорах кроме хлоро-филлов и каротиноидов содержится еще ряд водорастворимых пигментов – фикобилинов: фикоэритрины (красные), фикоцианины и аллофи-коцианины (синие). В итоге окраска таллома варьируется от малиново-красной (если преобладает фикоэритрин) до голубовато-стальной (при избытке фикоцианина). Запасным полисахаридом красных водорослей является багрянковый крахмал, зерна которого откладываются в цитоплазме вне хлоропластов. По своей структуре этот полисахарид ближе к амилопектину и гликогену, чем к крахмалу. Биомасса красных водорослей в естественных зарослях составляет десятки или даже сотни граммов на 1 м².

Размножаются красные водоросли вегетативно, бесполом и половым способами. Вегетативное размножение осуществляется за счет образования дополнительных побегов, отрастания нового таллома от подошвы старого, отмершего, а также путем деления клеток. Оторванные участки талломов погибают.

Бесполое размножение багрянок происходит при помощи неподвижных спор, образующихся в спорангиях обычно по четыре (тетра-споры) или по одной (моноспоры).

Половое размножение красных водорослей осуществляется путем образования сложно устроенных половых органов. Женский половой орган, называемый карпогоном, возникает на концах боковых веточек. Нижняя часть его расширена, а верхняя сужена в так называемую трихогину. В нижней части карпогона находится яйцеклетка.

Мужские органы – антеридии – собраны группами на концах сильно ветвящихся нитей. В них развивается по одному неподвижному сперматозоиду, называемому спермацием. Спермаций током воды переносится к карпогону, здесь приклеивается к трихогине, растворяет оболочку и переливает содержимое через трихогину в брюшную часть карпогона, где и происходит оплодотворение. После этого трихогина увядает. Зигота делится многократно, образуя карпоспоры.

У более примитивных красных водорослей (*Porphyra*, *Bangia* и др.) в карпогоне образуется от 4 до 32 гаплоидных карпоспор, которые прорастают в гаплоидные нити. У более сложных багрянок из оплодотворенной яйцеклетки после редукционного деления вырастают короткие, иногда ветвящиеся нити, вследствие чего брюшная часть карпогона сильно разрастается, образуя так называемый цистокарпий. В наружных клетках нитей цистокарпия образуется по одной карпоспоре. Карпоспоры прорастают также в гаплоидные растения.

Размножение *Porphyra tenera* представлено на рис. 55. В зимние месяцы порфира размножается половым путем, т. е. каждое новое растение вырастает из клетки, образовавшейся в результате слияния спермия и яйцеклетки.

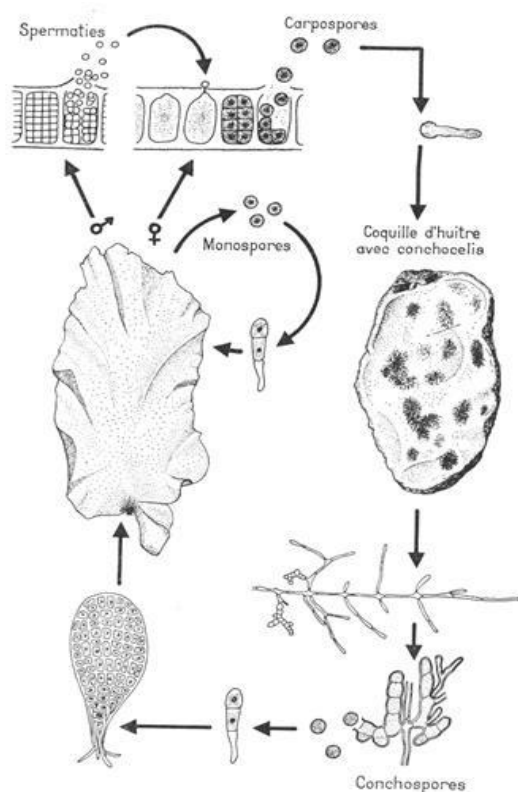


Рис. 55. Схема размножения *Porphyra tenera*

Зимой водоросли выбрасывают карпоспоры (конхоцелис), которые, осев на субстрат, вырастают в зрелые растения. Они, в свою очередь, образуют бесполое моноспоры (конхоспоры), из которых вырастают новые водоросли.

Став половозрелыми, растения, выросшие из моноспор, выделяют карпоспоры. Цикл повторяется.

Объектами культивирования для получения желирующих веществ и пищевых целей являются несколько видов порфиры, грацилярии и эухеумы, реже анфельция, хондрус, гелидиум, фурцеллярия, хипнея, глойопелтис, родимения и другие виды.

Наиболее известными являются порфира, родимения, ундария (рис. 56). Из красных водорослей в наибольшем количестве выращивается порфира. Обычно культивируются четыре вида порфиры: *Porphyra tenera*, *P. kuniedae*, *P. yessoensis*, *P. angusta*.

Современное культивирование порфиры начинается со стадии конхоцелис. Для сбора спор в естественных зарослях водорослей устанавливают коллекторы в виде связок раковин морского гребешка и устриц. Порфира на стадии конхоцелис способна закрепляться на известковом материале.

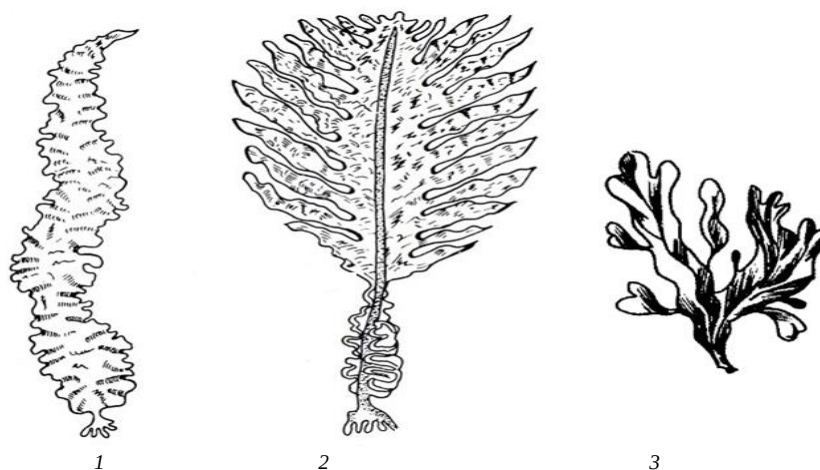


Рис. 56. Водоросли, выращиваемые на морских плантациях:
1 – порфира (*Porphyra tenera*); 2 – ундария (*Undaria pinnatifida*);
3 – родимения (*Rhodophyta*)

Створки раковин с прикрепившимися спорами переносят в специальные бассейны, снабжаемые профильтрованной, аэрированной, обработанной бактерицидными лучами и обогащенной биогенными элементами водой. Проростки находятся в бассейнах с зимы до осени, вплоть до созревания спорангиев. Затем водоросли переносят в море на участки, где предварительно устанавливают сети, служащие субстратом для выбрасываемых моноспор.

Сети имеют длину от 18 до 45 м при ширине 1,2–1,5 м и размере ячеей 15×15 см. Полотнище сети натягивают на рамы, изготовленные из расщепленного бамбука или металлических труб. Такое устройство называется «хиби» (рис. 57).

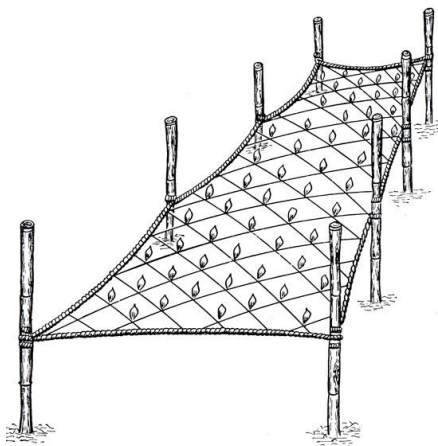


Рис. 57. Схема сетей-хиби

Часто водоросли со зрелыми спорангиями размещают в больших бассейнах, где уже находятся сети-хиби, на которые и оседают моноспоры. Сети с проростками распределяют на плантациях в море.

В местах выращивания порфиры в дно вбивают шесты, к которым вертикальным или горизонтальным способами крепят сети. При горизонтальном размещении рамы подвешивают одну под другой в несколько этажей. Через месяц после прорастания спор сети переносят в прибрежные районы, прилегающие к устьям рек. Там водоросли растут до товарных размеров (рис. 58).

Во время отлива сети полностью осушаются на 4–4,5 ч, а во время прилива – затопляются. Это делается для того, чтобы посторонние водоросли, которые в отличие от порфиры не переносят осушения, погибали.



Рис. 58. Выращивание порфиры на сетях-хиби

При выращивании порфиры в Японии практикуется метод плавучих сеток, считающийся наиболее эффективным. Сущность его заключается в том, что сети с рассадой порфиры крепятся не к шестам, а к поплавкам, стоящим на якорях (рис. 59).



Рис. 59. Выращивание порфиры на плавучих сетях

После того как молодые водоросли подрастут, производится их разреживание. На каждой сети средних размеров остается 1500–3000 пластин порфиры. Сбор урожая начинается, когда растения достигают длины 15–20 см. Рост порфиры продолжается и после срезания талломов. Благодаря этому с одних и тех же растений с конца ноября по март урожай собирают 3–4 раза. Если добыча порфиры снижается, сети заменяют другими с новым посадочным материалом. До товарных раз-

меров водоросли растут 50–60 дней. При выращивании на сетях удастся получить более крупные и более устойчивые к заболеваниям растения, чем при культивировании на грунте.

Порфиру, снятую с сетей, тщательно освобождают от песка и ила, промывают в пресной воде. В продажу поступают пучки сушеных листьев размером 19×17 см, весом 2,5 г.

В естественных условиях порфира на стадии конхоцелис обнаруживается только зимой, вот почему японские ученые разработали метод получения карпоспор в течение всего года. Для этого водоросли со зрелыми спорангиями высушивают на воздухе и в течение полугода сохраняют при температуре 12 °С. Поместив затем такие талломы в морскую воду, имеющую температуру 22 °С, через двое суток удастся получить споры.

На некоторых участках дна, лишенных субстрата для оседания спор, порфира отсутствует. Для заселения таких районов по дну разбрасывают шершавые камни и завозят водоросли с созревшими спорангиями. После высыпания спор на камнях появляются новые растения. Таким способом запасы порфиры в прибрежных районах, ранее не пригодных для ее развития и роста, могут быть увеличены.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды красных водорослей, используемых в марикультуре.
2. Как происходит размножение и развитие порфиры?
3. С какой стадии начинается культивирование порфиры?
4. Охарактеризуйте биотехнологический процесс культивирования порфиры.
5. Опишите метод получения карпоспор порфиры в течение всего года.
6. Как увеличить запасы порфиры в естественных водоемах?

Тема 26. ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЗЕЛЕННЫХ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Цель занятия: изучить биологические особенности зеленых морских водорослей и ознакомиться с технологией их культивирования.

Материалы и оборудование: гербарные экземпляры зеленых морских водорослей, рисунки, плакаты.

Задание: 1) изучите основные виды культивируемых зеленых водорослей; 2) законспектируйте основные биологические особенности культивируемых зеленых водорослей; 3) ответьте на контрольные вопросы.

Зеленые водоросли (лат. *Chlorophyta*) имеют меньшее промысловое значение по сравнению с бурыми и красными водорослями. В то же время это одна из наиболее распространенных групп водорослей. Зеленые водоросли содержат в хлоропластах только зеленый пигмент хлорофилл. Они широко распространены во всех морях и океанах в супралиторали, литорали и сублиторали до глубины 20–30 м.

Основными объектами культивирования среди зеленых водорослей являются монострома, ульва, энтероморфа, реже используют каулерпу, кладофору (рис. 60).

Строение, форма и размеры зеленых водорослей сильно варьируются. Размеры зеленых водорослей колеблются от нескольких сантиметров до 1 м и более. Окраска меняется от светло-зеленой до темно-зеленой. Размножение вегетативное, бесполое и половое.

Зеленые водоросли разводят в основном в странах Юго-Восточной Азии и используют в пищу, так как они содержат около 26 % белка. Их также используют в качестве удобрений и для очистки сточных вод, в том числе и от тяжелых металлов. К съедобным зеленым водорослям относятся ульва, монострома и каулерпа.



Рис. 60. Объекты культивирования зеленых водорослей:
a – монострома; *б* – ульва; *в* – энтероморфа; *г* – каулерпа; *д* – кладофора

В пищу употребляется в основном ульва (рис. 61), которая имеет второе название – «морской салат». Она действительно внешне похожа на салат латук. Ульва имеет крупные слоевища (от 30 см до 1,5 м), чаще всего она употребляется в сыром виде для приготовления салатов, иногда – как ингредиент для супов. Ульву часто сушат, промыв в подсоленной воде и разложив на камнях, – через пару часов уже можно есть хрустящие зеленые листики.



Рис. 61. Ульва (*Ulva fenestrata*)

Ульва растет не только в Японии, но также и у берегов Ирландии, Скандинавии. Ульва, как и все водоросли, содержит множество витаминов, минералов и белков, но особенно много в ней железа.

Уми будо (лат. *Caulerpa lentillifera*) добывается только в Японии, около острова Окинава (рис. 62). Жители Окинавы выращивают уми будо в исключительно чистой и теплой воде, она совершенно не переносит холода и в холодильнике портится, поэтому попробовать редкую водоросль можно только в некоторых ресторанах, в которые свежую уми будо доставляют на самолете.



Рис. 62. Уми будо (*Caulerpa lentillifera*)

Ее название переводится как «морской виноград» – внешне эта водоросль похожа на миниатюрные грозди винограда. Иногда ее называют морской икрой, потому что листики уми будо лопаются на зубах, как икринки.

Зеленые водоросли выращивают в монокультуре или совместно с порфирой. Выращивают водоросли на сетях размером 18×2 м, устанавливаемых в устьях рек и мелководных участках морей (рис. 63). С одной сети снимают три урожая в год, около 26 кг.



Рис. 63. Сети для культивирования зеленых водорослей

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды зеленых водорослей, используемых в марикультуре.
2. Дайте краткую общую характеристику зеленым водорослям.
3. Охарактеризуйте зеленые водоросли, употребляемые в пищу.

Тема 27. ТЕХНОЛОГИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГИГАНТСКОЙ ПРЕСНОВОДНОЙ КРЕВЕТКИ

Цель работы: изучить биологические особенности и биотехнику культивирования *Macrobrachium rosenbergii*.

Материалы и оборудование: географические атласы, музейные экземпляры *Macrobrachium rosenbergii*, калькуляторы.

Задание: 1) найти на карте ареал обитания *Macrobrachium rosenbergii*; 2) рассмотреть фиксированные образцы и изучить биологические особенности *Macrobrachium rosenbergii*; 3) зарисовать

внешний вид креветки и ее личинку; 4) выписать в тетрадь и оформить в виде таблицы биотехнические нормативы культивирования *Macrobrachium rosenbergii* (табл. 18).

Таблица 18. Биотехнологические нормативы культивирования *Macrobrachium rosenbergii*

Показатели	Единица измерения	Норма
Нерестовый бассейн для разведения креветок: объем	м ³	
глубина воды	м	
Плотность посадки самцов и самок в нерестовый бассейн	шт.	
Инкубационный бассейн: объем	м ³	
глубина воды	м	
Плотность посадки планктонных личинок	шт.	
Продолжительность подращивания	сут	
Выживаемость личинок	%	
Вырастной бассейн: объем	м ³	
глубина воды	м	
Плотность посадки в вырастной пруд (бассейн)	шт/м ²	
Продолжительность выращивания	сут	
Выживаемость молоди	%	
Нагульный пруд (бассейн): площадь	м ²	
глубина воды	м	
Плотность посадки в нагульный пруд (бассейн)	шт/м ²	
Продолжительность выращивания	сут	
Выживаемость товарных креветок	%	
Масса товарных креветок	г	
Продуктивность нагульных прудов	кг/га	

Биологические особенности Macrobrachium rosenbergii. Среди многочисленных креветок рода *Macrobrachium* наибольший интерес для культивирования представляет гигантская пресноводная креветка Розенберги (рис. 64, 65).



Рис. 64. Внешний вид гигантской пресноводной креветки

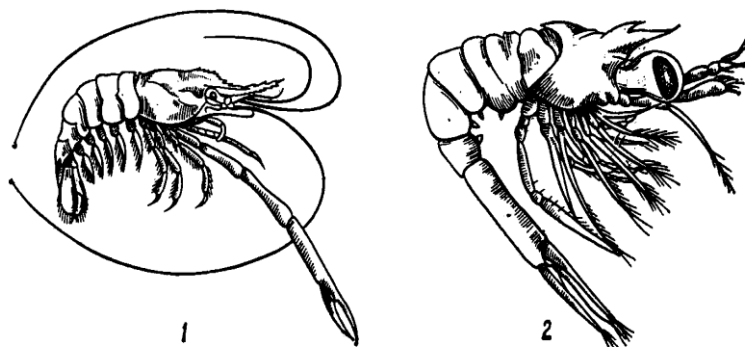


Рис. 65. Креветка р. *Macrobrachium*: 1 – взрослая особь; 2 – личинка.

Связано это с тем, что данный вид легко размножается, обладает высокой конечной массой и быстрым ростом. В природе креветки обитают в водоемах Индии, Вьетнама, Филиппин и некоторых других стран. Самцы достигают длины 25 см и массы 150 г, самки – 15 см и 100 г. Температурный оптимум составляет 27–30 °С. Жизненный цикл включает 4 стадии: икра, личинка, постличинка, взрослая особь. Размножается креветка 3–4 раза в год. Инкубация икры происходит на плеоподах самки при температуре 29 °С до 5 недель.

Плодовитость самок – от 5 до 120 тыс. икринок. Вылупившиеся личинки в течение 20–50 суток ведут планктонный образ жизни, питаются фито- и зоопланктоном, а затем оседают на дно. Завершающая стадия инкубации икры, личиночный период и непосредственно метаморфоз происходят в воде соленостью 12–20 ‰. Послеличиночный период, нагул, созревание, спаривание, более половины инкубационного периода проходят в пресной воде. Молодь и взрослые особи питаются водной растительностью и донными животными.

Биотехника культивирования *Macrobrachium rosenbergii*. Для Беларуси перспективно культивирование с использованием теплых вод ТЭЦ и применение «ясельной биотехники». Суть «ясельной биотехники» заключается в том, что личинок и молодь выращивают в бассейнах УЗВ, а товарных креветок – в прудах (бассейнах). Основными этапами биотехники выращивания являются: нерест производителей и получение личинок; выращивание планктонных личинок; выращивание постличинок; выращивание товарных креветок.

Этап I. Спаривание проводят в аэрируемой пресной воде в бассейне с укрытиями объемом 1,3–,0 м³ и глубиной воды 0,4 м. Плотность посадки составляет 4 ♂ на 8–20 ♀ на бассейн. Средняя плодовитость самки обычно составляет 50 тыс. икринок. Как только икра приобретет бледно-розовый цвет, самок по одной переводят в бассейны емкостью 0,1–0,3 м³ и глубиной 0,1–0,3 м. Аэрация воды обязательна.

Этап II. В этих же бассейнах выдерживают и вылупившихся личинок. Выход личинок обычно не превышает 50–70% от числа икринок. Бассейны отключают от общей системы водообеспечения, что позволяет формировать необходимый режим солености. Так, при посадке самок вода в бассейнах пресная, затем в течение 8–12 часов соленость повышают до 8–12 ‰, а к моменту выклева личинок – до 12–20 ‰. Плотность посадки личинок в возрасте 2–3 сут – 50–100 тыс. шт/м². Питаться личинки начинают на вторые – третьи сутки после вылупления. Кормят личинок микроводорослями (фоновое) и науплиями артемии салины. Концентрация науплий в воде бассейнов – 50 тыс. шт/м³ в начале и 10 тыс. шт/м³ в конце этапа. На 10-е сутки выращивания в рацион личинкам добавляют икру рыб и стартовые корма. Кормят не менее 18 раз в сутки. Схема кормления приведена в табл. 19.

Таблица 19. Схема кормления планктонных личинок *Macrobrachium rosenbergii*

Сутки кормления	Средняя масса, г	Суточная доза, в % от массы личинок (в сухой массе яиц <i>Artemia salina</i>)
1	0,0005	15
2	0,0008	20
4	0,002	30
8	0,008	20
15	0,05	10
30	0,3	1

Створки раковин с прикрепившимися спорами переносят в специальные бассейны, снабжаемые профильтрованной, аэрированной, обработанной бактерицидными лучами и обогащенной биогенными элементами водой. Проростки находятся в бассейнах с зимы до осени, вплоть до созревания спорангиев. Затем водоросли переносят в море на участки, где предварительно устанавливают сети, служащие субстратом для выбрасываемых моноспоров.

В период выращивания планктонных личинок (30 суток) температура воды должна составлять 25–30 °С, соленость – 12–20 ‰, pH – 7–8. Выживаемость личинок к концу метаморфоза составляет 30–50% от количества посаженных.

Этап III. После оседания на дно молодь адаптируют к пресной воде и переводят в выростные бассейны УЗВ емкостью от 2 м³ с глубиной воды 0,1–0,3 м. Осевшая молодь имеет массу 0,3 г при длине 6–7 мм. Плотность посадки осевшей молоди составляет до 1000 шт/м², выживаемость на этом этапе – 50%. Продолжительность подращивания – 30–50 сут. Масса молоди в конце этапа составляет от 3 до 6 г при длине от 2 до 5 см. Кормление проводят специальными сухими кормами (суточный рацион в начале выращивания – 20%, к тридцатым суткам выращивания – 10% от массы тела). Схема кормления постличинок приведена в табл. 20.

Таблица 20. Схема кормления постличинок *Macrobrachium rosenbergii*

Масса постличинок, г	Суточная доза корма, в % от массы тела	Кратность кормления, раз в сутки
До 0,5	20 – 15	4
0,5–2,0	15 – 10	3
2,0–5,0	10 – 6	3

Этап IV. Товарное выращивание проводят в проточных прудах (бассейнах) площадью до 1000 м² и глубиной до 1,0–1,5 м. На дне прудов (бассейнов) обязательны укрытия, в которых креветки прячутся в период линьки. На этом этапе креветок кормят специальными гранулированными комбикормами (диаметр гранул – от 1,0 до 2,5 мм) или пастообразными на основе рыбы, отходов мясопереработки, зерна, бобов, жировых и минеральных добавок и иных компонентов. Схема кормления приведена в табл. 21.

Таблица 21. Схема кормления *Macrobrachium rosenbergii* в нагульных прудах

Масса креветок, г	Суточная доза корма, % от массы тела	Кратность кормления, раз в сутки
5–10	6 – 4	2
10–20	4 – 3	2
20 и более	3 – 2	2

Плотность посадки молоди в нагульные пруды (бассейны) составляет 15–40 шт/м², выживаемость – 50–70 %. Продолжительность выращивания до товарной массы 50–100 г составляет 6 месяцев. Продуктивность – от 1000 до 3000 кг/га. Выращивание проводят как в монокультуре, так и в поликультуре с рыбой (растительноядными или планктофагами).

Методика биотехнических расчетов.

Расчет площади нагульных прудов проводится по следующей формуле:

$$S = G \cdot 100 / A_n \cdot B \cdot P \cdot 100,$$

где G – продукция хозяйства, кг;

A_n – плотность посадки креветок, шт/м²;

B – масса товарной креветки, кг;

P – выход товарных креветок от посадки, %;

S – площадь прудов, м².

Расчет количества производителей выполняется по следующей схеме:

1. Определяем численность товарных креветок:

$$N_{\text{креветок}} = G / B,$$

где N – количество товарных креветок.

2. Находим необходимое количество молоди, постличинок, личинок и икры:

$$N_{\text{молоди}} = N_{\text{креветок}} \cdot 100 / P_{\text{товарных креветок}};$$

$$N_{\text{постличинок}} = N_{\text{молоди}} \cdot 100 / P_{\text{молоди}};$$

$$N_{\text{личинок}} = N_{\text{постличинок}} \cdot 100 / P_{\text{постличинок}};$$

$$N_{\text{икринок}} = N_{\text{личинок}} \cdot 100 / P_{\text{личинок}};$$

где N – численность соответственно товарных креветок, молоди, постличинок, личинок и икринок, шт.;

P – выход соответственно товарных креветок, молоди, постличинок, личинок и икринок, %.

3. Находим необходимое количество производителей:

$$N_{\text{самок}} = N_{\text{икринок}} / F,$$

где F – средняя плодовитость самки, шт. икринок;

N – численность самок. При расчете производителей учитывают половое соотношение самцов и самок и 70%-ный резерв.

Задача. Рассчитать: а) площадь бассейнов и прудов; б) количество производителей, личинок, постличинок и молоди. Задания для расчетов приведены в табл. 22.

Таблица 22. Задания для расчетов

Показатель	Варианты														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Мощность хозяйства, т	1	3	5	7	9	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30

Контрольные вопросы

1. Расскажите о биологических особенностях гигантской креветки.
2. Каковы особенности размножения и выращивания личинок *Macrobrachium rosenbergii*?
3. Каковы режимы кормления *Macrobrachium rosenbergii* на различных стадиях производственного цикла?

Тема 28. ТЕХНОЛОГИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ *PENAEUS JAPONICUS*

Цель работы: изучить биологические особенности и освоить биотехнику культивирования *Penaeus japonicus*.

Материалы и оборудование: географические атласы, музейные экспонаты *Penaeus japonicus*, калькуляторы.

Задание: 1) найти на карте ареал обитания *Penaeus japonicus*; 2) рассмотреть фиксированные образцы и изучить биологические особенности *Penaeus japonicus*; 3) зарисовать внешний вид *Penaeus japonicus*; 4) выписать в тетрадь и оформить в виде таблицы биотехнические нормативы культивирования *Penaeus japonicus* (табл. 23).

Таблица 23. Биотехнические нормативы культивирования *Penaeus japonicus*

Показатели	Единица измерения	Норма
Площадь нерестового бассейна	м ²	
Глубина воды	м	
Плотность посадки самок в нерестовый бассейн	шт/м ²	
Плотность посадки личинок в стадии протозоа	шт/м ³	
Выход протозоа от науплий	%	
Плотность посадки личинок в стадии мизид	шт/м ³	
Выход мизид от протозоа	%	
Плотность посадки осевшей молоди	шт/м ³	
Выход осевшей молоди от мизид	%	
Площадь нагульных прудов	м ²	
Глубина воды	м	
Плотность посадки в нагульные пруды	шт/м ²	
Продолжительность выращивания	сут	
Выживаемость товарных креветок	%	
Масса товарных креветок	г	

В государствах тропической зоны Тихого океана (Индия, Индонезия, Малайзия, Вьетнам, Япония, Китай) издавна занимаются выращиванием тропических креветок сем. Penaeidae, причем основным объектом культивирования является *Penaeus japonicus* (рис. 66).

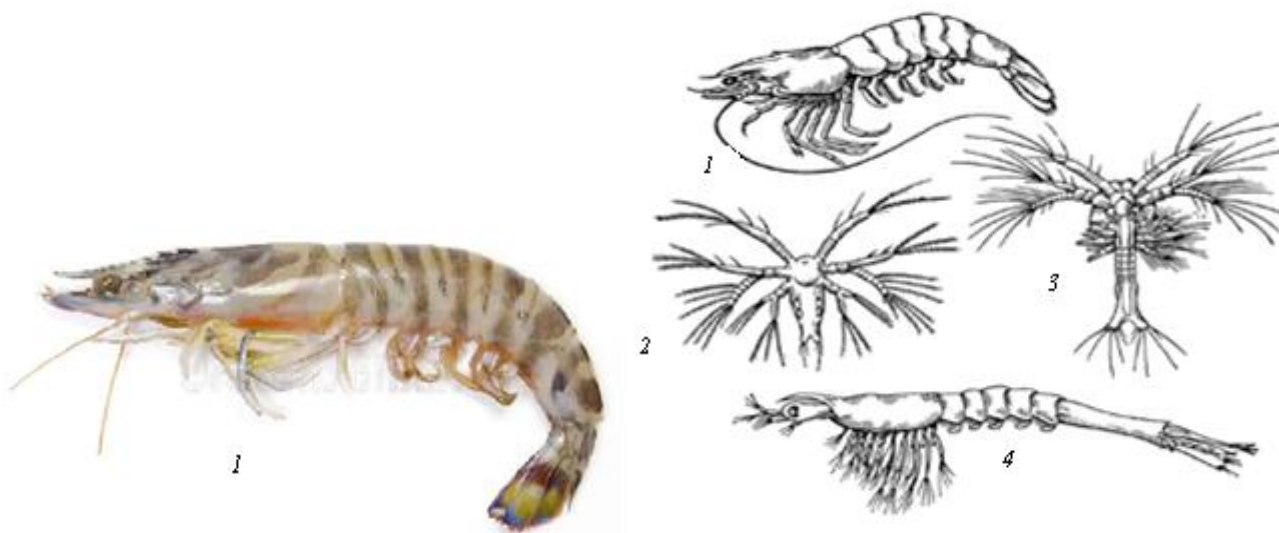


Рис. 66. Креветка р. *Penaeus*: 1 – взрослая форма; 2 – науплиус; 3 – протозоа; 4 – мизид.

Биологические особенности *Penaeus japonicus*. *Penaeus japonicus* (японская креветка, курум), благодаря быстрому росту и высокой плодовитости, является одним из самых продуктивных видов ракообразных. Растет при температуре воды от 15 до 32°C, однако выдерживает понижение температуры воды до 4°C. Предпочитает соленость 32–35‰, но может обитать в воде с соленостью до 27‰.

Половозрелая особь достигает массы 50–120 г, товарной считается при массе 30 г и длине 130 мм. Плодовитость составляет 100–1200 тыс. шт. икринок. Икру выметывает в воду, где она развивается около 13 ч при температуре 25–29°C. Науплиевая стадия продолжается 1,5 суток (6 линек), стадия протозоа – 5 суток (3 линьки), стадия мизид – 5 суток (1 линька). После этого наступает постличиночный период (40 сут. в начале которого молодь опускается на дно, а к концу превращается во взрослую форму). При выращивании товарных креветок технологический процесс продолжается еще 6 месяцев до массы не менее 30 г.

Биотехника культивирования *Penaeus japonicus*. Технологический процесс начинается с отлова производителей в море. На палубе из отловленных особей отбирают зрелых самок, имеющих темно-серые яичники между панцирем и брюшком, и перевозят их в питомники.

В питомниках самок (30–100 шт.) отсаживают в бассейны размером 10 × 10 м и глубиной воды 1,5 м. Нерест ночной. О его результативности судят по появлению пены на поверхности воды. Чтобы избежать поедания икры, утром отнерестившихся самок удаляют из бассейнов. Средняя плодовитость самок составляет около 300 тыс. яиц. Выращивание планктонных личинок и постличинонок проводят в нерестовых бассейнах. Плотность посадки личинок в стадии науплий составляет 140 тыс. шт/м³, на стадии протозоа – 95 тыс. шт/м³, мизид – 85 тыс. шт/м³, осевшей молоди – до 20 тыс. шт/м². Выход науплий от икры не превышает 60 %, протозоа от науплий – не более 70 %, мизид от протозоа – не более 85 %, осевшей молоди от мизид – до 95 %.

Выклюнувшихся личинок кормят жгутиковыми и диатомовыми водорослями. Плотность водорослей должна поддерживаться на уровне 1000 клеток на 1 мл. Мизид кормят науплиями артемии (6 г яиц артемии на 10 тыс. мизид в сутки). Хорошим живым кормом для креветок на этой стадии являются коловратки. Постличинонок вначале кормят науплиями артемии, коловратками, а затем добавляют размельченное мясо моллюсков или червей в количестве 10% массы постличинонок (20 г корма на 10 тыс. постличинонок), увеличивая это количество до 80–100 г к 20 дню выращивания. Постличинонок содержат в нерестовых бассейнах, пока они не достигнут массы 0,01 – 0,02 г или массы 2–3 г.

Затем их переводят в нагульные бассейны (пруды), расположенные под открытым небом. Перевозку проводят при температуре 15 °С (чтобы подавить каннибализм) в 20-литровых пластиковых мешках, куда заливают 8 л морской воды.

Пруды для выращивания креветок должны иметь площадь 0,1–10,0 га и глубину 1–2 м. Дно в прудах должно быть песчаным, так как креветки ведут ночной образ жизни и днем могут зарываться в песок. Чтобы креветки не выпрыгивали, пруды вдоль дамб огораживают нейлоновой сеткой, а водоподающие трубы защищают сеткой, чтобы в пруды не попали хищники. При необходимости проводят аэрацию. Схема кормления постличинок и креветок в нагульных прудах приведена в табл. 24.

Таблица 24. Схема кормления японской креветки

Масса креветки, г	Корм	Задаваемый корм, % от массы тела	Кратность кормления
0,01–0,02	Молотые моллюски, креветки	200 – 300	2 – 5 раз в неделю
0,1–0,5	Молотые моллюски, креветки	50	2 – 5 раз в неделю
0,5–1,0	Мелкие целые креветки, молотые моллюски	25	2 – 5 раз в неделю
1–2	Мелкие целые креветки, молотые моллюски	25	1 раз в день перед заходом солнца
2–10	Измельченная рыба, нежирное мясо или молотые моллюски	15	1 раз в день перед заходом солнца
10–30	Измельченная рыба, нежирное мясо или молотые моллюски	5	1 раз в день перед заходом солнца

Общий кормовой коэффициент очень высок – на 1 кг прироста креветок требуется 13–14 кг сырого корма или 23 кг сухого. При кормлении креветок моллюсками в прудах накапливается много остатков мяса и створок, которые необходимо периодически удалять.

Если в пруды высаживали молодь массой 0,01–0,02 г, то выход товарных креветок составляет 60 %, если в пруды высаживали молодь массой 2–3 г, выход увеличивается до 80 %. Плотность посадки в нагульные пруды должна составлять 50–150 экз/м², оптимальная температура воды – 25–29 °С, соленость воды – 32–35 ‰. Продолжительность выращивания – 6 месяцев, контрольные обловы проводят 1 раз в 10–20 суток. При выращивании креветок в теплых водах можно получить товарную продукцию около 1,5 т/га.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о биологических и технических особенностях культивирования японской креветки.
2. В чем заключаются особенности биотехники культивирования японской креветки?
3. Каков режим кормления курума на различных этапах производственного процесса?

Тема 30. ТЕХНОЛОГИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ УСТРИЦ

Цель работы: изучить биологические особенности культивируемых устриц и освоить биотехнику их разведения и выращивания.

Материалы и оборудование: географические атласы, рисунки, фото, калькуляторы.

Задание: 1) изучить биологические особенности устриц; 2) зарисовать взрослую особь устрицы, конструкции для их выращивания и схему питомника для выращивания личинок устриц; 3) выписать в тетрадь и оформить в виде таблицы биотехнические нормативы культивирования устриц на вертикальных плантациях (табл. 25).

Таблица 25. Биотехнические нормативы выращивания устриц на вертикальных плантациях

Показатели	Единица измерения	Норма
Возраст шпата, помещаемого на товарное выращивание на коллекторы	сут	
Длина коллекторов	м	
Расстояние между пластинами субстрата	м	
Количество коллекторов на 1 м ² площади плота	шт.	
Продолжительность выращивания устриц до массы 30–60 г	мес	
Продолжительность выращивания устриц до массы 150–300 г	мес	
Продуктивность 1 м.п. коллектора	кг	

Устрицы принадлежат к семейству *Ostreidae*, в которое входят два рода *Ostrea* и *Crassostrea*. Распространены в прибрежных зонах тропических и умеренных вод Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Виды рода *Ostrea* обитают обычно у берегов Европы, а рода *Crassostrea* – вдоль побережий Тихого океана. Европейская устрица (*O. edulis*) распространена вдоль Атлантического побережья от Норвегии до Алжира, в Средиземном и Черном морях (рис. 67).

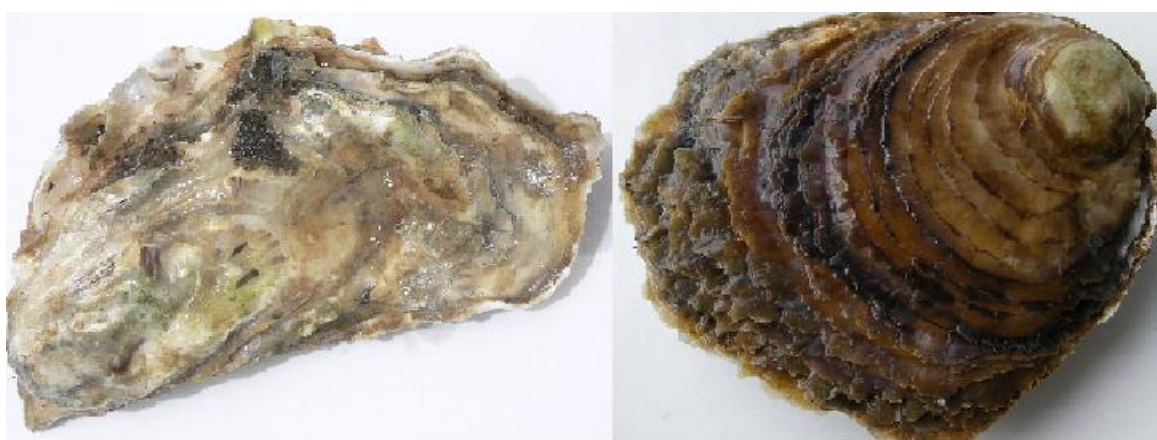


Рис. 67. Тихоокеанская и европейская устрицы

Раковина устриц не равностворчатая, крайне изменчивая. Левая створка выпуклая, больше правой. Товарными считаются европейская устрица размером 6–7 см, тихоокеанская – 10–15 см. Мантия открытая, со свободными краями, без специальных отверстий для входа и выхода воды. Единственный аддуктор – массивный мускул – помещается в брюшной части туловища вблизи центра раковины. Над мускулом находится окологердечная сумка с сердцем, через которое проходит кишечник, в спинном отделе расположена печень. Большие жабры в брюшной части срастаются с мантией. Нога у взрослых особей отсутствует.

Моллюски прирастают к субстрату или друг к другу левой массивной створкой. Оптимальной для обитания устриц считается температура 15–20 °С, для размножения – 18–20 °С. Летальными же являются температуры выше 26 °С и ниже 6 °С. Устрицы предпочитают воду соленостью выше 25 ‰.

Черноморская устрица *Ostrea taurica* является объектом промысла и образует устричные банки. Созревает в возрасте 3 лет и живет около 5 лет. Весной при температуре 16–18 °С устрицы начинают размножаться. У устриц имеются два пика размножения: в июне и августе. Огромная плодовитость (1,0–1,5 млн. яиц) обеспечивает большое количество личинок устриц в планктоне. Оплодотворение яиц и развитие до стадии велигер (в течение двух недель) происходит в полости тела. Раковина велигера прозрачная и бесцветная. Спустя несколько недель после появления в планктоне велигеров наступает стадия великонха. Великонхи размером 350–400 мкм готовы к метаморфозу – превращению во взрослую особь и оседанию. У них имеются пигментированный глаз, развитые червеобразная, покрытая ресничками нога, мантия и два мускула редуктора.

Выращивание устриц сводится к трем этапам: сбор шпата, выращивание в естественных условиях, подготовка к реализации. На первом этапе посадочный материал (молодь устриц – шпат) по-

лучают в природе в период размножения устриц. Личинки оседают на выставленные в море коллекторы (рис. 68) в районе устричных банок.

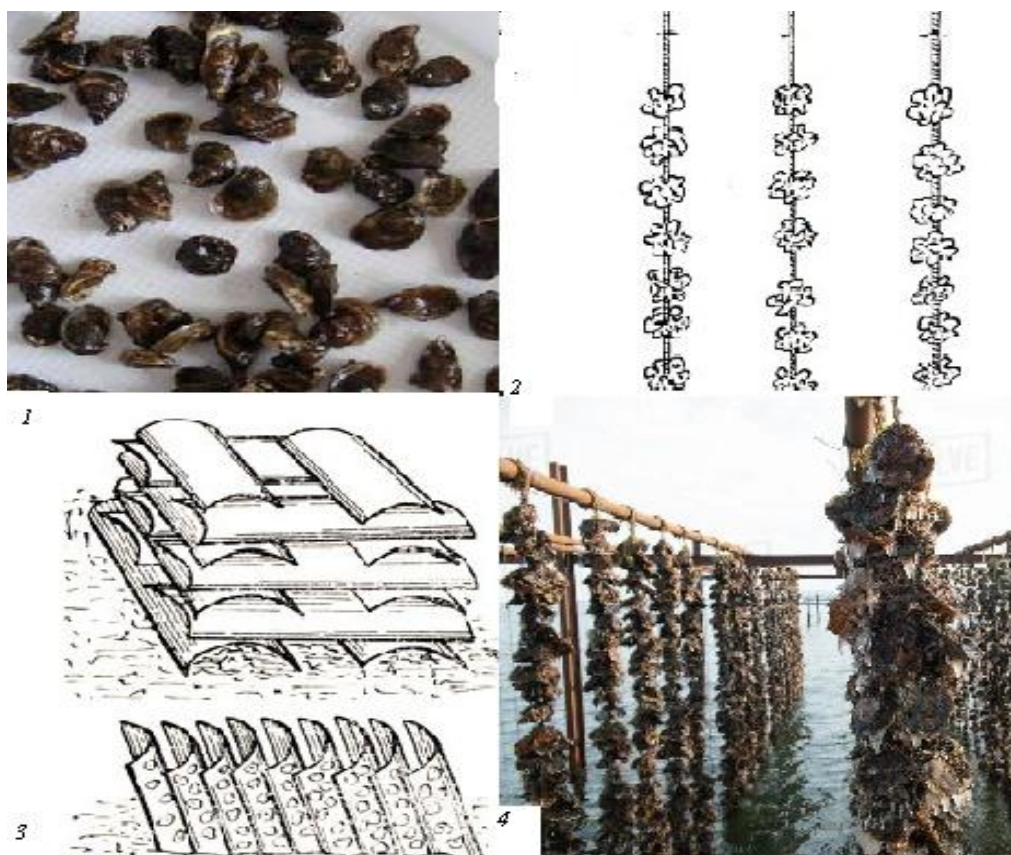


Рис. 68. Конструкции для сбора шпата и выращивания устриц:
1 – шпат; 2, 4 – коллекторы из раковин моллюсков; 3 – черепные коллекторы, уложенные различными способами

Возможно получение посадочного материала и от производителей в контролируемых условиях марихозяйств (рис. 69).

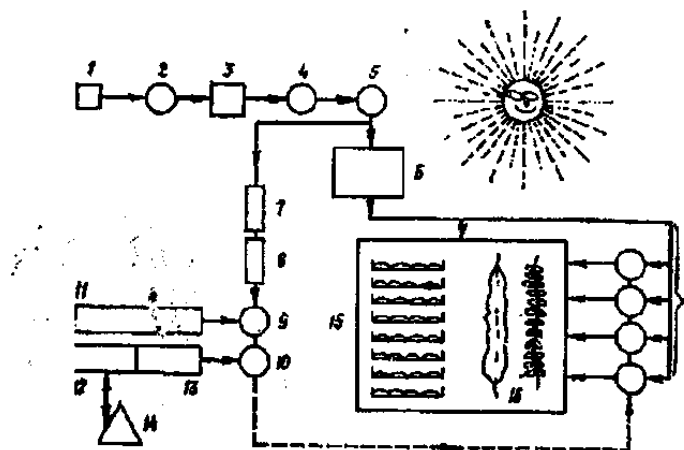


Рис. 69. Схема питомника для выращивания личинок устриц:
1 – водоснабжение; 2, 5 – насосы; 3 – бассейн-накопитель; 4 – центрифуга;
6 – выращивание кормовых микроводорослей; 7 – микрофильтр; 8 – источник света;
9 – выращивание монокультуры кормовых водорослей; 10 – бассейн для культивирования личинок;
11 – запас кормовых водорослей; 12 – нерестовик; 13 – инкубатор;
14 – бассейн для содержания производителей; 15 – коллекторы для оседания личинок;
16 – помещение для выращивания детритофагов; 17 – установка для очистки воды.

На втором этапе шпат выращивают в частично контролируемых условиях. Особое внимание уделяют конструкции коллекторов, времени и месту их установки. Возраст шпата, помещаемого на товарное выращивание на коллекторы, составляет 130 суток. В качестве коллекторов обычно используют раковины гребешка, нанизанные через 20 см на нержавеющую проволоку. Длина коллектора составляет 10–15 м. Коллекторы подвешивают на ярусы (горизонтальные канаты) или плоты. Количество коллекторов на 1 м² площади яруса (плота) составляет 1,0–1,5, длина яруса – 50–75 м. Особое внимание нужно уделять очистке устриц от обрастания, питанию и зимовке.

На третьем этапе устриц разделяют, очищают, осуществляют санитарный контроль, сортируют и реализуют. Продуктивность 1 п. м. коллектора составляет 4–5 кг. Продолжительность выращивания устриц до массы 150–300 г длится 18–24 мес, до массы 30–60 г – 6–8 мес. Выживаемость устриц от осевшего шпата до особей товарного размера составляет 40–50 %.

Для выращивания устриц используется различное оборудование: коллекторы, ящики, садки (рис. 70).



Рис. 70. Оборудование для выращивания устриц

Методика расчета площади вертикальной плантации. Исходя из мощности хозяйства, рассчитывают величину общей продукции в живом виде. Пользуясь нормативом выхода продукции с 1 п. м. коллектора и длины одного коллектора, находят выход продукции с одного коллектора. С учетом данных о длине ярусов и расстоянии между ними и коллекторами на одном ярусе находят общую площадь, занимаемую плантацией. Например, мощность хозяйства по выращиванию европейской устрицы – 50 т мяса. При выходе чистого мяса 50 % мощность в живом виде составит 100 т. Выход продукции с 1 п. м. коллектора составит 5 кг, длина коллектора – 10 м. Следовательно, выход продукции с коллектора будет равен 50 кг. Коллекторы подвешиваются на ярусы через 1 м, расстояние между ярусами – 2 м. Стандартная длина яруса – 50 м. Тогда для выращивания 100 т устриц потребуется:

$$N_{\text{коллекторов}} = 100000 \text{ кг} / 50 \text{ кг} = 2000 \text{ шт. коллекторов.}$$

Один ярус длиной 50 м будет нести 50 коллекторов. Всего потребуется:

$$N_{\text{ярусов}} = 2000 / 50 = 40 \text{ шт. ярусов.}$$

При расстоянии между ярусами 2 м площадь плантации составит:

$$S_{\text{плантации}} = 40 \text{ шт.} \cdot 2 \text{ м} \cdot 50 \text{ м} = 4000 \text{ м}^2.$$

Задача. Рассчитать площадь вертикальной плантации. Задания для расчетов приведены в табл. 26.

Таблица 26. Задания для расчетов

Показатель	Варианты											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Мощность хозяйства, т мяса моллюсков	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75

Контрольные вопросы

1. Назовите основные виды культивируемых устриц.
2. Расскажите о биологических особенностях устриц.
3. Каковы основные этапы выращивания устриц?

Тема 31. ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МИДИЙ

Цель работы: изучить биологические особенности культивируемых мидий и биотехнику их разведения и выращивания.

Материалы и оборудование: рисунки, фото мидий, калькуляторы.

Задание: 1) изучить биологические особенности мидий; 2) зарисовать способы выращивания мидий; 3) выписать в тетрадь и оформить в виде таблицы биотехнические нормативы культивирования мидий на вертикальных плантациях (табл. 27).

Таблица 27. Биотехнические нормативы выращивания мидий на вертикальных плантациях

Показатели	Единица измерения	Норма
Возраст шпата, помещаемого для выращивания на коллекторы	сут	
Длина коллекторов	м	
Количество коллекторов на 1 м ² площади яруса (плота)	шт.	
Продолжительность выращивания до длины: 3–5 см 5–8 см	мес	
	мес	
Продуктивность 1 п. м. коллектора	кг	

Мидии (семейство *Mytilidae*) широко используются в марикультуре (рис. 71). Основными объектами культивирования являются обыкновенная мидия – *Mytilus edulis*, обитающая в Атлантическом океане, Баренцевом, Белом, Балтийском морях, а также *M. galloprovincialis*, обитающая в Средиземном, Черном и Азовском морях. Массовые поселения (банки) мидии образуют в литоральной и сублиторальной зонах до глубины 50 м. Субстратом являются скалы, камни. Отдельные особи, срастаясь друг с другом, образуют щетки, или друзы.

Раковина у мидий удлинённая, макушка сдвинута на передний заостренный конец. Окраска темная, часто почти черная. Внутренняя поверхность покрыта перламутровым слоем. Имеется несколько мелких замковых зубчиков, зияние раковины слабое, и сквозь него проходит плотный пучок нитей биссуса. Нога маленькая пальцеобразная, используется для передвижения только молодыми особями.

Мидии – фильтраторы. Фильтруя, они извлекают из воды минеральные частицы и планктон. Мидии раздельнополы, половой зрелости достигают при длине около 30 мм в возрасте 1–2 лет. У самцов съедобной мидии мантия имеет кремовый, а у самок – оранжево-красный цвет. Плодовитость съедобной мидии очень велика – от 5 до 12 млн. яиц. Размножаться они начинают при температуре не ниже 7°C, а пик размножения приходится на 10–12 °C. Оплодотворение внешнее. Развитие длится 30–48 ч. Из яйца появляется личинка трохофора, которая спустя два дня превращается в личинку велигер (парусник), а затем в великонх. Длина велигера равна 80–148 мкм, а великонха – 250–300 мкм. Перед оседанием раковина великонха становится треугольной и темнеет. В за-

висимости от температуры воды личинки развиваются в толще воды в течение 2–4 недель.



Рис. 71. Мидии

Мидий выращивают на грунте, бревнах и плотках. На естественных банках выход мидий составляет 150–400 кг/га в сырой массе. При выращивании на бревнах получают 5 т, на грунте – 12–25, а на плотках – до 150 т мяса мидий с гектара. На грунте мидий выращивают во многих странах Европы. При этом способе молодь в районах нереста собирают с помощью специальных судов, оборудованных драгами. Собранных мидий помещают на выростные участки размером 200 × 500 м.

Метод выращивания мидий на бревнах применяется в отливно-приливной зоне (рис.72). Здесь устанавливают ряды бревен высотой 4–5 м и диаметром 35 см, которые служат коллекторами для оседания личинок мидий.

Подросшую молодь снимают и помещают в синтетические сетчатые мешки высотой 5 м и диаметром 10 см, которыми в виде спиралей оббивают бревна, расположенные в местах больших колебаний уровня воды. Здесь мидий содержат до достижения товарного размера. На бревнах мидии защищены от хищников (морских звезд, крабов) и паразитов. Однако рост их замедляется из-за того, что значительную часть суток они остаются в зоне отлива и не питаются.



Рис. 72. Выращивание мидий на столбах

Наиболее эффективно выращивание мидий на ярусах (рис.73).



Рис. 73. Выращивание мидий на ярусах

Стандартная длина яруса 50–75 м, расстояние между ярусами – 50–75 м. Коллекторы с молодью мидий в возрасте 30–45 сут переносят на ярусы для товарного выращивания. Длина коллекторов – 5–10 м (рис. 74). Коллекторы подвешивают на ярусах через 1 м. Продолжительность выращивания

до длины 3–5 см составляет 6–10 мес, до длины 5–8 см – 18–24 мес. Продуктивность 1 п. м. коллектора составляет 4–10 кг мидий. Урожай собирают с помощью судов, оборудованных краном с металлической корзиной, которую под связки мидий подводит аквалангист.

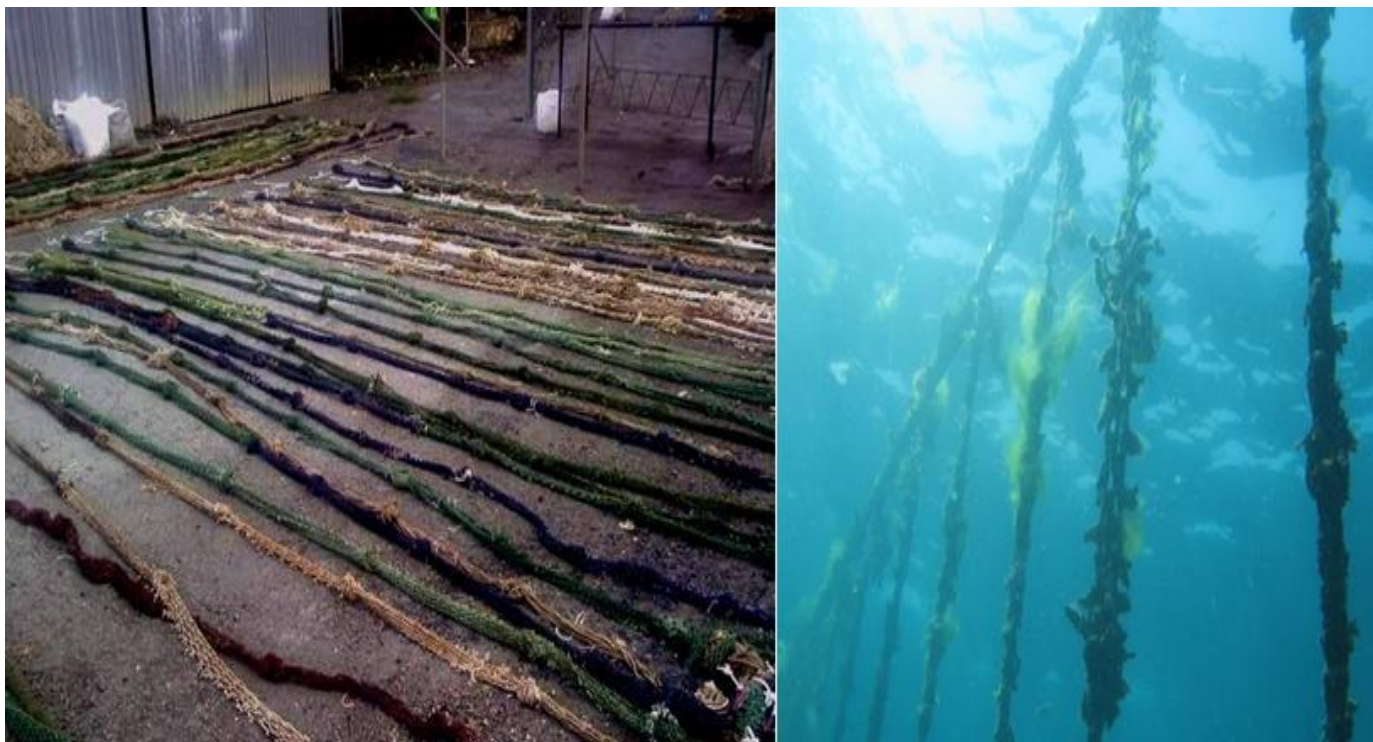


Рис. 74 . Мидийные коллекторы

Расчет площади вертикальной плантации для культивирования мидий проводится по методике, принятой для устриц.

Задача. Рассчитать площадь вертикальной плантации. Задания для расчетов приведены в табл. 28.

Таблица 28. Задания для расчетов

Показатель	Варианты ()											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Мощность хозяйства, т мяса моллюсков	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95

Контрольные вопросы

1. Назовите основные виды культивируемых мидий.
2. Расскажите о биологических особенностях мидий.
3. Назовите способы выращивания мидий.

Тема 32. ТЕХНОЛОГИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОРСКИХ ГРЕБЕШКОВ

Цель работы: изучить биологические особенности и освоить биотехнику разведения и выращивания морских гребешков.

Материалы и оборудование: рисунки, фото морских гребешков, калькуляторы.

Задание: 1) изучить биологические особенности морских гребешков; 2) зарисовать устройство для выращивания гребешка; 3) выписать в тетрадь и оформить в виде таблицы биотехнические нормативы культивирования морских гребешков на вертикальных плантациях (табл. 29).

Таблица 29. Нормативы выращивания морских гребешков на вертикальных плантациях

Показатели	Норма
Возраст шпата, помещаемого на товарное выращивание в садки, сут	
Длина коллектора, м	
Расстояние между садками для сбора шпата, м	
Количество гирлянд на 1 м ² яруса, шт.	
Количество шпата, собираемого с 1 м ² площади, тыс. шт.	
Плотность посадки шпата на товарное выращивание в садках, шт.	
Длина коллекторов с садками, м	
Расстояние между садками, м	
Количество гирлянд на 1 м ² яруса, шт.	
Продолжительность выращивания товарной продукции, сут	
Продуктивность одного садка, кг	

В мировой добыче двустворчатых моллюсков морские гребешки занимают третье место после устриц и мидий. Распространены почти во всех морях и океанах. На прибрежных мелководьях Японского моря (до глубины около 50 м) от Кореи до Сахалина обитают дальневосточные гребешки: крупный (до 20 см) приморский промысловый гребешок – *Patinopecten yessoensis* и очень красивый гребешок Свифта – *Chlamys (Swiftopecten) swifti* (рис. 75). В Беринговом, Охотском морях и в южной части Чукотского моря обитает берингоморский гребешок (*Chlamys beringianus*). В Черном море водится черноморский гребешок – *Chlamys glabra ponticus*. Гребешки имеют округлую раковину с прямым замочным (спинным) краем, выдающимся по бокам в виде угловатых выступов. Верхняя створка более уплощенная, а нижняя – более выпуклая. Раковина украшена радиальными или концентрическими ребрами. Гребешки питаются детритом и мелкими планктонными организмами. Места обитания приурочены в основном к песчаным и илисто-песчаным грунтам на глубинах от 3 до 80 м.



1



2



3

Рис. 75. Морские гребешки:

1 – приморский промысловый гребешок; 2 – гребешок Свифта; 3 – черноморский гребешок

Основным объектом выращивания на Дальнем Востоке является приморский гребешок (*Patinopecten yessoensis*). Половая зрелость наступает на третьем году жизни при размере 9 – 10 см. Размножаются морские гребешки в июне – июле при температуре воды 9–12°C и выше. Средняя плодовитость от 30 до 150 млн. яиц. Икра пелагическая, оплодотворение внешнее, инкубационный период длится несколько часов, но выклюнувшиеся личинки живут в толще воды от 25 до 40 сут. В это время наблюдается наибольшая смертность потомства. После завершения личиночного этапа велигер оседает на субстрат, превращаясь в молодого гребешка (малька). Достигнув размера 5–12 мм, молодь открепляется от субстрата и оседает на грунт. Промысловых размеров

(10–12 см) гребешок достигает в возрасте 3–4 лет.

Сбор и подрачивание шпата гребешка проводят в коллекторах длиной 6–20 м (рис. 76, а).

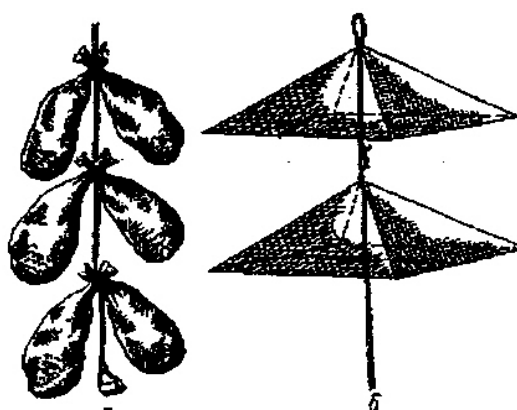


Рис. 76. Устройство для выращивания гребешка:
а – коллекторы для сбора шпата; б – садки для товарного выращивания

Расстояние между садками для сбора шпата составляет 0,5 – 1 м. Количество гирлянд на 1 м² яруса – 2 шт. С 1 м² площади яруса собирают 2000 экз. шпата гребешка.

Для дальнейшего подрачивания шпат в возрасте 60–90 суток из коллекторов пересаживают в садки (рис. 11, б) по 25–50 экз. на садок. Длина коллектора с садками составляет 10–20 м. Расстояние между садками – 1 м. Количество гирлянд на 1 м² яруса составляет 2 шт. на 1 м². Продолжительность выращивания товарной продукции 1000–1100 суток. Продуктивность одного садка достигает 3–5 кг.

Методика расчета площади вертикальной плантации, количества производителей и площадей для их содержания. Расчет площади вертикальной плантации при культивировании морских гребешков проводится по методике, принятой для устриц и мидий. Для расчета количества производителей исходят из того, что при средней массе товарного гребешка, например 100 г, количество гребешков в хозяйстве мощностью 100 т будет составлять 1 000 000 шт. Выход товарных гребешков от шпата – 70 %, т. е. количество шпата должно быть не менее 1 430 000 шт. Количество закрепившегося на субстрате коллектора шпата не превышает 1 % от количества личинок – трохофор, т. е. необходимое количество трохофор должно быть не менее 143 млн. штук. При плодовитости одной особи в узкий период времени в сотни тысяч личинок (общая плодовитость за весь цикл воспроизводства составляет десятки миллионов личинок) требуемое количество производителей обоего пола составит около 300 шт. Производителей размещают в бассейнах при плотности посадки 10–20 шт/м². Таким образом, общая площадь бассейнов будет равна: 300 / 20 = 15 м². При площади одного бассейна 10 м² понадобится 2 бассейна.

Задача. Рассчитать площадь вертикальной плантации, количество производителей моллюсков и площадей для их содержания. Задания для расчетов приведены в табл. 30.

Таблица 30. Задания для расчетов

Показатель	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность хозяйства, т мяса моллюсков	150	170	190	210	220	240	260	280	300	320

Контрольные вопросы

1. Назовите известные вам виды морских гребешков и ареал их обитания.
2. Расскажите о биологических особенностях *Patinopecten yessoensis*.
3. В чем состоят особенности выращивания морских гребешков?

Тема 4. ТЕХНОЛОГИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ГИДРОБИОНТОВ В ЗОНЕ ИСКУССТВЕННОГО РИФА

Цель занятия: изучить особенности культивирования гидробионтов в зоне искусственного рифа.

Материалы и оборудование: макет искусственного рифа, географические карты, калькуляторы.

Задание: 1) ознакомьтесь с устройством искусственных рифов; 2) ответьте на контрольные вопросы; 3) выпишите биотехнические нормативы культивирования гидробионтов в зоне искусственного рифа (табл. 31).

Таблица 31. Биотехнические нормативы выращивания гидробионтов

Показатель	Единица измерения	Норма
Бурые водоросли		
Плотность посадки рассады	шт/м ²	
Продолжительность выращивания	сут	
Масса таллома	кг	
Ракообразные (омары)		
Плотность посадки в рифовый сектор	шт/га	
Возраст омаров при посадке	сут	
Продолжительность выращивания	сут	
Выход шестилетков от годовиков	%	
Масса товарных шестилетков	кг	
Моллюски (мидии)		
Плотность населения субстрата спатом	шт/м ²	
Продолжительность выращивания	сут	
Выход товарной продукции от спата	%	
Масса товарной продукции	кг	
Рыбы		
Плотность посадки мальков в открытый сектор	шт/га	
Выживаемость товарных двухлетков	%	
Продолжительность выращивания	сут	
Масса товарного двухлетка	кг	

Искусственные рифы – это построенные человеком подводные конструкции, созданные, как правило, с целью обеспечения морских существ надежным местом обитания. Кроме того, они входят в число уникальнейших достопримечательностей для аквалангистов. Искусственные рифы – это искусственно сооружаемые биотопы, которые являются местом постоянного или временного обитания и размножения гидробионтов. Искусственные рифы располагаются в широтном поясе от Кергелена до Гренландии.

Основными целями сооружения искусственных рифов являются:

- защита берегов от разрушительного действия волн;
- утилизация загрязнений поверхностного стока;
- рыбохозяйственная деятельность;
- защита акваторий от нелегального промысла.

Технические особенности культивирования гидробионтов. При сооружении искусственных рифов используют крупные камни, строительный мусор, военную технику, автотранспорт и другие отработавшие срок эксплуатации конструкции. Главный критерий при выборе материалов – безопасность для экологии моря. Рифы устанавливают на глубине от 1 до 100 м, реже – до 150–200 м.

Существует две схемы сооружения искусственного рифа: свободное размещение и направленная укладка. При свободном размещении материалы укладывают хаотично. При направленной ук-

ладке сооружаются проходы для транспортных средств, учитываются особенности облова выращенных гидробионтов.

Направленная укладка – более прогрессивный, но и более затратный способ сооружения искусственных рифов. В Италии из строительного мусора и бетона производят кубики размером $2 \times 2 \times 2$ м и устанавливают их на дне моря на глубине 10–20 м.

В настоящее время делают рифболы из экобетона – полусферы с множеством отверстий, устанавливаемые на морском дне (рис. 77).

Шары специально спроектированы как для защиты природных рифов, так и для обеспечения убежищем новых коралловых образований. Кроме того, их дизайн создает защитные ниши для рыб, в точности как природные рифы, а в ходе производства не используются химические вещества.

Требования к конструкции искусственного рифа при выращивании разных гидробионтов различны. Поэтому риф делится на сектора, каждый из которых соответствует одному основному или нескольким дополнительным объектам.



Рис. 77. Рифбол на морском дне

При культивировании водорослей рифовый сектор должен обеспечить субстратом прикрепленные формы и служить заграждением неприкрепленным. Кроме этого в зависимости от вида культивируемых водорослей подбирается глубина установки рифа (при культивировании бурых – до 20 м, красных – до 50–100 м). При культивировании моллюсков предусматривают создание максимальной площади для оседания спата, защиту от хищников, удобство для съема товарной продукции и безопасность для работы аквалангистов. При культивировании ракообразных и рыб риф должен служить убежищем, в котором могли бы укрываться как взрослые особи, так и молодь. Поэтому сектор должен иметь множество щелей и ячеек разного размера. Предполагается заселение 50 % ячеек секций.

Биотехника культивирования гидробионтов. Водоросли. Главным объектом культивирования являются бурые водоросли. Однако в тропиках на больших глубинах (свыше 50 м) на первое место выходят красные водоросли. Основными биотехническими мероприятиями являются: заготовка маточных слоевищ; стимулирование созревания и массового выхода зоо- и карпоспор; оплодотворение (посев спор на посадочно-выростные субстраты); размещение субстратов в зоне искусственного рифа; контроль развития водорослей; снятие урожая. Продолжительность культивирования бурых водорослей составляет 12–24 месяца, красных – 3–18 месяцев в зависимости от вида. Плотность посадки бурых водорослей – 0,1–5 шт/м², красных – от 10 до 50 шт/м². Продуктивность по бурым водорослям – от 1 до 100 т/га, по красным – 0,3–4 т/га в сырой массе. Средняя масса таллома бурых водорослей 0,8–1,5 кг.

Ракообразные. Основными объектами культивирования являются омары (род *Homarus*) и в меньшей степени лангусты (род *Palinurus*). Обусловлено это склонностью лангустов к миграциям, что делает процесс выращивания менее привлекательным. Наиболее известны канадский

(*Homarus americanus*) и европейский (*Homarus gammarus*) омары, обитающие на скалистых и каменистых грунтах Атлантического океана у берегов Канады и Европы. Омары обитают при солености не ниже 30 ‰ в зонах с температурами 0–20 °С. Спаривание проходит летом. Яйца самки носят у себя под брюшком в течение 1,5–2 месяцев. Плодовитость у американского омара составляет 5–12 тыс. шт., у европейского – 8–32 тыс. шт. Основными биотехническими мероприятиями являются: поиск и отлов самок-икрянок; получение от самок планктонных личинок; подращивание и выпуск молоди в рифовый сектор; контроль развития с применением подкормки; отлов товарных особей. Возраст омаров при посадке в рифовый сектор обычно составляет 360 суток, продолжительность выращивания – 1800 суток. Плотность посадки молоди в рифовый сектор составляет 4000–4500 шт/га. Выход товарных омаров достигает 70 % от числа посаженных годовиков. Масса товарных шестилетков 600 г.

Моллюски. Основными биотехническими мероприятиями при культивировании моллюсков являются: обеспечение оседания спата; борьба с вредителями; разрежение плотности посадки моллюсков на субстрате; сбор товарной продукции. При расчете количества производителей принимают среднюю плодовитость моллюсков – от 20 до 50 млн. трохофор. Процент осевшего спата от количества трохофор – 0,1 %. Плотность заселения 1 м² площади неспециализированных конструкций составляет 200–500 экземпляров спата мидий и 50–100 экземпляров спата устриц. Средняя масса товарной мидии с длиной раковины от 4 до 8 см – 20 г, устриц с длиной раковины от 8 до 12 см – 70–120 г. При перечисленных показателях ожидаемая величина продукции для двух-трехлетних особей на неспециализированных конструкциях составит от 1 до 5 кг/м². При культивировании моллюсков на специализированных конструкциях плотность заселения спата 1000 экз/м² для мидий и 100–150 экз/м² для устриц. Ожидаемая величина продукции – до 15 кг/м² для мидий, до 10 кг/м² для устриц. Выход двух-трехлетков от спата составляет 80–90 %.

Рыбы. При выборе объекта культивирования учитывают выраженность стайного поведения, приверженность к биотопу, скорость роста и пищевые качества. В наибольшей степени этим требованиям удовлетворяют камбаловые, спаровые и горбылевые. Заселение проводят подращенной молодь (1,5–2 месяца с массой не менее 0,2–0,3 г). Плотность посадки подращенной молоди 20–30 тыс. шт/га. Масса товарных двухлетков 150–200 г. Продолжительность выращивания 520–570 суток. Выживаемость до товарной массы двухлетков составляет не более 1–5 %. Следует отметить, что из всех объектов культивирования в зоне искусственного рифа рыбы дают наименее предсказуемые результаты.

Контрольные вопросы

1. Назовите цели сооружения искусственного рифа.
2. Расскажите о технических особенностях искусственных рифов.
3. В чем заключаются особенности культивирования ракообразных, водорослей, моллюсков и рыб?

IV. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

4. 1. Вопросы промежуточного контроля знаний

Вопросы к контрольной работе №1

1. Общие понятия технологий.
2. Классификация биотехнологий культивирования рыб.
3. Потоки и разноуровневый характер биотехнологий.
4. Понятие естественной кормовой базы. Виды живых кормов и требования к ним.
5. Микроводоросли как корм для беспозвоночных и рыб: значение, пищевая ценность зеленых и сине-зеленых водорослей.
6. Биотехника интенсивного культивирования микроводорослей: питательные среды.
7. Культиваторы для производства микроводорослей.
8. Методы культивирования микроводорослей.
9. Определение биомассы и урожайности хлореллы
10. Ценность артемии как кормового объекта.
11. Биологическая и экологическая характеристика *Artemia salina*.
12. Размножение артемии и развитие яиц.
13. Отношение к факторам среды *Artemia salina*. Влияние факторов среды на развитие науплиусов артемии.
14. Учет массы выклюнувшихся науплиусов.
15. Методы консервации живых кормов.
16. Биотехника массового получения науплиусов *Artemia salina*.
17. Декапсулирование яиц артемии салина.
18. Способы и устройства для инкубации яиц *Artemia salina*.
19. Черты биологии и отношение к факторам среды инфузории.
20. Питательные среды для культивирования инфузорий
21. Общие сведения *Streptocephalus torvicornis*
22. Особенности культивирования стрептоцефала

Вопросы к контрольной работе №2

1. Общие сведения о коловратках. Возможности использования коловраток в качестве стартовых живых кормов.
2. Солоноватоводная коловратка – *Brachionus plicatilis*.
3. Получение исходной маточной культуры *Br. plicatilis*.
4. Инкубация яиц *Br. plicatilis*.
5. Массовое культивирование *Br. plicatilis*.
6. Методы культивирования *Br. plicatilis*.
7. Повышение пищевой ценности коловраток.
8. Пресноводные коловратки – *Br. rubens*, *Br. calyciflorus*, их характеристика и культивирование.
9. Колонии рода *Philodina*. Метод непропорционально-проточного культивирования коловраток.
10. Колонии *Asplanchna* и ее культивирование.
11. Особенности биологии дафний. Основные культивируемые виды.
12. Отношение к факторам среды ветвистоусых рачков.
13. Культивирование дафний в садках и бассейнах. Типы садков.
14. Культивирование дафний на различных средах.
15. Системы культивирования дафний.

16. Культивирование маточной культуры *D. magna*.
17. Кормовая ценность ветвистоусых рачков.
18. Культивирование мoiny. Основные культивируемые виды.

Вопросы к контрольной работе №3

1. Биологическая и экологическая характеристика красного калифорнийского червя.
2. Размножение и развитие красного калифорнийского червя.
3. Основные этапы биотехнологического процесса разведения красного калифорнийского червя.
4. Общие сведения и особенности биологии белого энхитрея.
5. Отношение к факторам среды белого энхитрея
6. Биологические особенности развития и культивирования гриндальского червя
7. Технология культивирования трубочника (*Tubifex tubifex*)
8. Питание белого энхитрея и его культивирование.
9. Общие сведения и особенности биологии и культивирования аулофоруса.
10. Виды культивируемых нематод и их общая характеристика.
11. Общие сведения и особенности биологии нематод.
12. Методы культивирования нематод.
13. Общие сведения и культивирование уксусной угрицы.
14. Культивирование дрозофилы.
15. Особенности биологии, развития и размножения хирономид.
16. Пищевая ценность малощетинковых червей и личинок хирономид.
17. Метод массового заводского культивирования хирономид А.С. Константинова.
18. Заготовка и использование личинок хирономид
19. Способы повышения биомассы личинок насекомых в прудах
20. Продукционно-деструкционные процессы в водоемах
21. Воздействие на биотоп
22. Воздействие на биоценозы
23. Интродукция кормовых беспозвоночных

Вопросы к контрольной работе №4

1. Основные виды раков и область их распространения.
2. Характеристика водоемов для культивирования раков. Абиотические факторы среды обитания широкопалого и длиннопалого раков.
3. Биологические особенности речных раков.
4. Питание и размножение пресноводных речных раков. Половой диморфизм.
5. Хозяйственное значение раков.
6. Преимущества выращивания речных раков.
7. Основные направления выращивания раков.
8. Основы биотехники разведения и выращивания молоди речных раков.
9. биологические особенности культивирования пресноводных раков.
10. Систематические признаки широкопалого и узкопалого раков Внешнее строение.
11. Методы определения численности раков в водоемах. Мечение раков
12. Условия,сроки, методы, приспособления лова раков.
13. Хранение и транспортировка раков.
14. Возбудители и симптомы афаномикоза и методы борьбы с ним.
15. Возбудители и симптомы ржаво-пятнистой болезни и методы борьбы с ней.
16. Возбудители и симптомы фарфоровой болезни и методы борьбы с ней.
16. Бранхиобделлы и методы борьбы с ними. Враги пресноводных раков.

17. Значение креветок.
18. Краткая характеристика пресноводных креветок.
19. Культивирование пресноводных креветок.
20. Биологические особенности и культивирование пресноводной гигантской креветки.
21. Биологические особенности и культивирование *Penaeus japonicus*.

Вопросы к контрольной работе №5

1. Марикультура, как одно из направлений аквакультуры и ее классификация.
2. Современное состояние марикультуры водорослей и их хозяйственное значение.
3. Основные виды культивируемых бурых водорослей. Культивирование ламинарии.
4. Основные виды культивируемых красных водорослей. Культивирование порфиры.
5. Основные виды и культивирование зеленых водорослей.
6. Конхиокультура – одна из направлений марикультуры. Общая характеристика моллюсков.
7. Виды культивируемых морских гребешков, их биологические особенности и технология культивирования.
8. Виды культивируемых мидий, их биологические особенности и способы выращивания.
9. Виды культивируемых устриц, их биологические особенности и этапы выращивания устриц.
10. Культивирование гидробионтов на искусственном рифе.

4. 2. Тестовые задания по дисциплине

1. Приспособление организмов к широкому колебанию факторов внешней среды:
 - эвритермность;
 - стенобионтность;
 - эврибионтность;
 - эвригалинность.
2. Определите, какой доступностью обладает кормовой организм, если его форма соответствует строению органов захвата пищи и пищеварительного тракта животных-потребителей:
 - физиологической;
 - морфологической;
 - экологической;
 - физической.
3. К какой группе водорослей относится *Chlorella*?
 - диатомовые;
 - сине-зеленые;
 - пиррофитовые;
 - зеленые.
4. Какая группа водорослей наиболее пригодна для питания гидробионтов?
 - зеленые;
 - сине-зеленые;
 - пиррофитовые;
 - диатомовые.
5. Содержание белка в сухом веществе зеленых водорослей, выращенных в оптимальных условиях, составляет ..., %:
 - 18–20;
 - 45–55;
 - 5–10;
 - 70–90.
6. Какой из методов культивирования микроводорослей является более совершенным?
 - квазинепрерывный;

- накопительный;
- непрерывный;
- периодический.

7. Определите, при каком из методов культивирования микроводорослей наблюдается: недостаточно эффективное использование оборудования; периодичность поступления биомассы и низкая биологическая активность получаемой суспензии:

- накопительный;
- непрерывный;
- хеостатный;
- турбидостатный.

8. Определите, какой из способов культивирования микроводорослей основан на стабилизации оптической плотности суспензии:

- турбидостатный;
- квазинепрерывный;
- хеостатный;
- накопительный.

9. Какой из методов характеризуется импульсивным сливом суспензии и пополнением питательной среды?

- непрерывный;
- накопительный;
- периодический;
- квазинепрерывный.

10. Величина pH среды в процессе культивирования хлореллы должна поддерживаться в диапазоне:

- 8–9;
- 2,0–3,5;
- 4,5–5;
- 6,5–7,5.

11. Если величина pH ниже оптимальной при культивировании микроводорослей, то ее коррекция производится:

- фосфорной кислотой;
- азотной кислотой;
- гидратом окиси калия;
- соляной кислотой.

12. Для интенсивного развития хлореллы необходим:

- кислород;
- метан;
- сероводород;
- углекислый газ.

13. Определите, какой из перечисленных элементов питания более необходим для интенсивного роста *Chlorella*:

- N;
- Na;
- Cl;
- Co.

14. В сухом веществе тела красного калифорнийского червя содержится ... % белка:

- 30 – 40;
- 25 – 30;
- 80 – 90;
- 60 – 70.

15. Укажите оптимальную температуру выращивания красного калифорнийского червя, °C:

- +19;
- +25;
- +14;
- +7.

16. При какой температуре красный калифорнийский червь перестает питаться, °C:

- +7;
- +14;
- +42;
- +19.

17. При какой температуре красный калифорнийский червь перестает размножаться, °C:

- +7;
- 0;
- +14;
- +19.

18. При какой температуре наступает гибель красного калифорнийского червя, °C:

- ниже +7 и выше +30;
- ниже +10 и выше +35;
- ниже 0 и выше +42;
- ниже +14 и выше +60.

19. Определите оптимальную влажность субстрата при выращивании *Eisenia foetida angrei*, %:

- 40 – 50;
- 90 – 95;
- 80 – 85;
- 10 – 15.

20. Красный калифорнийский червь размножается:

- партеногенетически;
- половым способом;
- вегетативным способом;
- бесполом способом.

21. К какому возрасту красный калифорнийский червь становится половозрелым:

- 40 дню;
- 100–150 дню;
- 70–90 дню;
- 30 дню.

22. Что является наилучшим кормом при выращивании красного калифорнийского червя:

- конский навоз;
- птичий помет;
- опилки красного дерева;
- листья.

23. Определите термин – производство кормовой биомассы и комплексного органического удобрения на основе массового разведения почвенных олигохет это:

- вермигумус;
- вермикомпост;
- вермикультура;
- червекомпост.

24. Сколько времени необходимо выдерживать конский навоз, смешанный с соломой, перед употреблением его в качестве корма для красного калифорнийского червя, месяцев:

- 1;
- 6;
- 12;
- 24.

25. При неблагоприятных условиях среды *Artemia salina* размножается:

- половым путем;
- партеногенетически;
- вегетативно;
- половым и партеногенетически.

26. Диапаузирующие яйца *Artemia salina* переносят температуру и сохраняют жизнеспособность при повышении температуры до ... °С и понижении до ... °С:

- +50 и -300;
- +130 и -200;
- +200 и - 100;
- +100 и - 350;

27. Развитие эмбриона *Artemia salina* после попадания яиц в благоприятные условия среды длится ... часов:

- 24 – 48;
- 10 – 15;
- 50 – 100;
- 130 – 150.

28. Оптимальная температура инкубации яиц *Artemia salina*, °С:

- + 2;
- +26;
- +15;
- +35.

29. Какое наилучшее время года для сбора яиц *Artemia salina*?

- круглый год;
- лето;
- осень;
- весна.

30. Инкубацию яиц *Artemia salina* проводят в растворе:

- Na_2CO_3 ;
- NaCl ;
- HCl ;
- H_2SO_4 .

31. Определите оптимальную концентрацию солевого раствора для инкубации яиц *Artemia salina*, ‰:

- 10 – 15;
- 90 – 100;
- 1 – 2;
- 30 – 35.

32. Наибольшее активирующее действие на яйца *Artemia salina* оказывает:

- выдерживание в 3 % растворе перекиси водорода в течение 10–15 минут;
- замораживание;
- нагревание до температуры +80 °С;
- выдерживание в 5% растворе Na_2SO_4 .

33. При какой влажности хранят просушенные яйца *Artemia salina*, %:

- 20;
- 14;
- 5;
- 10.

34. Укажите оптимальную плотность загрузки сухими яйцами инкубационных устройств при получении науплиусов *Artemia salina*, г/л:

- 1–2;

- 100;
- 4–10;
- 40–50.

35. Укажите оптимальную температуру для культивирования плодовой мушки *Drosophila melanogaster*, °C:

- + 20 – +25;
- + 10 – +18;
- + 35 – +40;
- + 5 – +10.

36. Определите какой живой корм перед кормлением помещают в холодильник в пакете на 15 минут для того чтобы облегчить процесс кормления рыб:

- *Paramaecium caudatum*;
- *Drosophila melanogaster*;
- *Eisenia foetida andrei*;
- *Enchytraeus albidus*.

37. Как размножается стрептоцефал:

- только половым способом;
- только партеногенетическим;
- половым и партеногенетическим; -
- бесполом.

38. Определите, какой из нижеперечисленных ракообразных обитает в солоноватых водоемах:

- *Daphnia magna*;
- *Moina macroscopa*;
- *Artemia salina*;
- *Streptocephalus torvicornis*.

40. Какой корм не пригоден для кормления стрептоцефала:

- дрожжевые клетки;
- хлорелла;
- сценедесмус;
- сине-зеленые водоросли.

41. Укажите, при какой температуре необходимо культивировать *D. magna*, °C:

- + 18 – +22;
- + 10 – +16;
- + 35 – +40;
- + 2 – +10.

42. При благоприятных условиях культивирования дафнии размножаются:

- только половым способом;
- только партеногенетическим способом;
- половым и партеногенетическим способами;
- бесполом.

43. С какой целью над прудами для культивирования моины сооружают каркас с пленочным покрытием:

- для оптимизации температурного режима;
- для оптимизации pH воды;
- для оптимизации кислородного режима;
- для оптимизации светового режима.

44. Как действует отсутствие света на *D. magna* при ее выращивании?

- угнетает рост;
- уменьшает плодовитость;
- сокращает длительность жизни;
- уменьшает потребление корма.

45. Какой вид из перечисленных ракообразных наиболее теплолюбивый?

- *Moina macroscopa*;
- *Daphnia magna*;
- *Artemia salina*;
- *Streptocephalus torvicornis*.

46. Дафния при культивировании в прудах при оптимальных условиях достигает максимальной численности на ... день:

- 5 – 10;
- 50 – 60;
- 20 – 30; -
- 15 – 20.

47. Укажите среднюю глубину прудов при культивировании моины в «прудах-теплицах», см:

- 150 – 200;
- 70 – 80;
- 40 – 50;
- 10 – 15.

48. Что не входит в спектр питания инфузории?

- бактерии;
- дрожжевые клетки;
- водоросли;
- низшие ракообразные.

49. Укажите оптимальную температуру для культивирования *Paramecium caudatum* ... °C:

- + 10 – +15;
- + 36 – +40;
- + 22 – +25;
- + 5 – +10.

50. При приготовлении сенного настоя для культивирования инфузории в лабораторных условиях необходимо брать ... г сена на 1л воды:

- 1 – 2;
- 5 – 8;
- 10 – 20;
- 50 – 100.

51. При выкармливании личинок тенелюбивых рыб необходимо использовать в качестве корма инфузорий, выращенных на ...:

- водорослевой суспензии;
- сенном настое;
- молочной среде;
- дрожжевых клетках.

52. Определите вид кормовых организмов, которые имеют лабильный химический состав, изменяющийся в течение нескольких часов в зависимости от потребляемого корма:

- дафнии;
- моины;
- стрептоцефал;
- коловратки.

53. Укажите из нижеперечисленных коловраток солоноватоводную:

- *Brachionus plicatilis*;
- *Brachionus rubens*;
- *Brachionus calyciflorus*;
- *Asplanchna priodonta*.

54. Какая из нижеперечисленных коловраток относится к хищникам:

- *Brachionus plicatilis*;

- *Brachionus rubens*;
- *Brachionus calyciflorus*;
- *Asplanchna priodonta*.

55. У каких беспозвоночных животных размножение осуществляется самками двух типов: амиктическими и миктическими:

- дафнии;
- коловратки;
- моины;
- цериодафнии.

56. Основу здоровой, быстроразвивающейся культуры коловраток должны составлять:

- миктические самки с яйцами;
- миктические самки и амиктические самки в одинаковом соотношении;
- самцы и миктические самки;
- амиктические самки с яйцами.

57. Оптимальной температурой для культивирования коловраток является ...°C:

- +20 – +28;
- +10 – +15;
- +30 – +35;
- +5 – +10.

58. Самые мелкие из многоклеточных организмов, используемых в качестве живого корма это –

- дафнии;
- моины;
- циклопы;
- коловратки.

59. Определите оптимальную соленость при инкубации яиц коловратки *Br.plicatilis*, ‰ (промилей):

- 1 – 5;
- 5 – 10;
- 15 – 18;
- 25 – 40.

60. Определите основной спектр питания взрослой особи *Asplanchna priodonta*:

- инфузии, коловратки;
- микроводоросли;
- дафнии и моины;
- микроводоросли и простейшие.

61. Что является недостатком при использовании коловратки *Philodina acuticornis odiosa* для выкармливания личинок рыб:

- быстрое передвижение;
- низкая пищевая ценность как кормового объекта;
- способность закапываться в ил;
- имеющаяся плотная оболочка.

62. Наиболее благоприятной средой для культивирования белого энхитрея являются:

- глинистые почвы;
- песчаные почвы;
- галечниковые почвы;
- черноземы.

63. Определите оптимальную влажность грунта для выращивания белого энхитрея в плодородной почве..., %:

- 22 – 25;
- 5 – 10;
- 0 – 5;

- 50 – 80.
- 64. При потере какого количества воды тела гибнет основная масса белого энхитрея, %:
 - 15 – 20;
 - 30 – 40;
 - 75 – 90;
 - 60 – 70.
- 65. Какая влажность грунта при выращивании белого энхитрея является летальной, %:
 - 8 – 10;
 - 20 – 25;
 - 30 – 40;
 - 40 – 50;.
- 66. Определите верхнюю температурную границу выживания белого энхитрея, °C:
 - +8 – +10;
 - +15 – +20;
 - +28 – +30;
 - +35 – +40.
- 67. Оптимальная температура для роста и размножения белого энхитрея лежит в пределах ...°C:
 - +8 – +12;
 - +15 – +22;
 - +5 – +10;
 - +30 – +35.
- 68. Как белый энхитрей реагирует на свет?
 - отрицательно;
 - положительно;
 - не реагирует;
 - в зависимости от влажности субстрата.
- 69. На каком минимальном расстоянии белый энхитрей перестает ощущать корм, см;
 - до 1–2 см;
 - до 5 см;
 - до 1 м;
 - до 10–20 см.
- 70. Какой вид из перечисленных олигохет называют водяной змейкой?
 - *Enchytraeus albidus*;
 - *Enchytraeus buchhoizi*;
 - *Tubifex tubifex*;
 - *Aulophorus furcatus*
- 71. В какой зоне водоема обитает трубочник:
 - пелагиали;
 - бентали;
 - литорали;
 - во всей толще воды.
- 72. Размножается трубочник:
 - половым путем;
 - партеногенетически;
 - делением пополам или на большее число особей;
 - половым и партеногенетическими.
- 73. У какого из перечисленных кормовых объектов имеются жаберные придатки :
 - аулофоруса;
 - трубочника;
 - гриндальского червя;
 - белого энхитрея

74. Аулофорус размножается только ...:

- половым путем;
- партеногенетически;
- делением пополам или на большее число особей;
- половым путем и делением пополам или на большее число особей.

75. Как аулофорус реагирует на свет:

- положительно;
- отрицательно;
- не реагирует;
- в зависимости от субстрата.

78. Оптимальная температура культивирования аулофоруса, °C:

- +10 – +15;
- +16 – +24;
- +25 – +28;
- +30 – +35.

79. При недостатке кислорода аулофорус концентрируется:

- на дне;
- на нижней стороне плавающей кормушки;
- на стенках около дна;
- на поверхности кормушки.

80. Какой из нижеперечисленных кормовых организмов по скорости размножения является «рекордсменом»:

- аулофорус;
- белый энхитрей;
- красный калифорнийский червь;
- трубочник.

81. Какие из перечисленных ниже кормовых организмов раздельнополые:

- белый энхитрей;
- трубочник;
- уксусная угрица;
- гриндаль.

82. Уксусная угрица предпочитает среды:

- щелочные;
- нейтральные;
- кислые.

83. Эвригалинность – это:

- приспособление организма к широкому колебанию температуры среды;
- приспособление организма к широкому диапазону солености среды;
- приспособление организма к широкому спектру питания.

84. Почему микрочервя (уксусную угрицу) необходимо скармливать рыбам, которые держатся в толще воды, небольшими порциями:

- червь быстро плавает;
- червь быстро погибает;
- червь быстро оседает на дно.

85. Перезарядку культуры уксусной угрицы делают через ... месяца:

- 0,5;
- 2 – 3;
- 4 – 6; 4.
- 1.

86. При максимальном развитии *Panagrelus redivivus* в культуре на 1 самца приходится :

- 1 самка;

- 2 самки;
- 3 самки;
- 4 самки.

87. Хирономиды – это ...:

- малощетинковые черви;
- насекомое с полным циклом превращения;
- низшие ракообразные.

88. Взрослые особи *Ch.dorsalis* живут ...:

- 3 – 5 часов;
- 3 – 5 дней;
- 3 – 5 месяцев;
- 3 – 5 лет.

89. Развитие яиц *Ch. dorsalis* продолжается:

- 2 – 3 часа;
- 2 – 3 дня;
- 2 – 3 месяца;
- 2 – 3 года.

90. *Ch.dorsalis* зимует в стадии:

- имаго;
- куколки;
- личинки.

91. *Ch.dorsalis* питается на стадии:

- имаго;
- куколки;
- личинки;
- но всех стадиях развития.

92. Стадия личинки *Ch.dorsalis* при оптимальных условиях длится:

- 1 – 2 дня;
- 5 – 10 дней;
- 12 – 17 дней;
- 30 – 35 дней.

93. Стадия куколки *Ch.dorsalis* летом длится:

- 2 – 3 часа;
- 2 – 3 дня;
- 2 – 3 месяца;
- 2 – 3 годы.

94. Хирономид культивируют на ...:

- сыре;
- кефире;
- почвенном субстрате;
- на смеси ила с водой.

95. В качестве корма при культивировании хирономид используют:

- низших ракообразных;
- коловраток;
- кормовые дрожжи.

96. Какой из видов живого корма используется первым при переходе личинок рыб на смешанное питание:

- белый энхитрей;
- красный калифорнийский червь;
- науплии *Artemia salina*;
- циклопы.

97. Кормовой коэффициент культивируемого мотыля, скормливаемого молоди осетра в первые 2 недели после перехода на активное питание, составляет:

- 1–1,5;
- 2–2,5;
- 4–5;
- 0,5–1.

98. К какой категории организмов относятся хирономиды, если они переносят значительное повышение содержания органического вещества:

- эвригалинных;
- эвритермных;
- полисапробных.

99. Какие из нижеперечисленных кормов привлекают на свет:

- белого энхитрея;
- уксусную угрицу;
- хирономид.

100. Для культивирования каких организмов требуется почвенный субстрат:

- белый энхитрей;
- дафния;
- дрозфила.

101. Механическое воздействие на биотоп водной экосистемы – это:

- известкование;
- применение удобрений;
- летование.

102. Интродукция – это:

- перенос, переселение разных кормовых организмов, с целью введения их в новую климатическую зону;
- повышение естественной кормовой базы прудов за счет внесения удобрений;
- воздействие на биотоп водных экосистем механическими химическими, биологическими и комбинированными средствами.

103. Определите термин – совокупность растительных и животных организмов, составляющих естественную кормовую базу рыб или не являющимися таковыми, но культивируемые в искусственных условиях для рыбоводных целей это:

- фитопланктон;
- зоопланктон;
- живой корм.

103. Под экологической доступностью понимается:

- соответствие формы кормового организма строению органов захвата пищи и пищеварительного тракта животных-потребителей;
- способность потребителя обнаружить кормовой организм;
- соответствие ферментативного состава пищеварительного сока и физиологического состояния животного-потребителя.

104. В культиваторах для производства микроводорослей эта система предназначена для поддержания концентрации растворимых в воде питательных веществ в пределах, не вызывающих лимитирования или ингибирования роста микроводорослей:

- система освещения;
- система питания;
- система газообмена;
- система термостабилизации.

105. При каком методе культивирования микроводоросли развиваются сначала в условиях избытка, а затем недостатка питательных веществ:

- накопительном;

- непрерывном;
- квазинерывном.

106. По какому признаку можно отличить половозрелую особь красного калифорнийского червя от неполовозрелой:

- по размеру;
- по наличию небольшого утолщения на теле (так называемому «пояску»);
- по цвету.

107. Какой из способов не применяется для оценки урожая микроводорослей:

- подсчет клеток в счетной камере под микроскопом;
- весовое определение биомассы;
- визуальный подсчет клеток;
- измерение оптической плотности суспензии.

108. Какой вид раков не обитает в водоемах Республики Беларусь?

- широкопалый рак (*Astacus astacus L.*);
- длиннопалый (*Pontastacus leptodactylus Esch.*);
- полосатый рак (*Orconectes limosus*);
- сигнальный речной рак (*Patifastacus leniusculus*).

109. Какой вид раков внесен в Красную книгу Республики Беларусь?

- широкопалый рак (*Astacus astacus L.*);
- длиннопалый (*Pontastacus leptodactylus Esch.*);
- полосатый рак (*Orconectes limosus*);
- сигнальный речной рак (*Patifastacus leniusculus*).

110. На какой вид раков не ограничен вылов в водоемах Республики Беларусь?

- широкопалый рак (*Astacus astacus L.*);
- длиннопалый (*Pontastacus leptodactylus Esch.*);
- полосатый рак (*Orconectes limosus*);
- сигнальный речной рак (*Patifastacus leniusculus*).

111. Конечности передних пяти брюшных сегментов называются

- плеоподами;
- плевроподами;
- заднеподами;
- экзоподитами.

112. Половые отверстия у самца речного рака открываются наружу:

- у 2 - й пары ходильных ног;
- у 3-й пары ходильных ног;
- у 4-й пары ходильных ног;
- у 5 - й пары ходильных ног.

113. Численность раков в водоеме определяется:

- методом площадей;
- методом прямого подсчета;
- по экскрементам животных.

114. Средняя рабочая плодовитость длиннопалого рака составляет (шт. икринок):

- 100;
- 150;
- 200;
- 250.

115. Спаривание речных раков в водоемах Беларуси происходит?

- августе – сентябре;
- сентябре – октябре;
- октябре – ноябре;
- ноябре – декабре.

116. По спектру питания раки это –

- полифаги;
- хищники;
- растительноядные;
- травоядные.

117. Половое соотношение самцов и самок при помещении их на нерест в пруды при средней плотности посадки.

- 1:1;
- 2:1;
- 1:3;
- 3:1.

118. Рачья чума – это ...

- интермускулез;
- икрспориидиоз;
- бранхиобделлы;
- афаномикоз.

119. Продолжительность развития икры у длиннопалого рака?

- 130 градусо-дней;
- 1300 градусо-дней;
- 130 градусо-часов;
- 1300 градусо-часов.

120. Как часто происходит линька у взрослого самца длиннопалого рака?

- ежемесячно;
- 1 раз в квартал;
- 2 раза в год;
- 2 раза в месяц.

121. Укажите вид, относящийся к бурым водорослям?

- грацилярия;
- эухеума;
- анфельция;
- ламинария.

122. Какой вид из перечисленных относится к красным водорослям?

- ундария;
- макроцистис;
- порфира;
- ламинария.

123. Какой вид из перечисленных относится к зеленым водорослям?

- ундария;
- макроцистис;
- грацилярия;
- монострома

124. В мировой добыче моллюсков по вылова 1-е место занимают -

- морские гребешки;
- мидии;
- устрицы.

125. Под экологической доступностью понимается:

- соответствие формы кормового организма строению органов захвата пищи и пищеварительного тракта животных-потребителей;
- способность потребителя обнаружить кормовой организм;
- соответствие ферментативного состава пищеварительного сока и физиологического состояния животного-потребителя.

4. 3. Вопросы текущей аттестации

1. Общие понятия технологий. Потоки и разноуровневый характер биотехнологий.
2. Классификация биотехнологий культивирования рыб.
3. Понятие естественной кормовой базы. Виды живых кормов и требования к ним.
4. Микроводоросли как корм для беспозвоночных и рыб: значение, пищевая ценность зеленых и сине-зеленых водорослей.
5. Биотехника интенсивного культивирования микроводорослей: питательные среды. Определение биомассы и урожайности хлореллы
6. Культиваторы для производства микроводорослей.
7. Методы культивирования микроводорослей.
8. Ценность артемии как кормового объекта.
9. Биологическая и экологическая характеристика *Artemia salina*. Размножение артемии и развитие яиц
10. Отношение к факторам среды *Artemia salina*. Влияние факторов среды на развитие науплиусов артемии.
11. Методы консервации живых кормов. Учет массы выклюнувшихся науплиусов.
12. Биотехника массового получения науплиусов *Artemia salina*.
13. Декапсулирование яиц артемии салина.
14. Способы и устройства для инкубации яиц *Artemia salina*.
15. Черты биологии и отношение к факторам среды инфузории. Культивирование инфузорий на различных средах.
16. Общие сведения *Streptocephalus torvicornis*. Особенности культивирования стрептоцефала
17. Общие сведения о коловратках. Возможности использования коловраток в качестве стартовых живых кормов. Повышение пищевой ценности коловраток.
18. Солоноватоводная коловратка – *Brachionus plicatilis*.
19. Получение исходной маточной культуры *Br. plicatilis*. Инкубация яиц *Br. plicatilis*.
20. Массовое культивирование *Br. plicatilis*. Методы культивирования *Br. plicatilis*.
21. Пресноводные коловратки – *Br. rubens*, *Br. calyciflorus*, их характеристика и культивирование.
22. Коловратки рода *Philodina*. Метод непропорционально-проточного культивирования коловраток.
23. Коловратки *Asplanchna* и ее культивирование.
24. Особенности биологии дафний. Основные культивируемые виды.
25. Отношение к факторам среды ветвистоусых рачков.
26. Культивирование дафний в садках и бассейнах. Типы садков.
27. Культивирование дафний на различных средах. Системы культивирования дафний.
28. Культивирование маточной культуры *D. magna*.
29. Культивирование мoiny. Основные культивируемые виды.
30. Биологическая и экологическая характеристика красного калифорнийского червя. Размножение и развитие красного калифорнийского червя.
31. Основные этапы биотехнологического процесса разведения красного калифорнийского червя.
32. Общие сведения и особенности биологии белого энхитрея. Размножение белого энхитрея.
33. Отношение белого энхитрея к температуре и влажности почв, свету и солености.
34. Культивирование белого энхитрея. Питание белого энхитрея.
35. Биология трубочника. Установка с замкнутым циклом водоснабжения для культивирования трубочника.
36. Общие сведения и особенности биологии и культивирования аулофоруса.
37. Общие сведения, особенности биологии и культивирование гриндаля.
38. Культивирование дрозофилы.

39. Виды культивируемых нематод и их общая характеристика.
40. Общие сведения и особенности биологии нематод. Методы культивирования нематод.
41. Общие сведения и культивирование уксусной угрицы.
42. Особенности биологии, развития и размножения хирономид.
43. Кормовая ценность ветвистоусых рачков, малощетинковых червей и личинок хирономид.
44. Метод массового заводского культивирования хирономид А.С. Константинова.
45. Особенности установок для выращивания личинок хирономид в выростном и маточном помещениях и устройства для сбора яйцекладок хирономид.
46. Основные виды пресноводных раков, обитающих в Республике Беларусь, их краткая характеристика и область распространения.
47. Систематические признаки широкопалого и узкопалого раков Внешнее строение.
48. Способы мечения раков. Ключ для определения номера раков. Оценка численности раков методом мечения и площадей.
49. Биологические особенности роста и развития раков.
50. Характеристика водоемов для культивирования раков. Основные физические и химические параметры.
51. Питание и размножение пресноводных речных раков. Половой диморфизм.
52. Методы ведения аквакультуры пресноводных раков. Прудовый способ воспроизводства и подращивания раков. Плотность посадки раков в пруды.
53. Заводской способ воспроизводства и подращивания раков.
54. Основные этапы полноциклического выращивания раков. Заготовка производителей раков. Ракопитомник для производства посадочного материала.
55. Условия, сроки, методы, приспособления лова раков.
56. Хранение и транспортировка раков.
57. Возбудители и симптомы афаномикоза и методы борьбы с ним.
58. Возбудители и симптомы ржаво-пятнистой болезни и методы борьбы с ней.
59. Возбудители и симптомы фарфоровой болезни и методы борьбы с ней.
60. Бранхиобделлы и методы борьбы с ними.
61. Марикультура, как одно из направлений аквакультуры и ее классификация.
62. Современное состояние марикультуры водорослей и их хозяйственное значение.
63. Основные виды культивируемых бурых водорослей. Культивирование ламинарии.
64. Основные виды культивируемых красных водорослей. Культивирование порфиры. Основные виды культивируемых зеленых водорослей.
65. Конхиокультура – одна из направлений марикультуры. Общая характеристика моллюсков.
66. Виды культивируемых морских гребешков, их биологические особенности и технология культивирования.
67. Виды культивируемых мидий, их биологические особенности и способы выращивания.
68. Виды культивируемых устриц, их биологические особенности и этапы выращивания устриц.
70. Культивирование гидробионтов на искусственном рифе.
71. Биологические особенности и культивирование пресноводной гигантской креветки.
72. Биологические особенности и культивирование *Penaeus japonicus*.
73. Продукционно-деструкционные процессы в водоемах.
74. Воздействие на биотоп водной экосистемы.
75. Воздействие на биоценозы. Интродукция кормовых беспозвоночных.

4. 4. Критерии оценки знаний и компетентности студентов по дисциплине

10 баллов – десять:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы дисциплины «Биотехнология в рыбоводстве», а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;

- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение знаниями по биотехнике культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб, умение эффективно использовать их в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в теоретических вопросах биотехники культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

9 баллов – девять:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы «Биотехнология в рыбоводстве»;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение знаниями по биотехнике культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб, умение их эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;
- полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в теоретических вопросах биотехники культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

8 баллов – восемь:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы «Биотехнология в рыбоводстве»;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение знаниями по биотехнике культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб, умение ее эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в вопросах биотехники культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

7 баллов – семь:

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы «Биотехнология в рыбоводстве»;
- использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение знаниями по биотехнике культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

- умение ориентироваться в биотехники культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

6 баллов – шесть:

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы «Биотехнология в рыбоводстве»;
- использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение знаниями по биотехники культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных вопросах биотехники культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб и давать им сравнительную оценку;
- активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

5 баллов – пять:

- достаточные знания в объеме учебной программы «Биотехнология в рыбоводстве»;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение знаниями биотехники культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб, умение использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по биотехнике культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, хороший уровень культуры исполнения заданий.

4 балла – четыре:

- достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта по основам учебной программы «Биотехнология в рыбоводстве»;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение основными вопросами биотехники культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб умение их использовать в производственных условиях;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях «Биотехнология в рыбоводстве» и давать им оценку;
- работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

3 балла – три:

- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта по вопросам учебной программы «Биотехнология в рыбоводстве»;
- знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;
- слабое владение вопросами биотехники культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
- неумение ориентироваться в основных технологических процессах вопросами биотехники культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

2 балла – два:

- фрагментарные знания в области биотехники культивирования гидробионтов и живых кормов для беспозвоночных и рыб;
- знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;
- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

1 балл – один:

- отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

V. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

5. 1. Учебная программа по учебной дисциплине

Учреждение образования «Белорусская государственная орденов
Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени
сельскохозяйственная академия»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор академии
А.В. Колмыков
2020 г.
Регистрационный номер УД-344-10 уч.

БИОТЕХНОЛОГИЯ В РЫБОВОДСТВЕ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-74 03 03 Промышленное рыбоводство

2020 г.

Учебная программа разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени ОСВО 1–74 03 03 по специальности 1–74 03 03 «Промышленное рыбководство» и учебными планами по специальности.

СОСТАВИТЕЛЬ: Талина Владимировна Портная, доцент кафедры ихтиологии и рыбководства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Николай Александрович Садовом, заведующий кафедрой зоогигиены, экологии и микробиологии учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Александр Григорьевич Марусич, заведующий кафедрой крупного животноводства и переработки животноводческой продукции учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой ихтиологии и рыбководства учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 10 от 21. 04. 2020 г.);

Методической комиссией факультета биотехнологии и аквакультуры учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 8 от 22. 04. 2020 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 8 от 30. 04. 2020 г.);

Ответственный за редакцию: Портная Талина Владимировна

Ответственный за выпуск: Портная Талина Владимировна

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Биотехнология – это совокупность промышленных приемов и методов, использующих живые организмы и биологические процессы.

Биотехнология – это единый комплекс, направленный на достижение конкретной цели, то есть производство конкретного товара, обладающего конкурентоспособными характеристиками и имеющего устойчивый спрос на рынке.

Биотехнология в рыбоводстве излагает современное состояние актуального направления научно-технического прогресса в области получения наиболее качественной продукции рыбоводства за счет усовершенствования методов выращивания гидробионтов и производства наиболее ценных кормовых организмов для питания рыб.

Данная учебная дисциплина включает в себя производство живых кормов и выращивание гидробионтов. Представлены технологии культивирования гидробионтов, способных при совместном выращивании с рыбой давать дополнительную продукцию за счет неиспользуемых рыбой естественных кормов, что способно значительно увеличить экономический эффект в отрасли рыбоводства.

Проблема получения живых кормов для выращивания в искусственных условиях молоди рыб занимает одно из центральных мест в индустриальном рыбоводстве. Поэтому наиболее важно, чтобы студент в процессе обучения освоил современные и перспективные методы выращивания гидробионтов и получил практические навыки выращивания ценных кормовых организмов.

Все это требует совершенствования подготовки соответствующих специалистов, ознакомления их с современной технологией ведения рыбоводства.

Цель преподавания учебной дисциплины – формирование устойчивых теоретических знаний и практических навыков по базовым и современным технологиям выращивания гидробионтов и получения живых кормов.

Основными задачами учебной дисциплины являются: изучение особенностей биологии, пищевой ценности, продуктивных свойств культивируемых организмов, изучение факторов окружающей среды, влияющих на рост и развитие культивируемых объектов, овладение интенсивными способами и методами, обеспечивающими получение высокой продуктивности полезных гидробионтов и кормовых организмов для рыб.

Учебная дисциплина «Биотехнология в рыбоводстве» изучает теоретические основы и разрабатывает биологические и технические способы, методы и мероприятия по выращиванию полезных гидробионтов и кормовых организмов для рыб.

Очень важно, чтобы студент в процессе обучения научился применять прогрессивные методы разведения и выращивания гидробионтов; разрабатывать и внедрять интенсивную технологию получения живых кормов в условиях конкретного хозяйства, организовывать производство полезных гидробионтов и живых кормов, используя современные методы биотехнологии в рыбоводстве.

Учебная дисциплина относится к компоненту учреждения высшего образования, *Модуль «Ветеринарно-биотехнологический»*, осваиваемых студентами специальности 1–74 03 03 «Промышленное рыбоводство».

Освоение учебной дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении учебных дисциплин: «Химия», «Зоология беспозвоночных и позвоночных», «Морфология и физиология рыб», «Гидробиология».

Освоение учебной дисциплины необходимо для изучения учебных дисциплин: «Товарное рыбоводство», «Рыбоводство в естественных водоемах». В результате изучения учебной дисциплины студент должен закрепить и развить специализированную компетенцию:

(СК–3) быть способным применять биотехнологические методы получения живых кормов и выращивания гидробионтов для полноценного стартового кормления ценных видов рыб.

Согласно учебному плану по специальности 1 – 74 03 03 «Промышленное рыбководство» на изучение учебной дисциплины «Биотехнология в рыбководстве»предусматривается:

- на очной форме с полным сроком обучения – 216 часов, в том числе 102 часааудиторных, на самостоятельную работу отводится 114 часов;
- на заочной форме с полным сроком обучения – 216 часов, в том числе 24 часа аудиторных, на самостоятельную работу отводится 192 часов.

Распределение аудиторного времени

Форма получения высшего образования	Курс	Семестр	Часов по учебной дисциплине		
			всего	аудиторных	
				лекции	лабораторные занятия
Очная с полным сроком обучения	3	5	216	34	68
Заочная с полным сроком обучения	3		216	10	14

Рекомендуемая форма текущей аттестации – экзамен

2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

2. 1 Введение. Биотехнология в современных условиях ведения хозяйственной деятельности

Биотехнология как термин, используемый в очень широкой области исследований. Современное состояние биотехнологии как науки. Основные разделы биотехнологии. Связь биотехнологии с другими науками. Применение биотехнологии в рыбководстве.

Преимущества искусственного выращивания гидробионтов с применением методов инкубации и культивирования. Основные пути производства живых кормов для целей рыбводства.

2. 2 Естественная кормовая база – основа выбора объектов культивирования

Биотехнология производства живых кормов как способ решения проблемы выживаемости ювенильных стадий гидробионтов. Ее основные задачи и методы. Современное состояние культивирования живых кормов для рыб.

Характер питания рыб разных возрастных стадий. Требования к объектам, избираемым для культивирования. Степень экологической пластичности, продукционные способности гидробионтов. Экологическая, морфологическая и физиологическая доступности кормовых организмов.

2. 3 Культивирование микроводорослей

Микроводоросли как корм для беспозвоночных и рыб. Пищевая ценность сине-зеленых и зеленых водорослей. Хлорелла как объект культивирования для рыбохозяйственных целей.

Биотехника интенсивного культивирования протококковых водорослей, продуктивность. Оборудование для культивирования водорослей.

2. 4 Получение живых кормов методом инкубации яиц водных беспозвоночных

Жаброногие рачки, используемые в рыбководстве в качестве живых кормов. Ценность *Artemia salina* как кормового объекта для рыб, ее биологическая и экологическая характеристика. Влияние факторов среды на развитие науплиусов.

Получение науплиусов артемии – стартового корма для молоди рыб. Основные этапы биотехнологического процесса: заготовка, очистка, хранение, активация и инкубация яиц.

Декапсулирование как метод повышения эффективности использования яиц *Artemia salina*. Изучение условий и оборудования инкубации яиц *Artemia salina* и их культивирование. Расчеты потребности количества живого корма при индустриальном выращивании рыб. Методы консервации живых кормов.

2. 5 Биологические основы и методы культивирования инфузорий и стрептоцефала

Внешнее строение и места обитания инфузорий. Черты биологии, отношение к факторам среды. Размножение, рост и развитие. Использование для массового культивирования. Питательные среды, методы и принципы культивирования.

Стрептоцефал, общие сведения, особенности биологии и размножения, методы культивирования. Оборудование для культивирования.

2. 6 Коловратки – стартовый корм для рыб. Методы и способы интенсивного культивирования коловраток

Основные виды пресноводных и солоноватоводных коловраток. Особенности биологии культивируемых видов коловраток. Пищевая ценность коловраток.

Отношение к факторам среды. Влияние факторов окружающей среды на размножение и продуктивность коловраток.

Культивирование коловраток в бассейнах, садках из полиэтиленовой пленки, прудах. Методы, способы и условия интенсивного культивирования. Получение и содержание маточной культуры, инкубация яиц. Оборудование для массового культивирования коловраток.

2. 7 Технология культивирования ветвистоусых ракообразных

Дафнии, общие сведения, особенности биологии и размножения. Влияние условий среды на способы размножения.

Методы и системы культивирования. Выращивание дафний в бассейнах, прудах, садках, устанавливаемых в рыбоводных водоемах.

Технология культивирования дафний. Культивирование маточной культуры *D magna*. Кормовая ценность ветвистоусых ракообразных.

Технология культивирования мойны. Мойна, особенности биологии и размножения, методы культивирования. Заготовка эфиппиев. Выращивание мойны в прудах-теплицах. Влияние светового режима. Производственное выращивание кладоцер.

2. 8 Биологические основы и методы культивирования красного калифорнийского червя

Красный калифорнийский червь – объект биотехнологии, его биологическая и экологическая характеристики. Пищевая ценность красного калифорнийского червя. Хозяйственное значение червя.

Основные этапы биотехнологического процесса: содержание маточной культуры, кормление, размножение. Промышленное разведение красного калифорнийского червя.

2. 9 Технология культивирования олигохет

Энхитреиды как кормовой объект для аквариумных и ценных видов рыб. Белый энхитрей, общие сведения и особенности биологии. Отношение к факторам среды энхитрея. Ме-

тоды и способы культивирования, условия содержания. Оборудование для массового культивирования энхитрея.

Гриндаль, черты и особенности биологии развития, методы и способы разведения. Оборудование для массового культивирования гриндаля.

Трубочник, особенности биологии, продуктивность, условия содержания, оборудование для выращивания. Культивирование аулофоруса.

2. 10 Культивирование свободноживущих нематод

Свободноживущие нематоды, общие сведения и особенности биологии развития, пищевая ценность и использование в рыбоводстве, условия содержания. Получение маточной культуры. Методы культивирования, оборудование. Культивирование нематод в лабораторных условиях

2. 11 Культивирование личинок насекомых

Основные виды насекомых, используемые как живой корм для рыб. Пищевая ценность личинок насекомых. Особенности биологии, развития и размножения хирономид.

Метод массового заводского культивирования хирономид, предложенный А.С. Константиновым. Установки для выращивания и сбора яйцекладок хирономид. Оборудование для культивирования хирономид. Заготовка и использование личинок хирономид. Способы повышения биомассы личинок насекомых в прудах.

Питательные среды и методы культивирования дрозофилы.

2. 12 Пути изменения структуры пресноводных биоценозов и повышения продуктивности прудовых экосистем

Продукционно-деструкционные процессы в водоемах. Воздействие на биотоп водной экосистемы. Мелиорация и удобрение водоемов. Методы химического воздействия. Известкование, гипсование. Физическая мелиорация. Особенности внесения и нормирования минеральных удобрений. Органические удобрения. Комплексное удобрение прудов.

Воздействие на биоценозы. Особенности функционирования спускных прудов и естественных временных водоемов.

Прерывистые биоценозы и экосистемы. Продуктивность пресноводных биоценозов. Пути повышения продуктивности. Интродукция, акклиматизация и натурализация. Интродукция донных беспозвоночных и зоопланктона. Экологический метод интродукции *Daphnia magna*.

2. 13 Биологические основы культивирования пресноводных раков

Хозяйственное значение раков. Область распространения. Характеристика перспективных для культивирования в Беларуси видов раков (широкопалый, длиннопалый). Характеристика видов, культивируемых в Европе.

Биологические основы культивирования раков (виды, строение, половой диморфизм, рост и развитие, размножение и питание). Гидрохимические показатели состояния среды обитания длиннопалого рака.

Способы определения запасов раков водоема. Методы мечения раков. Измерение и взвешивание, определение возраста и сортовой группы раков.

2. 14 Наиболее распространенные технологии выращивания пресноводных раков

Технология культивирования раков. Технологические особенности культивирования раков. Заводской и прудовой способы воспроизводства и подращивания раков. Кормление раков. Выращивание раков в естественных водоемах. Выращивание раков в прудах.

Болезни ракообразных (афаномикоз, ржаво-пятнистая, фарфоровая) и меры борьбы с ними. Бранхиобделлы – метод борьбы с ними.

Техника добычи и транспортировки раков. Способы и орудия добычи речных раков. Способы хранения и переработки продукции раководства. Правила добычи речных раков.

2. 15 Технология культивирования пресноводных креветок

Значение креветок. Характеристика перспективных для культивирования в Беларуси видов креветок. Характеристика видов, культивируемых в Европе. Биологические основы культивирования креветок (виды, строение, половой диморфизм, рост и развитие, размножение и питание).

Технология культивирования креветок. Технология культивирования креветок рода *Macrobrachium*. Способы разведения креветок. Технологические особенности культивирования креветок. Кормление креветок. Выращивание креветок в водоемах-охладителях Республики Беларусь.

2. 16 Марикультура. Морские водоросли – объекты марикультуры

Марикультура и ее классификация. Современное состояние марикультуры водорослей. Общая характеристика и значение водорослей. Преимущества культивирования водорослей по сравнению с их добычей.

Основные виды культивируемых бурых, красных и зеленых водорослей. Области их распространения. Культивируемые виды ламинарии. Способы культивирования ламинарии. Культивирование порфиры. Особенности культивирования зеленых водорослей.

2. 17 Конхиокультура как отрасль марикультуры

Хозяйственное значение устриц, мидий, морских гребешков. Характеристика основных культивируемых видов. Область распространения. Таксономическое положение.

Биологические и технические особенности культивирования. Биотехника разведения и выращивания. Технология культивирования устриц, мидий, морских гребешков.

3 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Форма получения высшего образования очная

раздела, темы, за-	Название разделов, тем	Количество аудиторных часов	В том числе		Самостоятельная работа студентов	Форма контроля знаний
			лекции	лабораторные занятия		
1.	Введение. Биотехнология в современных условиях ведения хозяйственной деятельности	4	2	2	4	Устный опрос
2.	Естественная кормовая база – основа выбора объектов культивирования	4	2	2	4	Устный опрос, тестирование
3.	Культивирование микроводорослей	6	2	4	6	
4.	Получение живых кормов методом инкубации яиц водных беспозвоночных	8	2	6	10	Устный опрос, тестирование
5.	Биологические основы и методы культивирования инфузорий и стрептоцефала	6	2	4	8	Устный опрос, тестирование
6.	Коловратки – стартовый корм для рыб. Методы и способы интенсивного культивирования коловраток	6	2	4	8	Устный опрос, тестирование
7.	Технология культивирования ветвистых ракообразных	8	2	6	8	Устный опрос, тестирование
8.	Биологические основы и методы культивирования красного калифорнийского червя	8	2	6	8	Устный опрос, тестирование
9.	Технология культивирования олигохет	8	2	6	8	Устный опрос, тестирование
10.	Культивирование свободноживущих нематод	4	2	2	4	
11.	Культивирование личинок насекомых	6	2	4	10	Устный опрос, тестирование
12.	Пути изменения структуры пресноводных биоценозов и повышения продуктивности прудовых экосистем	4	2	2	6	Устный опрос, тестирование
13.	Биологические основы культивирования пресноводных раков	8	2	6	8	Устный опрос, тестирование
14.	Наиболее распространенные технологии выращивания пресноводных раков	6	2	4	6	Устный опрос, тестирование
15.	Технология культивирования пресноводных креветок	4	2	2	4	
16.	Марикультура. Морские водоросли – объекты марикультуры	6	2	4	6	Устный опрос, тестирование
17.	Конхиокультура как отрасль марикультуры	6	2	4	6	Устный опрос, тестирование
	ИТОГО	102	34	68	114	

3. 2 Форма получения высшего образования заочная

раздела, темы, за-	Название разделов, тем	Количество аудитор- ных часов	В том числе		Самостоя- тельная работа студентов	Форма контроля знаний
			лекции	лабора- торные занятия		
1.	Введение. Биотехнология в современных условиях ведения хозяйственной деятельности				8	Устный опрос
2.	Естественная кормовая база – основа выбора объектов культивирования	1	1		7	Устный опрос, тестирование
3.	Культивирование микроводорослей	3	1	2	9	
4.	Получение живых кормов методом инкубации яиц водных беспозвоночных	4	2	2	14	Устный опрос, тестирование
5.	Биологические основы и методы культивирования инфузорий и стрептоцефала				14	Устный опрос, тестирование
6.	Коловратки – стартовый корм для рыб. Методы и способы интенсивного культивирования коловраток				14	Устный опрос, тестирование
7.	Технология культивирования ветвистых ракообразных	4	2	2	12	Устный опрос, тестирование
8.	Биологические основы и методы культивирования красного калифорнийского червя	4	2	2	12	Устный опрос, тестирование
9.	Технология культивирования олигохет	2		2	12	Устный опрос, тестирование
10.	Культивирование свободноживущих нематод				8	
11.	Культивирование личинок насекомых				16	Устный опрос, тестирование
12.	Пути изменения структуры пресноводных биоценозов и повышения продуктивности прудовых экосистем				12	Устный опрос, тестирование
13.	Биологические основы культивирования пресноводных раков	2		2	14	Устный опрос, тестирование
14.	Наиболее распространенные технологии выращивания пресноводных раков	4	2	2	8	Устный опрос, тестирование
15.	Технология культивирования пресноводных креветок				8	
16.	Марикультура. Морские водоросли – объекты марикультуры				12	Устный опрос, тестирование
17.	Конхиокультура как отрасль марикультуры				12	Устный опрос, тестирование
	ИТОГО	24	10	14	192	

4 ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1 Примерный перечень лабораторных занятий

1. Питательные среды для культивирования водорослей.
2. Определение биомассы и урожайности водорослей на примере хлореллы.
3. Изучение методов и оборудования для культивирования *Artemia salina*.
4. Изучение условий инкубации яиц *Artemia salina* и их культивирование.
5. Расчеты потребности количества живого корма при промышленном выращивании рыб.
6. Биологические особенности роста и размножения стрептоцефала. Методы культивирования.
7. Приготовление питательных сред для культивирования инфузорий и посадка материала.
8. Оценка результата инкубирования инфузорий на различных питательных средах.
9. Методы культивирования коловраток.
10. Приготовление культуральной среды для разведения дафний и их культивирование.
11. Получение потомства дафний. Изучение систем культивирования.
12. Изучение технологии культивирования мойны в прудах-теплицах.
13. Изучение особенностей биологии развития и размножения красного калифорнийского червя. Подготовка маточной культуры красного калифорнийского червя.
14. Получение потомства красного калифорнийского червя и его оценка
15. Изучение биологии развития и размножения белого энхитрея. Культивирование белого энхитрея.
16. Биологические особенности развития и культивирования гриндальского червя.
17. Технология культивирования трубочника.
18. Подготовка и приготовление питательных сред для культивирования нематод.
19. Биология развития дрозофилы как объекта культивирования.
20. Изучение особенностей биологии развития и размножения личинок хирономид. Метод массового развития хирономид.
21. Изучение биологических особенностей длиннопалого рака.
22. Биология, строение, развития и размножения широкопалого рака.
23. Американский сигнальный рак – как объект культивирования.
24. Изучение технологий разведения и выращивания пресноводных раков.
25. Методы определения численности раков в водоемах. Мечение раков.
26. Болезни и враги пресноводных раков.
27. Техника добычи и транспортировки раков.
28. Изучение систематических и биологических особенностей основных видов культивируемых креветок.
29. Технология культивирования гигантской пресноводной креветки
30. Технология культивирования бурых водорослей.
31. Изучение методов и способов культивирования красных водорослей.
32. Технология культивирования устриц.
33. Технология культивирования мидий.
34. Технология культивирования морских гребешков.

4.2 Тематика реферативных работ

1. Современное состояние культивирования живых кормов для рыб.
2. Хозяйственное значение и пищевая ценность микроводорослей.

3. *Artemia salina* – как кормовой объект для ценных видов рыб на ранних стадиях подращивания молоди.
4. Декапсулирование – как метод повышения эффективности использования яиц *Artemia salina*
5. Инфузория – корм для аквариумных рыб.
6. Стрептоцефал – «пресноводная артемия».
7. Хищная коловратка, ее культивирование.
8. Вермикультура.
9. Свободноживущие нематоды, их использование в рыбоводстве.
10. Горшечный червь: польза и вред.
11. Хирономиды, характеристика, культивирование.
12. Хозяйственное значение морских водорослей.
13. Конхиокультура.
14. Культивирование трепангов.
15. Дрейсена: польза и вред.
16. Выращивание креветок в водоемах охладителях Республики Беларусь.
17. Биотехника культивирования гидробионтов на искусственном рифе.
18. Способы и орудия добычи речных раков.
19. Пути повышения продуктивности пресноводных биоценозов.

4.3 Литература

Основная

1. Биотехнология: учебник / И.В. Тихонов и др.; ред. Е. С. Воронина. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 703 с.

Дополнительная

1. Биотехнология в рыбоводстве. Выращивание живых кормов: методические указания к лабораторным занятиям / Т.В. Портная, Ю.М. Салтанов. – Горки: БГСХА, 2015. – 36 с.
2. Биотехника искусственного воспроизводства рыб, раков и сохранение запасов промысловых рыб / Сост. Э. Милеренс. – Вильнюс, 2008. – 223 с.
3. Богатова, И. Б. Рыбоводная гидробиология – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 166 с.
4. Богерук, А.К. Биотехнологии в аквакультуре: теория и практика /А.К. Богерук. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2006. – 232 с.
5. Будников, К.Н. Речные раки и их промысел / К.Н. Будников, Ф.Ф. Третьяков. – М.: Пищ. промиздат, 1952. – 96 с.
6. Викторов, А.Г. Биологические основы и методы культивирования красного калифорнийского червя: Обзорная информация / А.Г. Викторов, А.В. Кулинич. – Вып. 4. Сер.: Аквакультура. – М., 1992.
7. Горбунова, Н.П. Альгология: уч. пособие / Н. П. Горбунова. – М.: Высш. шк., 1991. – 256 с.
8. Карпевич, А.Ф. Теория и практика акклиматизации / А. Ф. Карпевич. – М.: Пищ. пром. 1975. – 432 с.
9. Микулин, А. Е. Живые корма / А. Е. Микулин. – М.: Дельфин, 1994. – 104 с.
10. Моисеев, Н. Н. Живые корма (культивирование и использование): учеб. пособие / Н. Н. Моисеев, С. В. Севастеев. – Новосибирск, 2016. – 115 с.
11. Морская аквакультура / П. А. Моисеев [и др.] – М.: Агропромиздат, 1985. – 253 с.

12. Промышленное разведение мидий и устриц / ред.-сост. И.Г. Жиликова. – М: АСТ: Донецк: Сталкер, 2004. – 111 с.
13. Рахманов, А. И. Речные раки. Содержание и разведение: монография / А. И. Рахманов. – М.: «Аквариум-БУК», 2003. – 48 с.
14. Садчиков, А. П. Культивирование водных и наземных беспозвоночных (принципы и методы) / А. П. Садчиков. – Москва: Изд-во «МАКС Пресс», 2009. – 272 с.
15. Спектрова, Л. В. Живые корма для рыб и беспозвоночных / Л. В. Спектрова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 175 с.
16. Терещенко, П. В. Вермикультура и биогумус: учеб. пособие / П. В. Терещенко. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2000. – 52 с.
17. Федотов, В. П. Разведение раков / В. П. Федотов. – СПб.: Биосвязь, 1993. – 108 с.
18. Цукерзис, Л.М. Биология широкополого рака (*Astacus astacus*) / Л.М. Цукерзис. – Вильнюс: Минтис, 1970. – 204 с.
19. Хмелева, Н.Н. Экология пресноводных креветок / Н.Н. Хмелева, В. Ф. Кулеш, А. В. Алехнович, Ю. Г. Гигиняк. – Минск: Белорусская наука. – 1997. – 254 с.
20. Хотько, Э. И. Разведение местной популяции навозного червя *Eisenia foetida* Sav. в условиях Беларуси : методические рекомендации / Э. И. Хотько, Т.М. Шаванова. Минск: [Право и экономика], 2005. – 27 с.

4.4 Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

При изучении учебной дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- самостоятельная работа в виде выполнения индивидуальных заданий в аудитории во время проведения лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии списанием;
- самостоятельная работа, в том числе и отработка индивидуальных лабораторных занятий с консультацией преподавателя.

4.5. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций студентов

Оценка учебных достижений студентов проводится на зачете. Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется в соответствии с десятибалльной шкалой. Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий:

- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам;
- защита выполненных на лабораторных занятиях индивидуальных заданий;
- выступление студента по подготовленному реферату.

Учебное издание

Портная Талина Владимировна

БИОТЕХНОЛОГИЯ В РЫБОВОДСТВЕ

Учебно-методический комплекс для самостоятельной работы

Компьютерный набор и верстка Т. В. Портной

Печать ризографическая. Гарнитура «Таймс».

Отпечатано на кафедре ихтиологии и рыбоводства
УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»
ул., 13, 213407, г. Горки