

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, Прагта, Тамия, Майерса, ЛГУ, Ягужинского, сбалансированная № 3 (табл. 9).

Таблица 9. Рецепты питательных сред для водорослей, г/л

Вещество	Среды						
	Кнопа	Прагта	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^x и объективе 20^x, 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 10⁴. 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

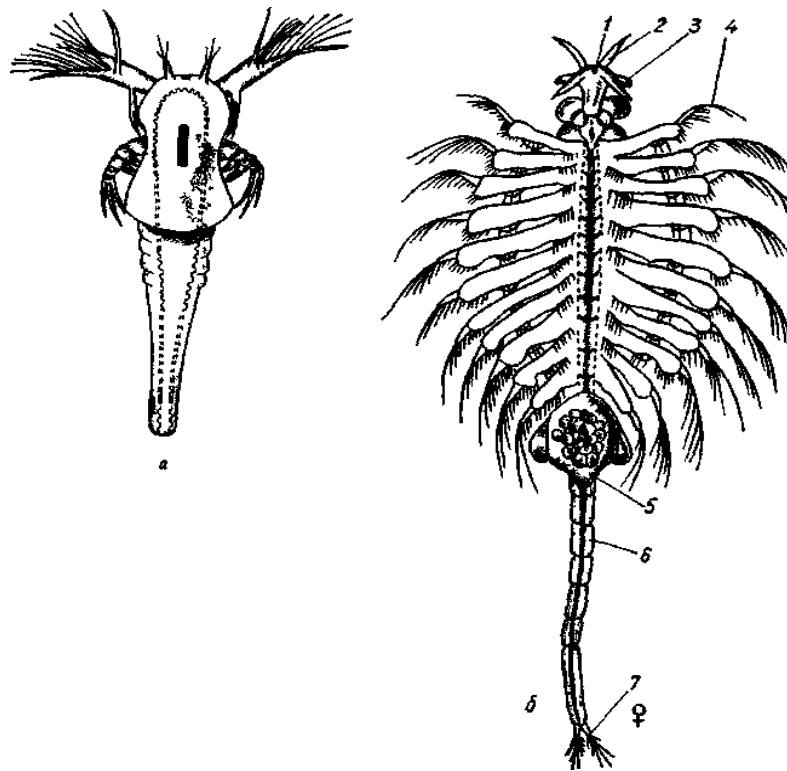
Цель занятия: изучить способы и устройства для инкубации яиц артемии салина.

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 листоногий 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).



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

корлупы и не вылупившихся яиц.

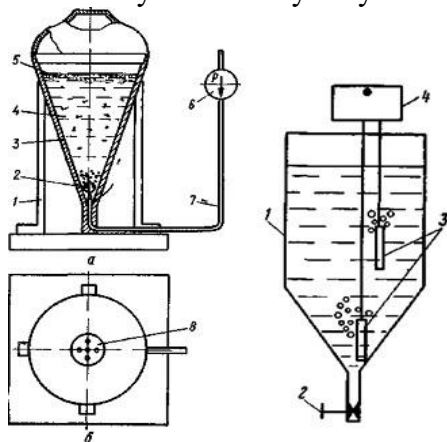


Рис. 23. Емкости для инкубации яиц артемии

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, непродуктивные 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 воздухопровод, заканчивающийся диффузором, наружный конец воздухопровода 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 воздухопроводу 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, непродуктивные яйца оседают на дно между диффузором и стенками сосуда. Выклюнувшиеся науплиусы находятся в толще воды.



6

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 – воздухопровод; 8 – отверстия в верхней крышке инкубационного сосуда; 6 – аппарат Вейса: 1 – инкубационный

сосуд; 2 – сливной кран; 3 – диффузор; 4 – компрессоры

При массовой инкубации яиц артемии салина целесообразно использовать стеклянные сосуды 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 диффузором 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 воды и там постоянно перемешиваются при помощи барботажа воды сжатым воздухом. После окончания инкубации и выклева науплиусов (48 ч) диффузор извлекают из сосуда, а его содержимое 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 массе 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 правильного сбора, очистки, хранения и активации яиц и на последнем этапе – от конструктивных 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 аппарате 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 (H₂SO₄), 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 СаО. 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 СаО 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 Са(ОСl)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 Na₂SO₃ на 100 г яиц) или тиосульфата натрия (0,5 мл 1%-ного раствора Na₂S₂O₃ 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 (H₂SO₄). 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

для сухого вещества – $C = 0,71 \cdot a$;

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 содержанием 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 °С;

- постоянная освещенность 1000–2000 люкс;
- соленость 30–35‰;
- кислород 2–4 мг/л;
- рН 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 артемий *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:

$$V = \pi/3 * h * (R^2 + r^2 + R + r)$$

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 парамецею; 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 парамецею (*Paramecium caudatum*) (рис. 25).

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.

Ресничная инфузория является типичным представителем класса *Ciliata* типа *Protozoa*. Она сохраняет постоянно свою форму тела благодаря тому, что наружный слой цитоплазмы плотный.

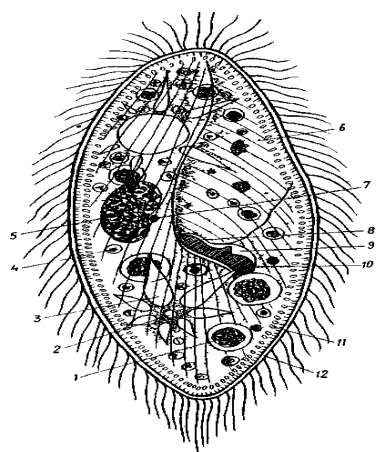


Рис. 25. Инфузория *Paramaecium caudatum*: 1 – пищеварительная вакуоль; 2 – сократительная вакуоль; 3 – приводящий канал; 4 – экскреторные тельца; 5 – макронуклеус; 6 – перистом; 7 – микронуклеус; 8 – ротовое отверстие; 9 – глотка; 10 – ундулирующая мембрана; 11 – трихоцисты; 12

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 пара- меция 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 тифельки 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 тифельками (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 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. 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 настой?
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 блением 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 солонowodная 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 р. *Brachionus* обладают гетерогонией, т. е. чередованием полового и партеногенетического способа размножения (преобладает партеногония). 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, добиваясь 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 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 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 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 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 туфелькой 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, pH – 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 $1,5 \text{ кг/м}^3$ 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 мойн 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 macrocopa* 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 $17,6 \text{ г}$ 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 гидролизных дрожжах. Дрожжи вносят в воду из расчета $15\text{--}20 \text{ г}$ 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 $8\text{--}10 \text{ г/м}^3$.

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.

Контрольные вопросы

1. Какова оптимальная температура культивирования дафний?
2. Что является кормом для дафний?
3. Как правильно культивировать дафний и мойн на конском, коровьем навозе и птичьем помете?
4. Как готовят сенной настой для культивирования дафний?
5. Как выращивают дафниид 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 дафниид.

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).

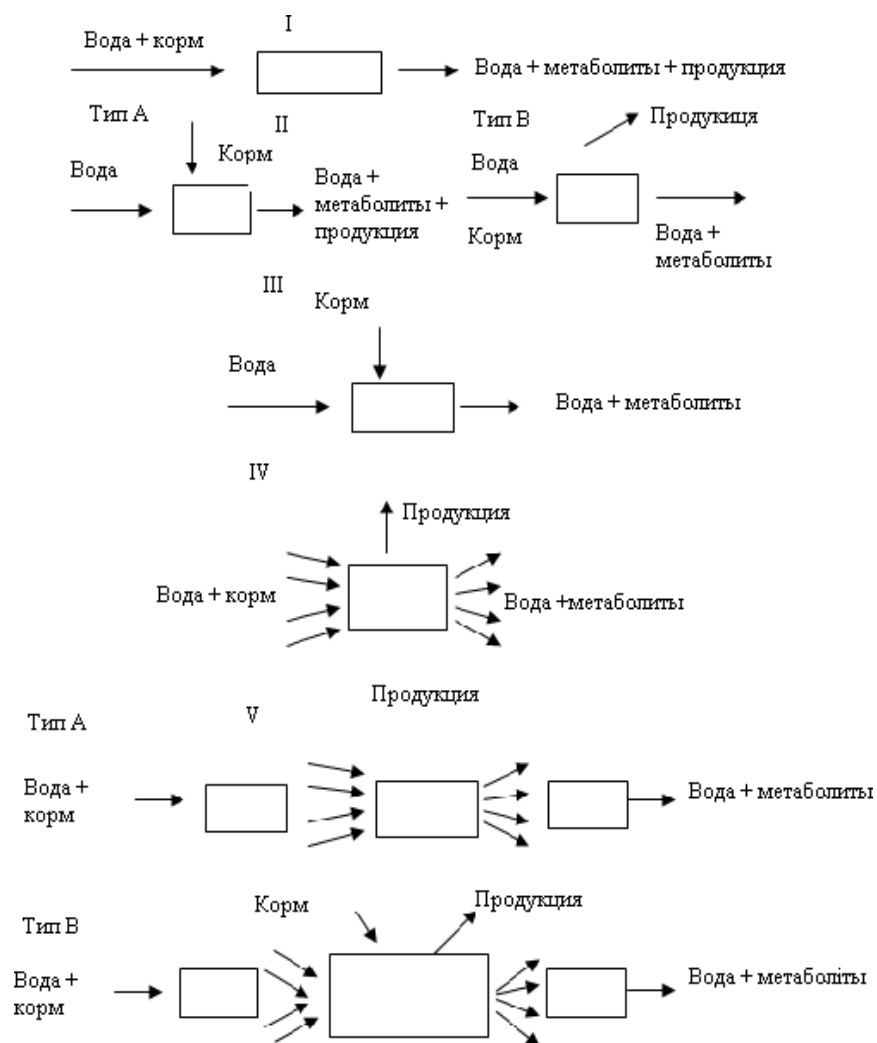


Рис. 26. Схема основных систем культивирования планктонных животных

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 сьем продукции животных (тип В).

В трехканальной системе поступление воды и выход ее с метаболитами идут по одному каналу, а подача корма и сьем 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 сьем продукции (тип А) или внесение корма и сьем 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).

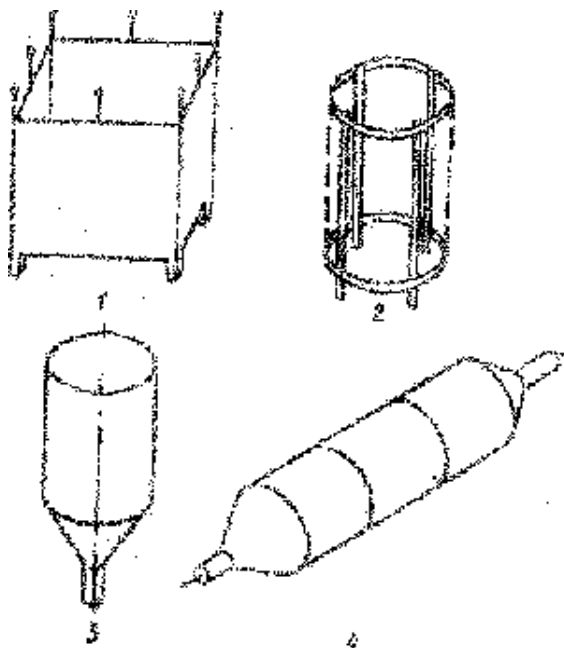


Рис. 27. Садки для культивирования ветвистоусых ракообразных:

- 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 дафнии 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 (верми- компоста, вермигумуса) и полноценного белка в животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве.

Дождевые черви относятся к типу кольчатых червей (*Phylum Annelida*), подтипу пояско- вых (*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 яркоокрашенных 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 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. 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 рН 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 слой.

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 красного 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, молоко); 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 детри- те, 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 энхитрей ведет малоподвижный образ жизни. Он обитает в местах, где накапливается значительное количество органики. Здесь также откладываются коконы и происходит развитие молоди, которая не совершает значительных перемещений.

Энхитрей – гермафродит. Самооплодотворение у энхитрея наблюдается как исключение, и это связано с неодновременным 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 – 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.

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 некрашенных 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.

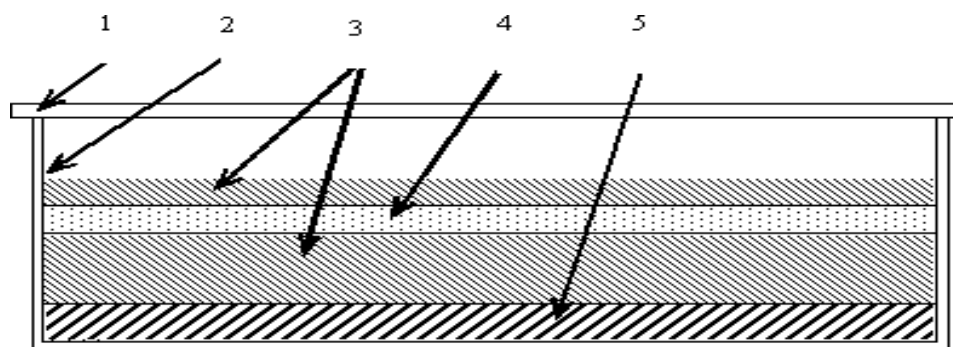


Рис. 29. Схема ящика для выращивания олигохет: 1 – крышка; 2 – корпус; 3 – грунт; 4 – корм и культура; 5 – торф

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 (*ENCHYTRAEOUS 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; биноклярная 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 трие суток.

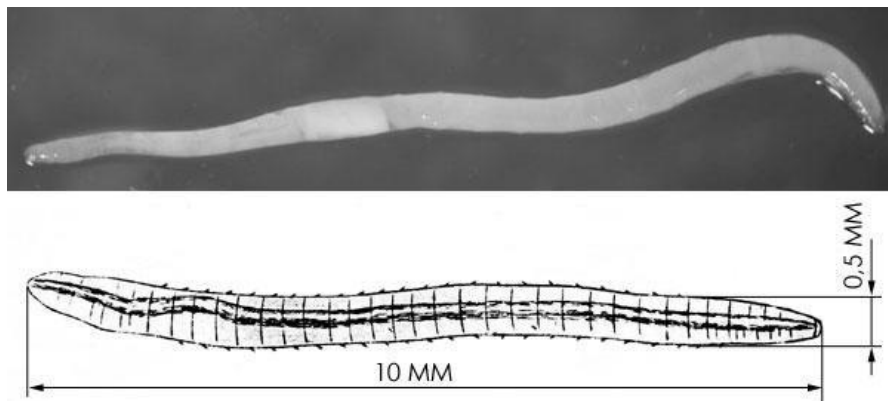


Рис. 30. Внешний вид и размеры гриндальского червя (*Enchytraeus buchhoizi*)

Для разведения гриндалья 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 листового 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 гриндалья 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 сжимании рукой субстрат должен образовать комок, рассыпающийся при небольшом ударе.



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 скармливать рыбам.

При втором способе на субстрат с grindалем 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 grindalia можно хранить около трех месяцев практически без потерь.

Контрольные вопросы

1. Какой субстрат применяется для культивирования grindальского червя?
2. Назовите оптимальную и летальную температуры культивирования grindalia.
3. Почему нельзя культивировать червя при температуре 26 °С?
4. Как отделить червей от субстрата?
5. Каковы размеры grindальского 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; биноклярная 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 *Harpotaxida*, семейству *Naididae*, роду *Tubifex*. Им кормят как мальков, так и взрослых рыб. 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.

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 половым путем, в основном в летние месяцы. В коконах содержится по несколько яиц (1–8), из которых уже через месяц появляются маленькие трубочники (рис. 32).

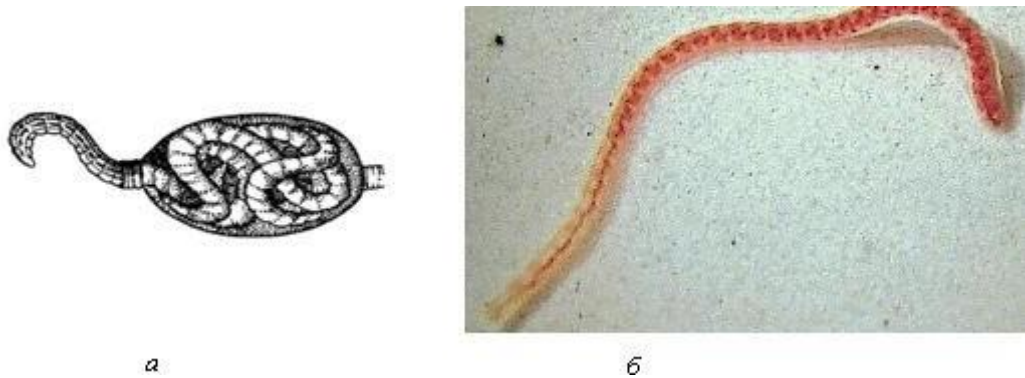


Рис. 32 *Tubifex tubifex*:

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.

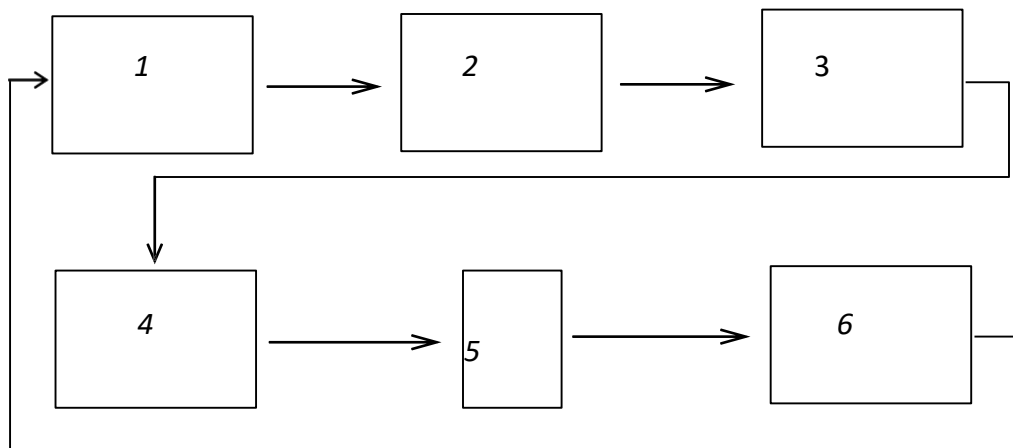


Рис. 33. Схема установки замкнутого типа для культивирования трубочника:

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 продувается через трубки. Блок устанавливают в танк, оборудованный электротродатчиком 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, рН – 4,4. После прохождения узла водоподготовки качество воды улучшается: концентрация кислорода достигает уже 4 мг/л, углекислоты – 2,2 мг/л, аммония – 16 мкг/л, рН – 5,6.

В связи с тем, что летальными для трубочника являются концентрации кислорода менее 2 мг/л, аммония – 100 мкг/л, а к четвертой циркуляции эти показатели составляют соответственно 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 четвертой циркуляции, т. е. через каждые четверо суток, меняют.

Производительность установки 5,6 кг в месяц трубочника при расходе навоза 25 кг/кг червя и 193 л воды в месяц. Одним из существенных недостатков данного метода выращивания трубочника является вымывание током воды навоза и молодых червей из лотков. В отличие от проточного метода выращивания эта система требует и большего расхода навоза на 1 кг трубочника – 25 против 18 кг.

Преимущество рециркуляционной установки состоит в значительной 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 культивировании трубочника?
6. Охарактеризуйте установку для культивирования трубочника.
7. Дайте характеристику замкнутой системе культивирования трубочника.

Тема 16. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ АУЛОФОРУСА (*AULOPHORUS FURCATUS*)

Цель занятия: изучить биологические особенности и культивирование аулофоруса.

Задание: 1) изучить биологические особенности аулофоруса; 2) законспектировать технологию культивирования аулофоруса.

Материалы и оборудование: культура червя; бинокулярная лупа; чашки Петри; предметные 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 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.



Рис. 34. Внешний вид *Aulophorus*

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 питаться они выбирают 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).

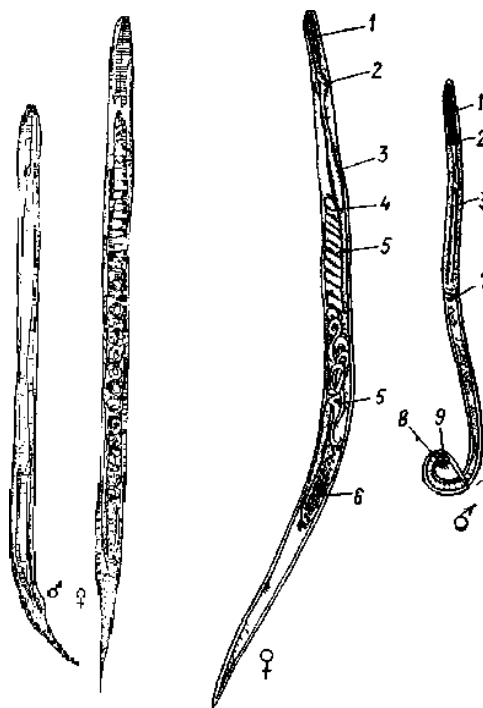


Рис. 36. Нематоды: *a* – *Turbatrix aceti*; *б* – *Panagrellus redivivus*: 1 – глотка; 2 – глоточное вздутие; 3 – кишечник; 4 – матка; 5 – эмбрионы на разных стадиях развития; 6 – яичник; 7 – семенник; 8 – спикулы; 9 – клоака

Размер микрочервя, или уксусной угрицы, 1–2 мм. Они раздельнополые, 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 толлокне, 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 кашице, 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 плесневелыми 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 блюдце 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, порченые 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.

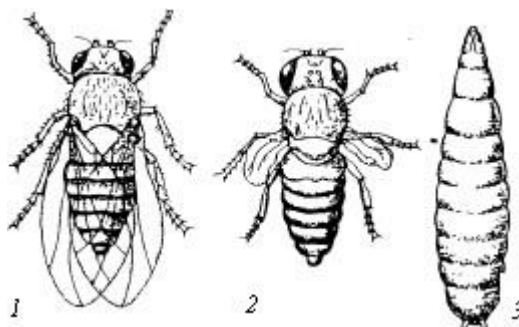


Рис. 37. Плодовая мушка–дрозофила:
1 – крылатая; 2 – бескрылая; 3 - куколка

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 порченые 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) оформите в виде таблицы систематические признаки широкопалого и длиннопалого раков; 3) оформите 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*). Клепши узкие, вытянутые, без конических бугорков на неподвижном пальце. Плевры абдомена узкие с хорошо развитым шипиком. Рострум длинный, параллельные края рострума вооружены острыми и довольно крупными шипиками, поверхность между ними ребристая. Бока щита с шипами.

Широкопалый рак (*Astacus astacus*). Клепши 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 рострума 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 рострума 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, максиллулы 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.

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 плывет 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.

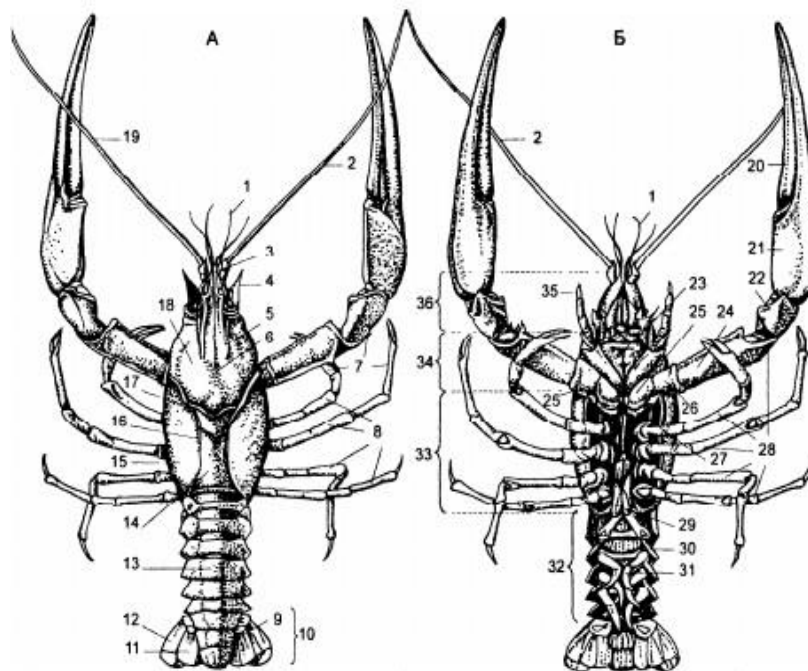


Рис. 38. Длиннопалый рак с дорсальной (А) и вентральной (Б) сторон

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.

Пищеварительная система состоит из пищевода, желудка, средней кишки, задней кишки и гепатопанкреаса. Пищевод начинается ротовым отверстием, которое находится в передней части головогруди на вентральной стороне. Пищевод представляет собой короткую трубку, выстланную хитиновой кутикулой, которая переходит в объемистый желудок. Желудок разделяется 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).

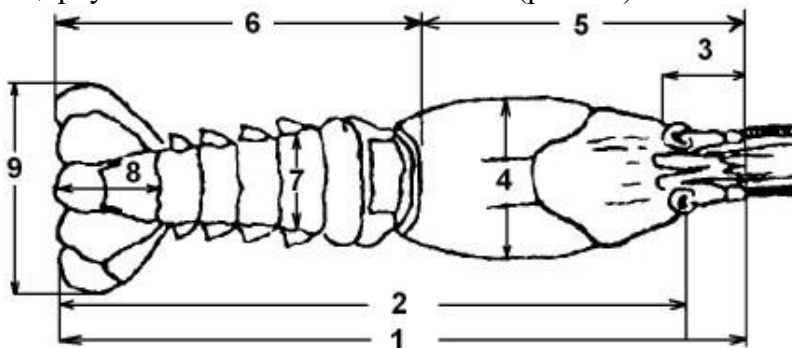


Рис. 40. Промеры тела рака

1 – длина полная; 2 – длина промысловая; 3 – длина рострума; 4 – ширина головогруди;
 5 – длина головогруди; 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 молоди 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., Алехнович 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.

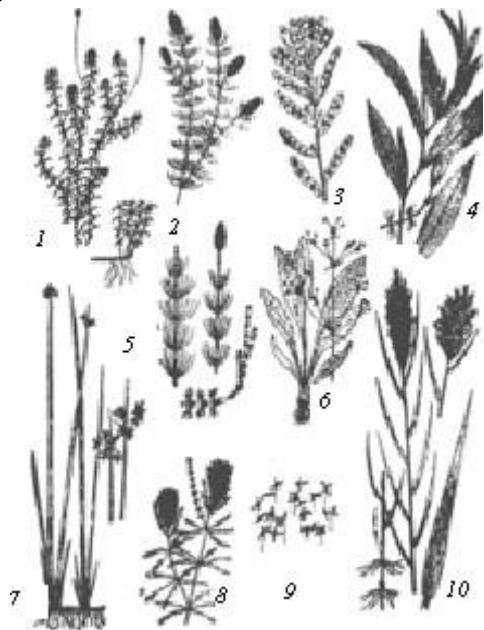


Рисунок 41 – Кормовые растения раков:
1 – элодея; 2 – роголистник; 3, 4 – рдесты;
5 – хвощ; 6 – частуха; 7 – камышевик;
8 – уруть; 9 – ряска; 10 – тростник

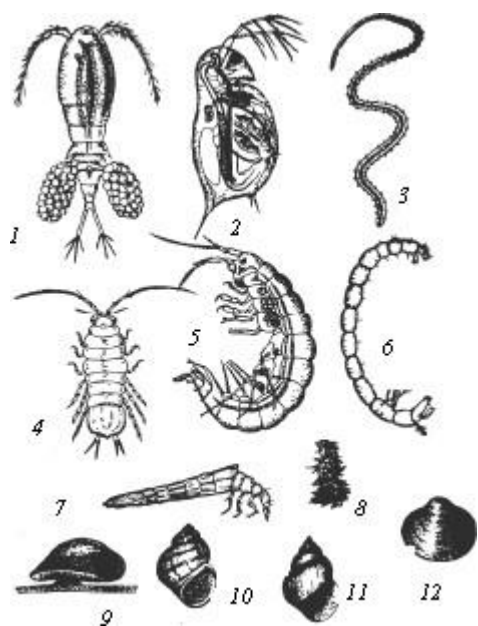


Рисунок 42 – Кормовые животные раков:
1 – циклоп; 2 – дафния; 3 – трубочник; 4 – водяной ослик; 5 – бокоплав; 6 – личинка хирономид; 7, 8 – личинки ручейников; 9 – дрейссена; 10, 11 – живородка; 12 – шаровка.

Оптимальный температурный диапазон для питания взрослых широкопалых раков 17–21 °С и для молодежи – 18–23°С. Суточный рацион для половозрелых особей колеблется от 0,3 до 4% массы тела и составляет в среднем около 1%, для молодежи 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 уловы 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 раколов 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 раколов-ками 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.

$$N/M = n/m,$$

$$N = M \cdot n/m,$$

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 (кодово-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 раколовок, 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 лове в личных целях с использованием более трех раколовок на человека, а также с оставлением раколовок 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, уженье) и орудий добычи пресноводных раков.

Уженье 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).

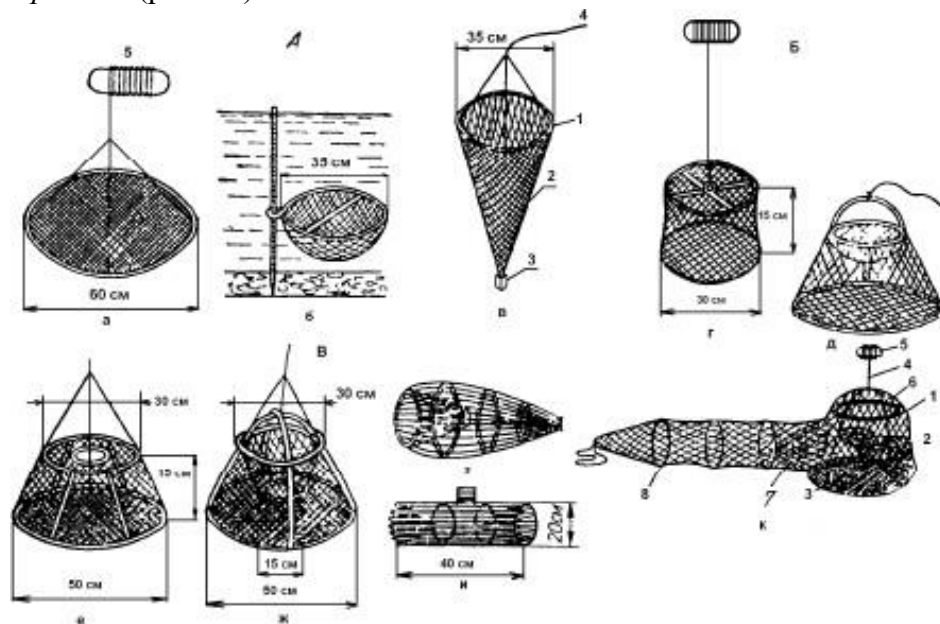


Рис. 43. Орудия для лова раков:

А – открытые, *Б* – полузакрытые, *В* – закрытые раколовки. *а, б* – хватка; *в* – круглая сеточка (1 – кольцо, 2 – мешок, 3 – груз, 4 – лить, 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 – лить, 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 натянутая 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. Лежачие 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 шнурами (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 ячеек 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?
- б. 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 подвижные 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.

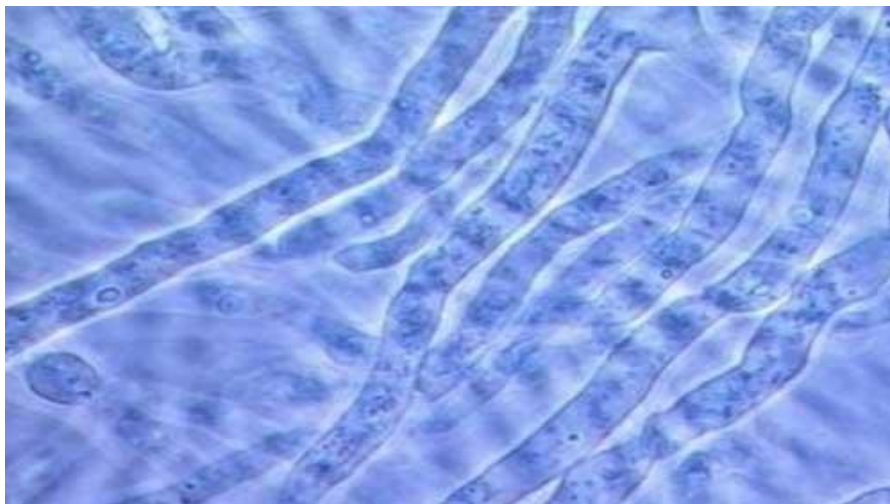


Рис. 44. *Aphanomyces astaci*

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 вторичное 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 $60\text{--}80^{\circ}\text{C}$ 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.

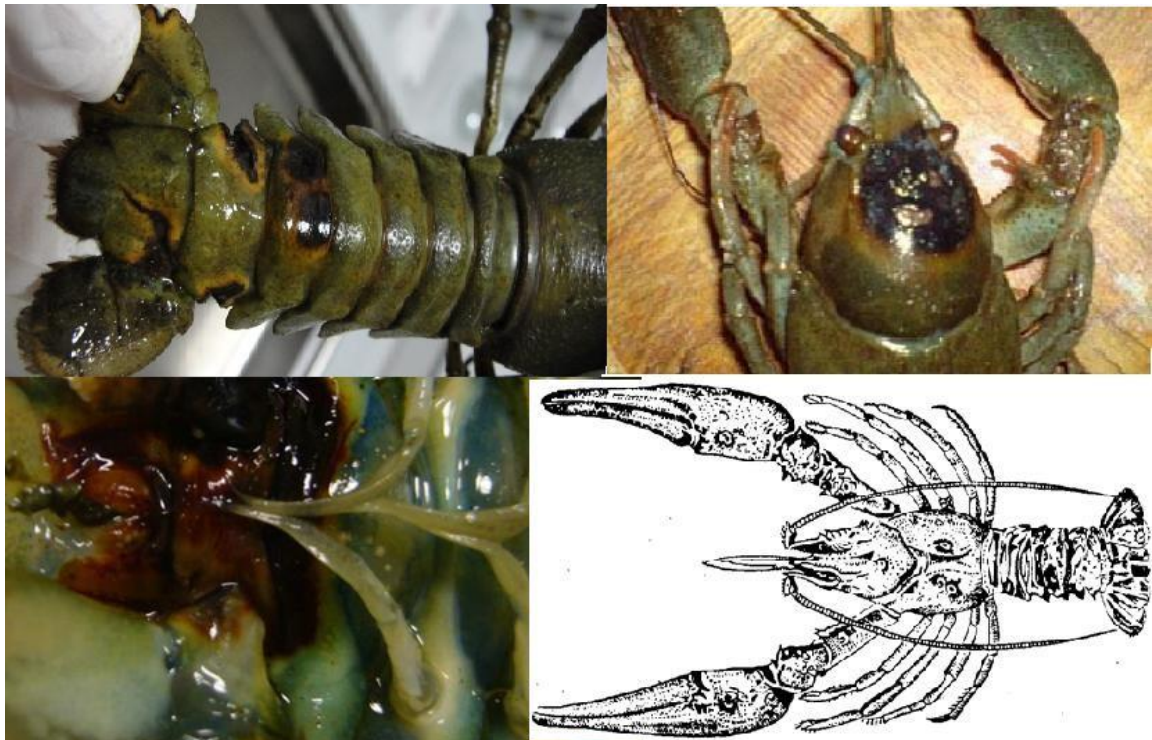


Рис. 46. Раки с признаками ржаво-пятнистой болезни

Болезнь протекает в три стадии. В первой стадии на отдельных участках панциря рака появляются небольшие ржавые пятна. Жизнеспособность не снижена. Во 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 (микроспоридоз, 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)

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.



Рис. 47. Рак с признаками телоханиоза

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 раковых блюд. В искусственных условиях против бранхиобделл применяют 20-минутные ванны с KMnO_4 (1:15000) и 6-10-минутные ванны с 5%-ным раствором NaCl .

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 рачьи панцири. Белорусскими учеными разработана методика анализа встречаемости широкопалых раков, основанная на регистрации останков их в экскрементах выдры и американской норки.



Рис. 48. Паразитические черви рода Branchiobdella

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 икротетание), 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, отдельно, экз./м ² самки	50
самцы	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 плодovitость, 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	42
свободных самок в бассейнах с убежищами, экз/м ²	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, обваренные овощи (морковь, картофель), рыбный фарш Специализированный гранулированный комбикорм
Суточный 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
Суточный 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 ВОДОРОСЛЕЙ

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, нерео-цистис, 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.

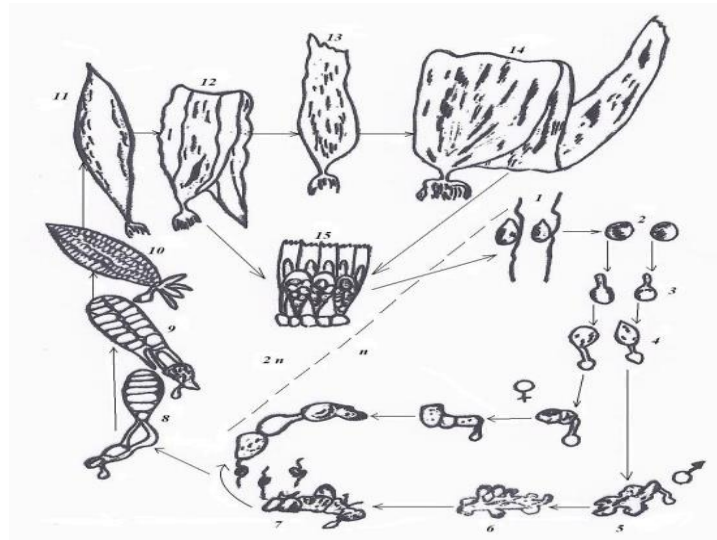


Рис. 51. Стадии развития ламинарии японской:
1 – зооспоры; 2 – эмбриоспоры; 3 – прорастание спор;
4 – одноклеточные гаметофиты; 5 – мужские и женские гаметофиты; 6 – образование гаметангиев; 7 – зрелые

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 грунтовой 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 шести.

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 второгодних как по внешнему виду, так и по размерам. Первогодняя пластина имеет более светлую окраску, к осени слоевище становится более темным. Репродуктивные органы на второгодней 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.

Плантации 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).

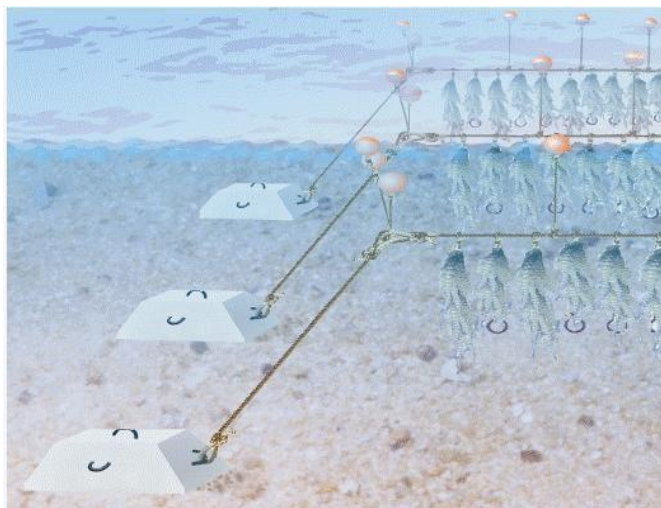


Рис. 53. Выращивание ламинарии японской на П-образных канатах

Биотехнологическая схема выращивания ламинарии японской в двухгодичном цикле состоит из пяти этапов: получение спор и оспоривание ими субстратов, выращивание рассады на посадочно–вырост–ных субстратах в море, прореживание и пересадка спорофитов на новые выростные по–водцы, 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: раздельным 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 слой 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 заглобляют на 4–5 м.

Чтобы ламинария имела высокие товарные качества, требуется улучшение светового режима. Для этого в октябре–ноябре горизонтальные канаты с годовалыми 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).

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.



Рис. 54. Сбор урожая ламинарии

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 ВОДОРΟΣЛЕЙ

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 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: фикозритрины (красные), фикоцианины и аллофи- коцианины (синие). В итоге окраска таллома варьируется от малиново-красной (если преобладает фикозритрин) 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.

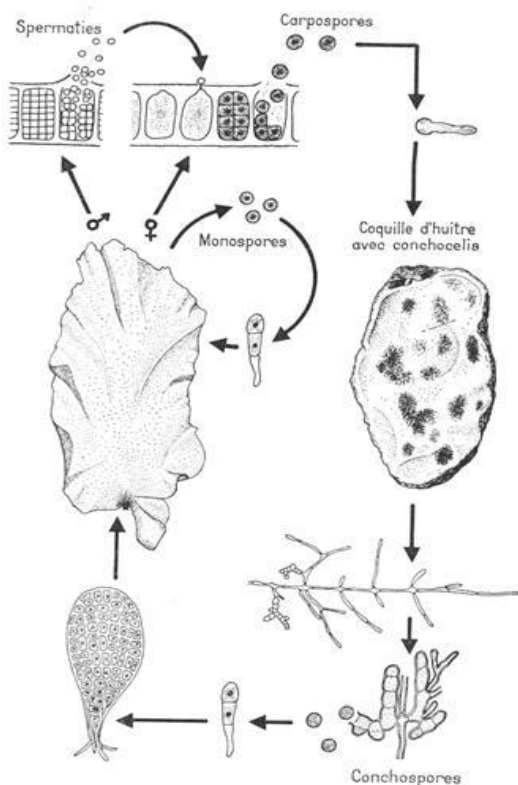


Рис. 55. Схема размножения *Porphyra tenera*

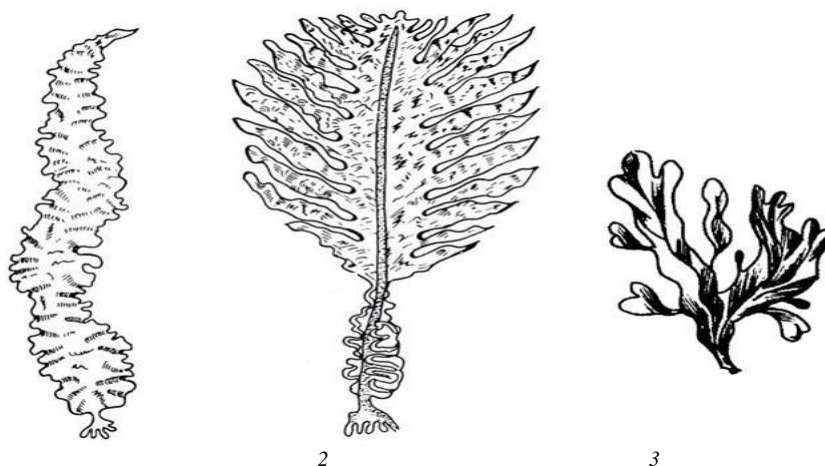
Зимой водоросли выбрасывают карпоспоры (конхоцелис), которые, осев на субстрат, вырастают в зрелые растения. Они, в свою очередь, образуют бесполое моноспоры (конхоспоры), из которых вырастают новые водоросли.

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.



1

2

3

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).

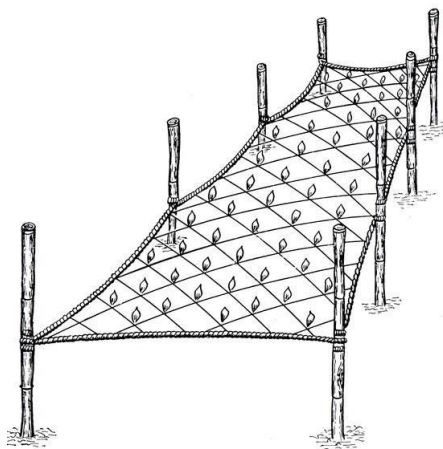


Рис. 57. Схема сетей-хиби

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 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 удается 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.

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



а б в г д
Рис. 60. Объекты культивирования зеленых водорослей:
а – 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 ПРЭСНОВОДНОЙ 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 глубина воды	м ³ м	
Плотность посадки самцов и самок в нерестовый бассейн	шт.	
Инкубационный бассейн: объем глубина воды	м ³ м	
Плотность посадки планктонных личинок	шт.	
Продолжительность подращивания	сут	
Выживаемость личинок	%	
Вырастной бассейн: объем глубина воды	м ³ м	
Плотность посадки в вырастной пруд (бассейн)	шт/м ²	
Продолжительность выращивания	сут	
Выживаемость молоди	%	
Нагульный пруд (бассейн): площадь глубина воды	м ² 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 Розенберга (рис. 64, 65).



Рис. 64. Внешний вид гигантской пресноводной креветки

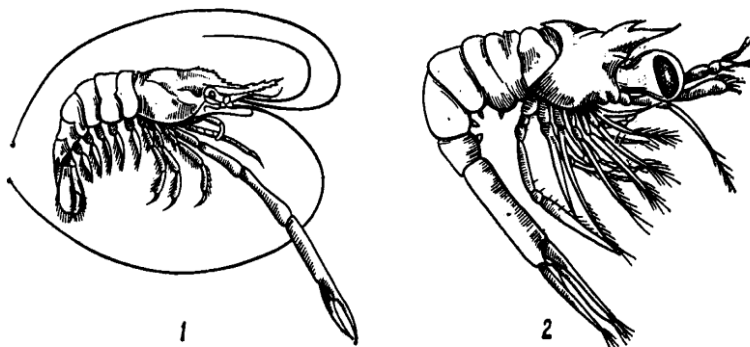


Рис. 65. Креветка р. *Macrobrachium*: 1 – взрослая особь; 2 – личинка.

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 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 моноспор.

В период выращивания планктонных личинок (30 суток) температура воды должна составлять 25–30 °С, соленость – 12–20 ‰, рН – 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 (растительными или планктофагами).

Методика биотехнических расчетов.

Расчет площади нагульных прудов проводится по следующей формуле:

$$S = G \cdot 100 / A_{\text{п}} \cdot V \cdot P \cdot 100,$$

где G – продукция хозяйства, кг;

$A_{\text{п}}$ – плотность посадки креветок, шт/м²; V – 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:

$$N_{\text{креветок}} = G / V,$$

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

Варианты

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).

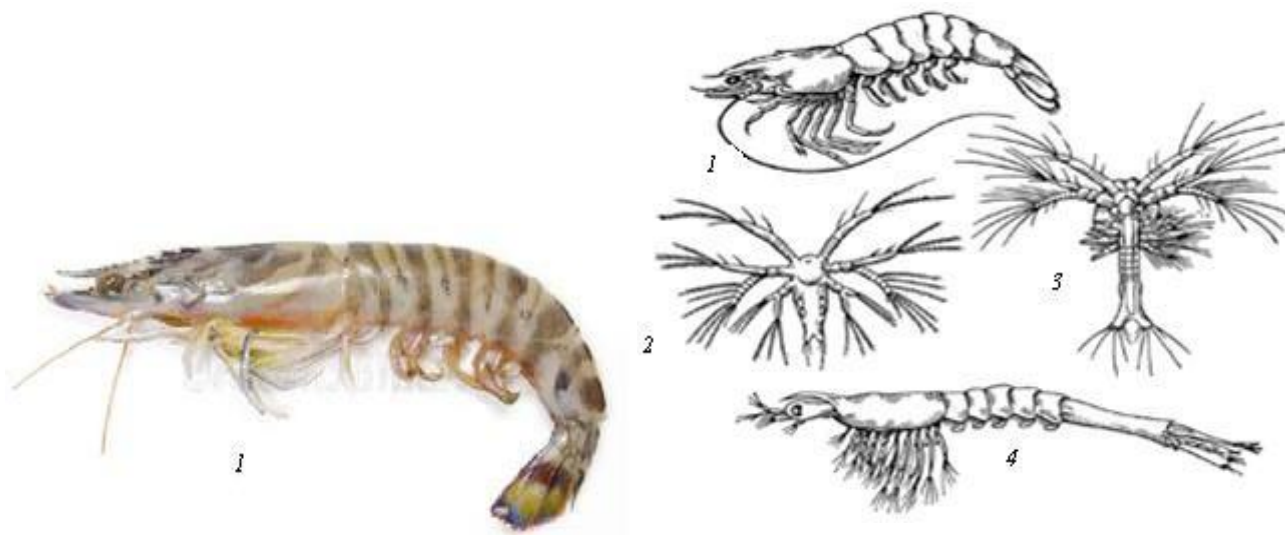


Рис. 66. Креветка р. *Penaeus*: 1 – взрослая форма; 2 – науплиус; 3 – протозоа; 4 – мизид.

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 25–9°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 (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 постличинок 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. Постличинок вначале кормят науплиями артемии, коловратками, а затем добавляют размельченное мясо моллюсков или червей в количестве 10% массы постличинок (20 г корма на 10 тыс. постличинок), увеличивая это количество до 80–100 г к 20 дню выращивания. Постличинок 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 водоподводящие 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 равносторчатая, 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 околосердечная 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 свыше 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.

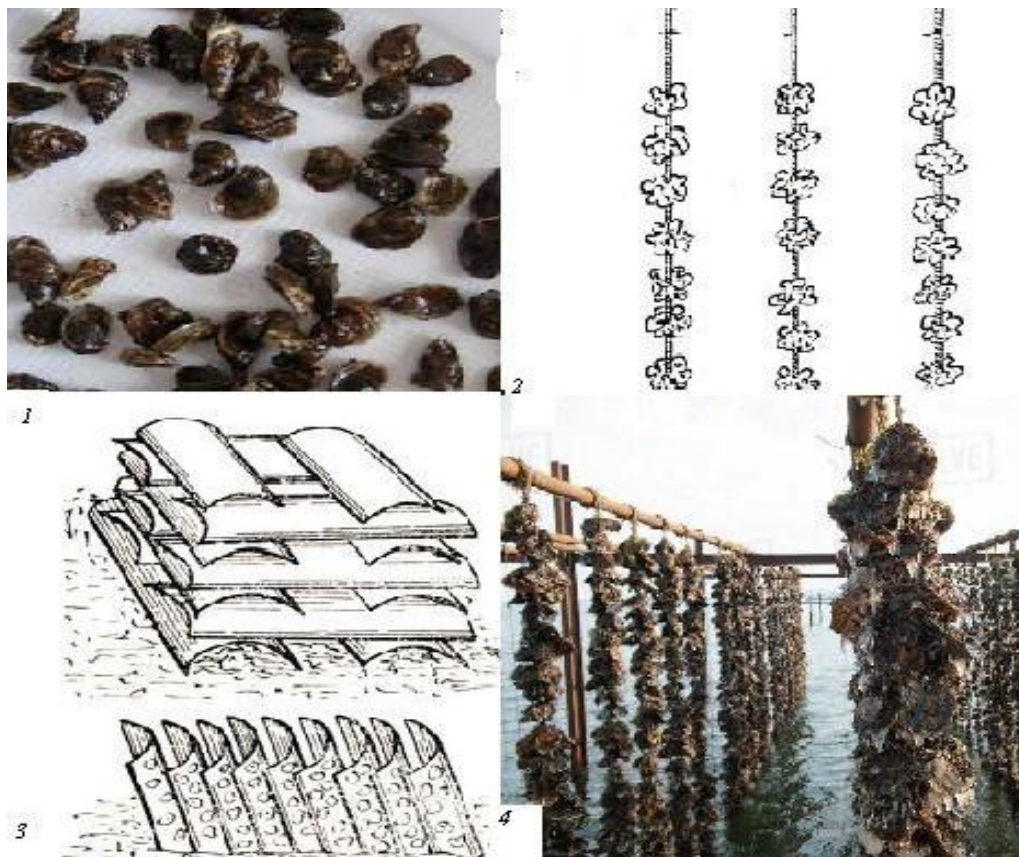


Рис. 68. Конструкции для сбора шпата и выращивания устриц:

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).

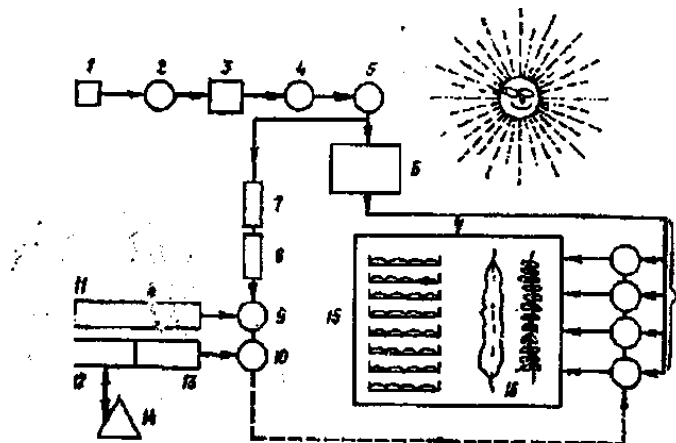


Рис. 69. Схема питомника для выращивания личинок устриц:

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. Коллектора 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	мес	
5–8 см	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 яруса 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.

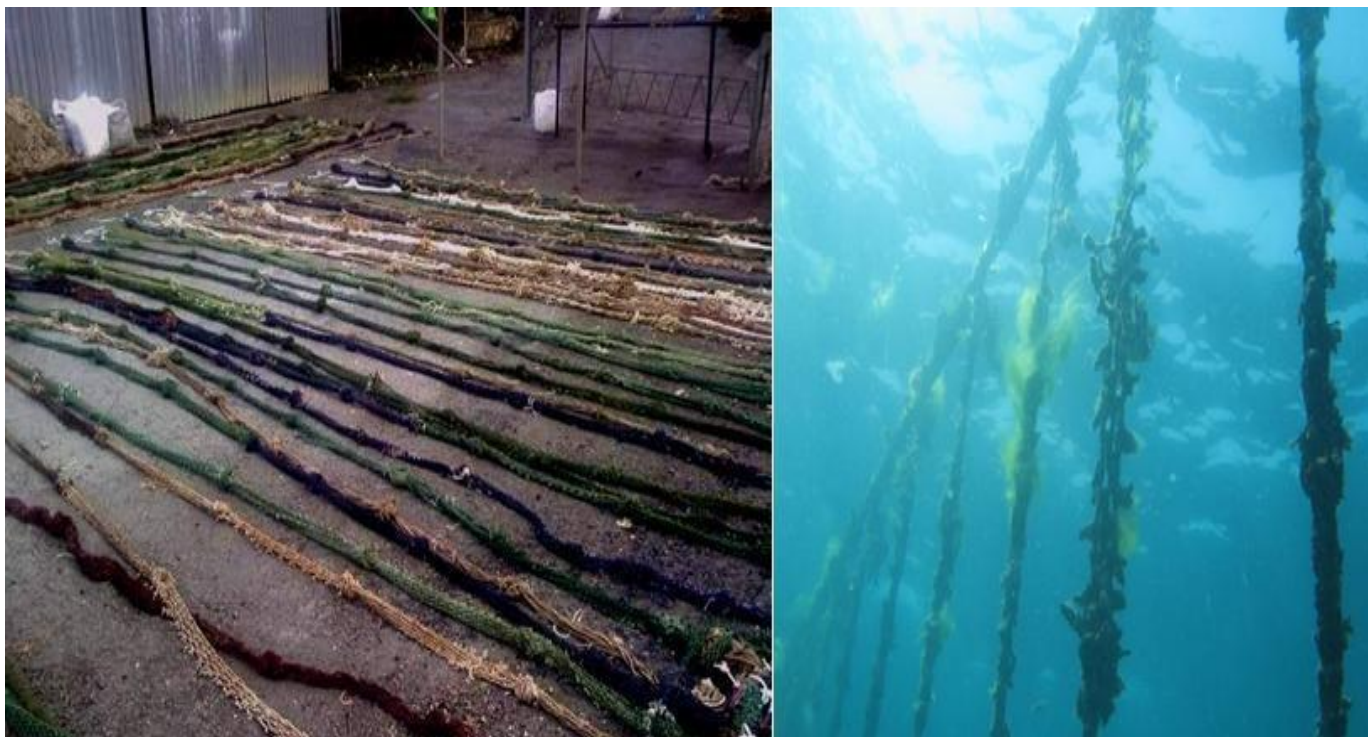


Рис. 74 . Мидийные коллекторы

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 подращивание шпата гребешка проводят в коллекторах длиной 6–20 м (рис. 76, а).

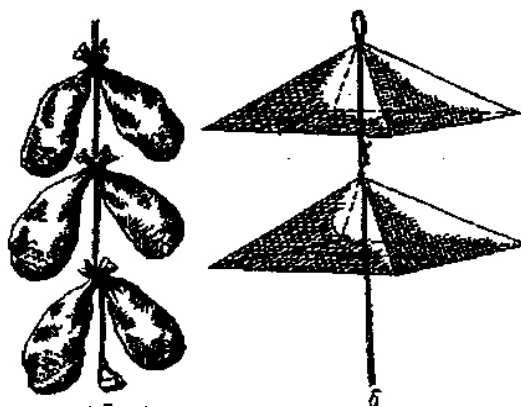


Рис. 76. Устройство для выращивания гребешка:

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 подраживания 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	50	70	90	10	20	40	60	80	00	20

Контрольные вопросы

1. Назовите известные вам виды морских гребешков и ареал их обитания.
2. Расскажите о биологических особенностях *Patinorecten 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 укладке 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 2×2×2 м и устанавливают их на дне моря на глубине 10–20 м.

В настоящее время делают рифболы из эcobетона – 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.

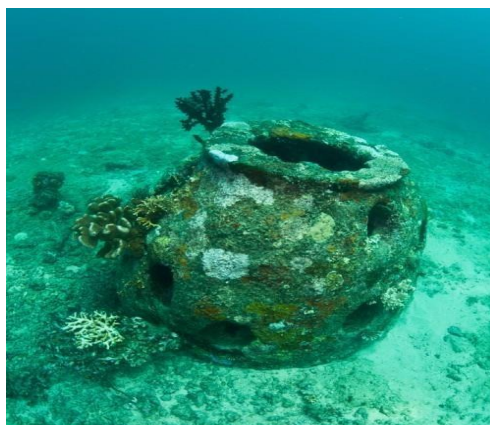


Рис. 77. Рифбол на морском дне

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; освоение (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 каменных 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-икрянки; 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 молодью (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?