

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Ю.В. Килякова, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ НЕРЫБНЫХ ОБЪЕКТОВ

Практикум

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура

Оренбург
2018

УДК 581.526.3(075.8)

ББК 28.59я73

К 39

Рецензент – доктор биологических наук, доцент Е.А. Сизова

Килякова, Ю.В.

К 39 Культивирование нерыбных объектов: практикум / Ю.В. Килякова, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 163 с.
ISBN 978-5-7410-2135-4

В практикуме рассматриваются вопросы биологии, экологии, систематического положения, а также современные технологии культивирования в естественных и искусственных водоемах промысловых беспозвоночных гидробионтов и водных растений.

Учебное издание предназначено для студентов по направлению подготовки 35.03.08 Водные биоресурсы и аквакультура.

УДК 581.526.3(075.8)

ББК 28.59я73

ISBN 978-5-7410-2135-4

© Килякова Ю.В.,
Мирошникова Е.П.,
Аринжанов А.Е. 2018
© ОГУ, 2018

Содержание

1 Лабораторная работа № 1 Культивирование голотурий	4
2 Лабораторная работа № 2 Культивирование морских и пресноводных креветок ..	32
3 Лабораторная работа № 3 Культивирование крабов	61
4 Лабораторная работа № 4 Культивирование устриц.....	83
5 Лабораторная работа № 5 Культивирование морского ушка и тихоокеанского петушка.....	109
6 Лабораторная работа № 6 Культивирование красных водорослей.....	126
7 Лабораторная работа № 7 Культивирование живых кормов: жаброногие ракообразные	147
Список использованных источников	161

1 Лабораторная работа № 1

Культивирование голотурий

Цель: изучить методику культивирования иглокожих на примере голотурий. По таблицам и рисункам познакомиться с биологией промысловых голотурий.

Материалы и оборудование: плакаты, фотографии, модели оборудования.

Задание:

1. Познакомиться с особенностями биологии, экологии, распространения голотурий, законспектировать материал и зарисовать дальневосточного трепанга.
2. Изучить технологию выращивания голотурий на примере дальневосточного трепанга. Законспектировать материал, свести в таблицу нормативы культивирования дальневосточного трепанга.

Теоретический материал

К классу **Морские Кубышки или Морские Огурцы (Holothurioidea)** относятся животные, тело которых при малейшем прикосновении сильно сжимается, после чего у многих форм оно становится похожим на старинную кубышку или свежий огурец. Данный класс насчитывает около 900 видов (рисунок 1).

Голотурии, или морские кубышки, не только интересны своими внешними особенностями, яркой окраской, занятным образом жизни, но и имеют довольно существенное хозяйственное значение. Свыше 40 видов и разновидностей голотурий используется в пищу человеком. Съедобные голотурии, которых называют **трепангами**, давно ценились как очень питательное и целебное блюдо, поэтому промысел их практикуется со времен глубокой древности.

Голотурии широко распространены в Мировом океане. Наибольшего видового разнообразия и численности они достигают в верхней сублиторали теплых районов океана, где образуют скопления биомассой до нескольких

килограммов на одном квадратном метре. В России в дальневосточных морях добываются два вида съедобных голотурий, которые идут на приготовление консервов и сушеных продуктов. В пищу употребляют в сыром виде икру, легкие, а кожно-мышечный мешок голотурий варят, сушат и коптят. Из сушеной голотурии готовят супы, рагу и др.



1 — морская лилия *Pterometra pulcherrima*; голотурии: 2 — *Deima atlanticum*, 3 — трепанг *Apostichopus japonicus*, 4 — *Chiridota pellucida*, 5 — *Ypsilothuria bitentaculata*; морские звезды: 6 — *Patiria pectinifera*, 7 — *Ctenodiscus crispatus*, 8 — *Hippasteria phrygiana*, 9 — *Asterias amurensis*

Рисунок 1 – Разнообразие Иголокожих

В последние годы голотурии привлекли внимание фармакологов и биохимиков, так как в них были обнаружены тритерпеновые гликозиды — химические соединения, обладающие высокой биологической активностью. Эти вещества оказывают антигрибное, антиопухолевое, нейротропное действия и

могут найти применение в медицине в качестве нейромышечных и хемотерапевтических антираковых препаратов.

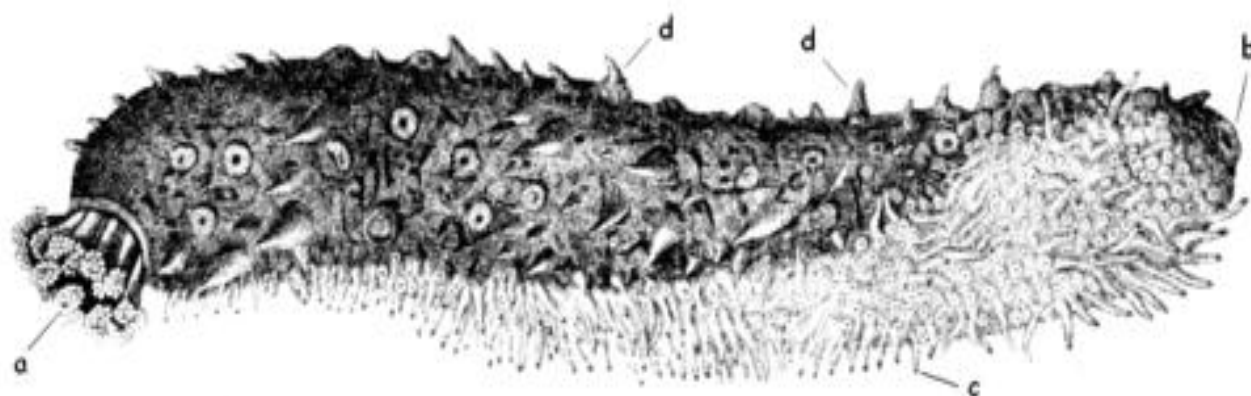
Дальневосточный трепанг (*Apostichopus japonicas*) имеет вытянутое, червеобразное формы тело с хорошо различимыми брюшной и спинной сторонами (рисунок 2). При раздражении оно сильно сжимается и становится почти шарообразным. Тело трепанга — это мускулистый мешок, в мышцах которого отсутствуют известковые пластинки (сникулы), что делает трепанга особо ценным пищевым объектом.



Рисунок 2 – Дальневосточный трепанг

Покровы тела дальневосточного трепанга плотные, на брюшной стороне тремя полосами расположены многочисленные амбулакральные ножки с присосками, предназначенные для передвижения. Спинная сторона несет различной величины мягкие конусовидные выросты – спинные папиллы. На переднем конце тела располагается рот, сдвинутый на

брюшную сторону, на заднем – анальное отверстие. Рот животного окружен кольцом из 18-20 щупалец (рисунок 3).



а – щупальца; b – клоака; c – амбулакральные ножки на вентральной стороне; d – спинные сосочки

Рисунок 3 – Внешнее строение дальневосточного трепанга

Окраска трепанга зависит от мест обитания и варьирует от темно-зеленой до темно-коричневой. Считается, что трепанг, обитающий преимущественно на скалистых грунтах и в более глубоких местах, темно-коричневый, а особи, живущие на песчаных и илисто-песчаных мелководьях, более светлые с зеленым оттенком. У всех трепангов брюшная сторона значительно светлее спинной. Амбулакральные ножки и щупальца темно-зеленые, красные или черные. Папиллы белые или коричневатые.

Ареал дальневосточного трепанга простирается от вод Южного Сахалина и Курильских островов на юг до Саянгана (Ктай). В пределах России распространен у берегов Приморья и островов Сахалин, Монерон, Кунашир. По материковому побережью встречается от границы с Кореей, по всему заливу Петра Великого. У Сахалина встречается в южной части острова вдоль западного япономорского побережья.

Живут дальневосточные трепанги на небольших глубинах, не превышающих 150 м, обычно от 1 до 25 м, в защищенных от штормов бухтах и заливах.

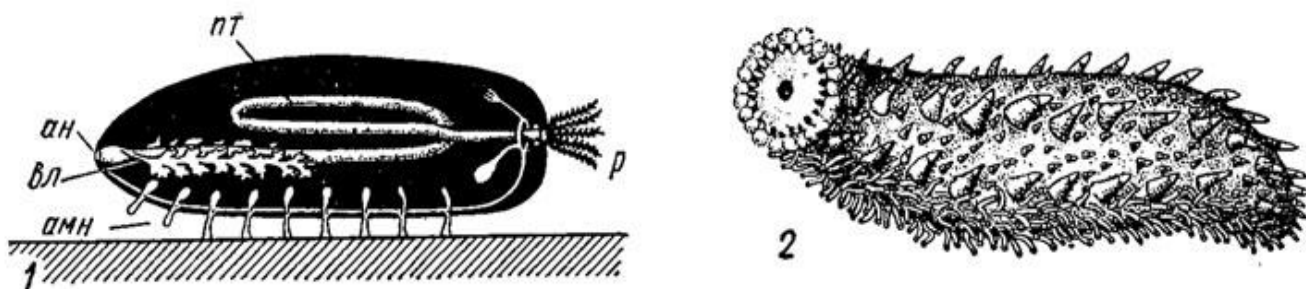
Трепанг – эвритермный вид, легко переносит повышение температуры до 25,0 °С - 28,5 °С. Выдерживает изменения температуры от 1,7 °С до 22,0 °С. Дальневосточный трепанг очень чувствителен к изменению солености. Нижняя граница солености вод, пригодная для обитания, - 25 ‰. Животные избегают районов побережья, опресняемых впадающими реками, закрытых бухт, мелководий, соленость которых надолго понижается в период сильных дождей. Молодые трепанги более устойчивы к понижению солености.

В тихую погоду дальневосточные трепанги массами выползают на илисто-песчаные площадки, расположенные рядом с каменистыми россыпями или с зарослями морской травы или водорослей, питаются, собирая с помощью щупалец поверхностный слой грунта, богатый мельчайшими организмами. На твердых грунтах среди камней и в зарослях морской травы или водорослей они находят себе убежище во время штормов и летних спячек (рисунок 4). Часто трепанги образуют большие скопления – «трепанговые поля». Трепанговые поля обычно располагаются вдоль побережья цепочкой в зависимости от конфигурации берега.



Рисунок 4 – Места обитания дальневосточного трепанга

По типу питания дальневосточный трепанг – собирающий детритофаг. Основную часть содержимого кишечника составляют песок, частицы детрита, фрагменты морских растений, обломки раковин моллюсков и скелетных элементов иглокожих, баянусы, фораминиферы, мелкие ракообразные и их покровы, трубки полихет, мшанки, другие мелкие организмы и их остатки, бактерии, грибы, микроскопические водоросли (рисунок 5).



1 – схема строения тела (р – ротовое отверстие; пт- пищеварительный тракт; амн – амбулакральные ножки; ан – анальное отверстие; вл – водные легкие); 2 – внешний вид трепанга

Рисунок 5 – Схема строения дальневосточного трепанга

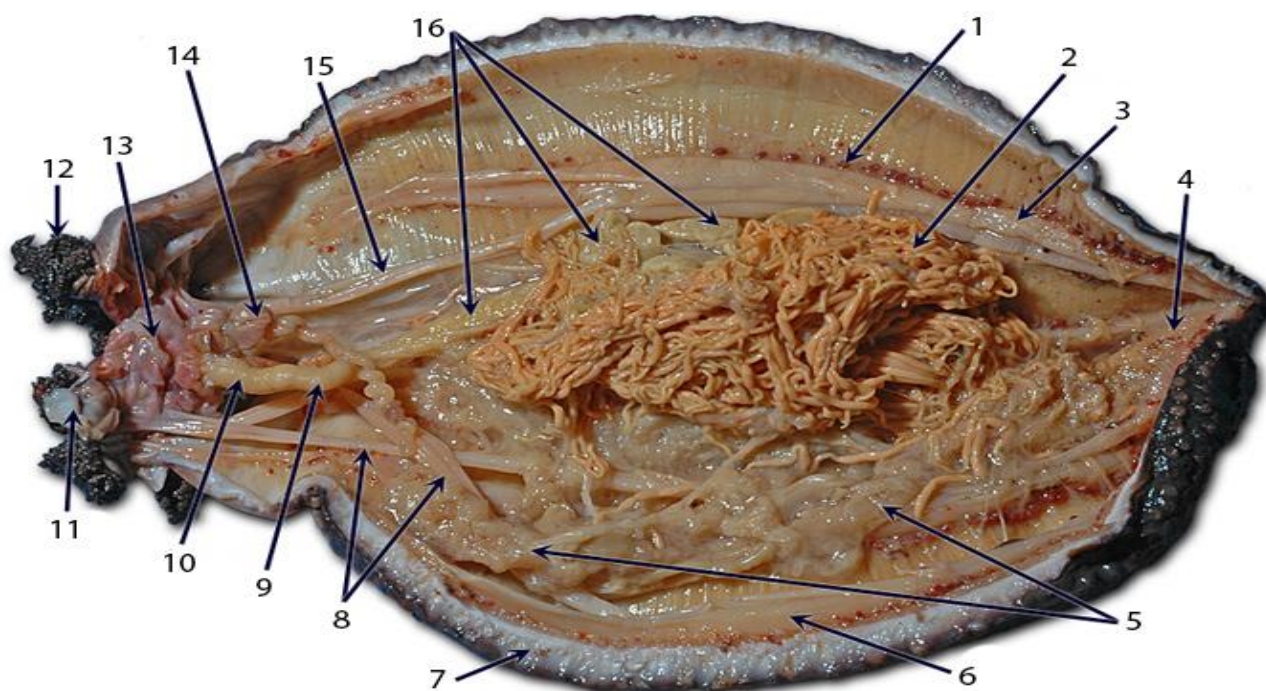
Врагами трепангов являются чаще всего крупные морские звезды *Asterias amurensis*, *Erasterias echinosoma*, крабы *Hemigrapsus sanguineus*, а также рыбы, чайки. Пресс хищников играет большую роль в низкой выживаемости молоди трепанга на недостаточно защищенных субстратах.

Дальневосточные трепанги – раздельнополые животные. Половой диморфизм внешне не выражен. Самца от самки можно отличить только после вскрытия или во время нереста по цвету половых продуктов. У самок гонады от розового до ярко-оранжевого оттенка, у самцов – от белых до зеленоватых. Соотношение самцов и самок в популяциях 1:1. Оплодотворение яиц наружное.

Возраст наступления половой зрелости у трепанга определить сложно. Это связано с тем, что у него отсутствуют какие-либо регистрирующие структуры, а

метки сохраняются до полугода. В условиях средней части острова Хонсю трепанг начинает размножаться в трехлетнем возрасте. Темпы роста дальневосточного трепанга у побережья Приморья значительно ниже, чем у берегов Японии, в заливе Петра Великого этот вид начинает нереститься в трех-четырёхлетнем возрасте. За пределами залива Петра Великого вследствие более суровых гидрологических условий трепанг становится половозрелым позже в 5-6 лет.

Трепанг имеет ветвистую непарную гонаду с половым протоком, проходящим по спинному мезентерию и открывающимся у основания щупалец. В нерестовый период половая железа трепанга заполняет почти всю полость. Форма у нее трубчатая, каждая трубочка ветвится и плотно заполнена свободнолежащими ооцитами (рисунок 6).



1 – ампулы; 2 – гонады; 3 – продольная мышца; 4 – клоака; 5 – дыхательные пути; 6 – продольная мышца; 7 – интравертная втягивающая мышца; 8 – желудок; 9 – пищевод; 10 – глотка; 11 – щупальца; 12 – круглый канал; 13 – пузырек; 14 – интравертная втягивающая мышца; 15 – кишечник

Рисунок 6 – Внутреннее строение дальневосточного трепанга

Вес гонад дальневосточного трепанга в течение года очень сильно изменяется, что находится в прямой зависимости от степени их зрелости. На нерестовой стадии развития половой железы гонадный индекс (процентное отношение массы гонады к массе кожно-мускульного мешка) может достигать в южных районах Приморья – до 22-30 % и более, в северных – 7-14 %.

Трепанг обладает огромной плодовитостью. Количество яиц в половых железах одной особи может достигать 80 млн. штук. Средние значения плодовитости от 2 до 9 млн. штук. Зрелые гонады самок заполнены свободнолежащими ооцитами, а гонады самцов - сперматозоидами. У самок последняя стадия созревания гамет завершается непосредственно в половых протоках в момент вымета половых продуктов. Размеры половых клеток в зрелых яичниках составляют от 100 до 180 мкм.

В репродуктивном цикле трепанга выделяют следующие стадии: покоя, восстановления, роста, созревания и вымета. Посленерестовая стадия непродолжительна, восстановительная стадия заканчивается в ноябре, стадия медленного роста захватывает зимние и первые весенние месяцы, начавшаяся в апреле стадия быстрого роста приводит гонаду в преднерестовое состояние. Китайские исследователи разделили половое развитие трепанга на 5 периодов: пауза, восстановление, созревание, зрелость и нерест.

На существенные различия в протекании полового цикла у трепанга из разных районов указывает также весьма значительное варьирование сроков и продолжительности нереста. В заливе Петра Великого нерест голотурии начинается обычно в конце июня - начале июля и заканчивается в третьей декаде августа. В заливе Восток нерест трепанга наблюдается с конца июля до середины августа. С середины августа почти все особи имеют опустошенную от половых клеток и редуцированную половую железу. На острове Хоккайдо голотурии нерестятся с конца мая до сентября. Пик нереста, в зависимости от места его обитания, наблюдается с середины июля по середину августа при температуре 21 °С - 25 °С.

Период массового нереста дальневосточного трепанга значительно короче, чем общая продолжительность нерестового периода. Процесс нереста одной особи

занимает 1-3 суток, всей популяции - не более двух месяцев. В общем, нерестовый период всего ареала дальневосточного трепанга охватывает семь месяцев - с марта по сентябрь. Связь этого явления с температурой воды не носит однозначный характер. Начало нереста трепанга в пределах его ареала (разных районах обитания) наблюдается в температурном интервале 14 °С - 22 °С (рисунок 7).

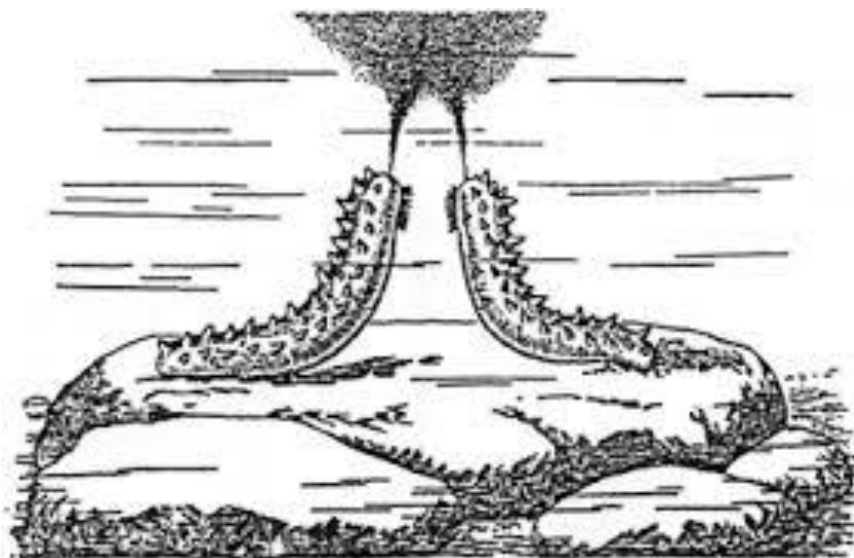


Рисунок 7 – Нерест дальневосточного трепанга (по Г.Н. Ким и др., 2014)

Жизненный цикл трепанга включает эмбриональный, личиночный (планктонный), ювенильный (донный) этапы и взрослые особи.

Культивирование. Исследования в области разведения трепанга начались в конце прошлого века. В последнее время биотехнология выращивания дальневосточного трепанга стремительно развивается. Основным способом воспроизводства трепанга является выращивание его молоди из личинок.

Молодь трепанга можно получать двумя путями: сбором ее с коллекторов, выставленных в море в период естественного нереста голотурий и выращиванием из личинок, полученных в результате нереста производителей в искусственных условиях.

1. Сбор молоди в естественных условиях. Этот способ получения молоди трепанга путем сбора ее на коллекторы с последующим расселением на грунте

получил большое развитие в ряде зарубежных стран, особенно в Японии и Китае. Особенности технологии являются простота оборудования, небольшие инвестиции, низкая себестоимость.

Эта технология включает следующие этапы:

- Подготовка коллекторов для установки в море.
- Контрольные наблюдения за сроком нереста.
- Выставление коллекторов в море.
- Сбор личинок и их выращивание.
- Подготовка участков для расселения молоди, учет численности.
- Расселение молоди на грунт.
- Сбор товарной продукции.

В качестве коллекторов используются сетные мешочки с наполнителем - анфельцией. В Японии в качестве орудий сбора мальков используют круглые садки с наполнителем - створками устриц и коллекторы из сетки с субстратом из волокон кокоса, сетки (рисунок 8).



Рисунок 8 – Орудия для сбора молоди дальневосточного трепанга в естественных условиях

В некоторых районах с одного стандартного коллектора собирают 300-700 экз. молоди трепанга. При выращивании голотурий в природных условиях необходимо предварительно рассчитать их оптимальную плотность расселения с учетом кормовых ресурсов выростного участка.

2. Выращивание молоди из личинок, полученных в искусственных условиях. Технология по искусственному культивированию трепанга дальневосточного включает в себя следующие этапы:

- Отлов производителей в море.
- Адаптация к условиям содержания производителей.
- Стимуляция созревания половых продуктов и нереста производителей.
- Инкубация икры.
- Выращивание личинок до стадии осевшей молоди.
- Выращивание молоди до жизнестойкой стадии.
- Адаптация жизнестойкой молоди к условиям ее расселения.
- Расселение молоди в естественные условия.

Сбор производителей производится в летний период при температуре воды 15 °С - 17 °С до начала массового нереста. Основными критериями при отборе производителей для стимуляции нереста в заводских условиях являются отсутствие травм на теле, масса тела и гонад, количество и размеры клеток самок. Известно, что более крупные особи созревают и начинают нерест раньше, поэтому при отборе производителей предпочтение следует отдавать голотуриям с общей массой не менее 150 г, поскольку, как известно, они имеют высокую плодовитость (рисунок 9).

Заводское получение молоди трепанга требует тщательного подхода к отбору производителей, постоянного контроля за состоянием их гонад в весенне-летний период и температуры воды в течение года. Контроль состояния гонад на предмет их зрелости осуществляется с периодичностью один раз в неделю. Для успешной стимуляции нереста и получения качественных половых продуктов производители должны находиться нерестовой стадии развития.



Рисунок 9 – Производители дальневосточного трепанга

Для адаптации производителей помещают в емкости при той же температуре, что и в естественных условиях, и солености 25-28 ‰ (рисунок 10).



Рисунок 10 – Адаптация производителей дальневосточного трепанга

При отлове производителей следует избегать механического травмирования животных, что может привести к эвисцерации (разрушению) внутренностей. При отлове не допускается повреждения внешних покровов животных, контакта производителей трепанга с нефтепродуктами и другими токсичными веществами.

В период перевозки животных от места сбора к месту проведения работ необходимо осуществлять смену воды в сосудах, если время доставки их от места вылова превышает 1-2 ч. Нельзя допускать резких изменений температуры и попадания на емкость прямых солнечных лучей. Наиболее оптимальная плотность животных при перевозке 1 экз./5 л воды.

Адаптация производителей может составить от нескольких часов до двух суток. Плотность посадки животных - до 1 экз./10 л воды, проток воды - 3 объема сосуда, насыщение ее кислородом должно поддерживаться на уровне 80-100 %. Вымет половых продуктов стимулируют у зрелых производителей трепанга, гонады которых находятся на нерестовой стадии зрелости (рисунок 11).



Рисунок 11 – Ёмкости для преднерестового выдерживания производителей дальневосточного трепанга

Следует учитывать, что нерест может произойти не у всех голотурий, и в некоторых случаях половые продукты выметывают лишь 10-20 % самок. Нерест самцов в результате стимуляции обычно оказывается более массовым, нерестятся от 30 до 100 % животных. Плотность посадки животных при проведении стимуляции может достигать 0,2 экз./л воды при условии увеличения подмены воды до 6 объемов в сутки, температура воды в них должна быть равной температуре места их обитания.

При искусственном разведении применяется несколько методов стимуляции нереста трепанга:

а) температурная стимуляция - за счет более быстрого, чем в природе, повышения температуры воды ускоряется созревание гонад. После адаптации производителей начинают постепенно повышать температуру на 0,5 °С - 1 °С до нерестовой. Для получения зрелых половых продуктов трепанга на 2-3 недели раньше, чем это происходит в природе, наиболее приемлемым является метод ускорения созревания половых продуктов на преднерестовой стадии развития гонады.

Длительность периода завершения гаметогенеза зависит от уровня развития гонады. Для трепангов с половыми железами на преднерестовой стадии развития этот период длится 7-10 суток. Эти голотурии уже адаптированы к повышению температуры, подъем которой начался в естественной среде, а их ооциты в основном закончили процессы роста и вителлогенеза (синтез и накопление желтка в развивающихся женских половых клетках животных (ооцитах) в период оогенеза). В процессе проведения температурной стимуляции необходимо отслеживать состояние животных и в случае возникновения на «коже» травм или язв осуществлять выбраковку таких особей. Кроме того, выбраковываться должны и особи, у которых произошла эвисцерация внутренностей;

б) химическая стимуляция - сперма самцов трепанга ускоряет начало нереста у самок. При отсутствии нереста можно добавить сперму, полученную из гонады вскрытого самца;

в) метод «сушки» - контрастная стимуляция подсушиванием и водяной струей. После адаптации и частичного повышения температуры воды трепанга извлекают из емкости и выдерживают 1-1,5 часа на воздухе. Затем животных обливают чистой водой в течение 10-15 мин и помещают в емкости с водой нерестовой температуры.

После нереста трепанга воду с половыми продуктами тщательно перемешивают и оставляют на несколько часов для оплодотворения. В процессе инкубации (от оплодотворения до всплытия бластул) эмбрионов постоянно перемешивают. После нереста трепанг впадает в спячку примерно на 5... 20 суток. В это время он не питается и остается почти неподвижным, затем начинает снова двигаться и питаться.

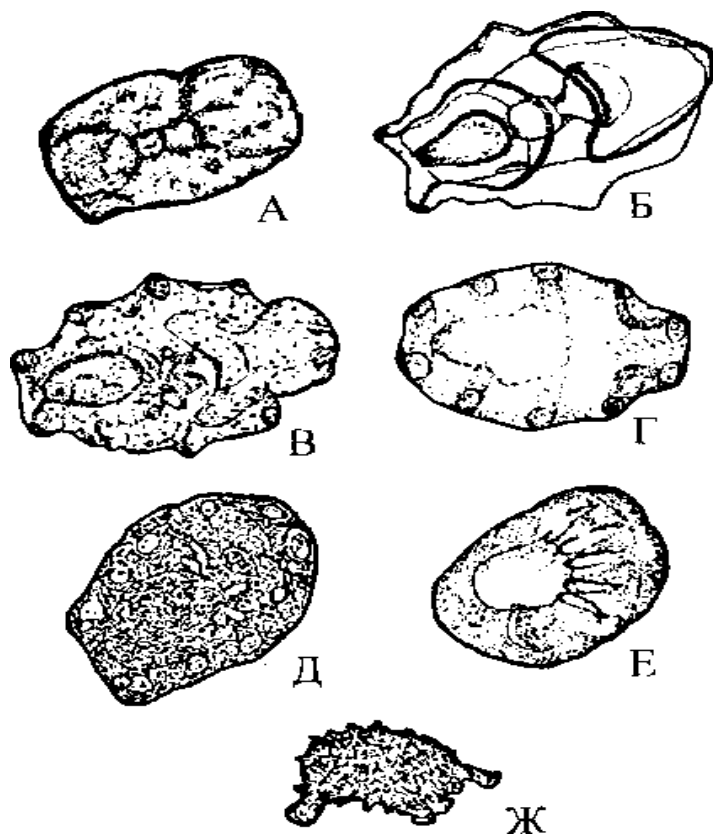
Выращивают личинок при температуре воды 21 °С - 23 °С. Личинки развиваются нормально при солености не ниже 25-29 ‰. Первые 3-4 дня воду не меняют, а только добавляют, так как процесс обмена у личинок на ранних стадиях идет медленно. Затем воду меняют каждый день.

Личиночное развитие. Личинка трепанга в ходе развития проходит 6 стадий: предаурикулярия, ранняя аурикулярия, поздняя аурикулярия, преддолиолярия, долиолярия, пентакула (рисунок 12).

На 18-е сутки с момента нереста происходит оседание молоди на субстрат. Осевшая молодь в процессе дальнейшего развития приобретает внешний вид сформировавшейся молоди. У них формируются решетчатые пластинки скелета и спинные выросты - «шипики», изменяется окраска кожного покрова, ткани уплотняются, развивается кишечник. Длина их - 450-500 мкм. Молодь ведет активный образ жизни. Скорость роста и развития личинок трепанга, полученных от одних и тех же производителей и развивающихся в одних и тех же условиях, может сильно различаться, и метаморфоз у них наступает не одновременно.

С появлением в сосудах долиолярий и пентакул и соответствующего уменьшения до 50 % численности аурикулярий личинки должны быть перемещены в бассейны, где происходит их дальнейшее развитие, оседание и формирование молоди. На протяжении всего периода выращивания ход их развития необходимо

контролировать. Для этого ежедневно в одно и то же время следует отбирать пробы из каждой емкости с личинками. Необходимо определять наличие и численность уродливых форм. В случае, когда их доля превышает 25 %, партию необходимо выбраковывать.



А – предаурикулярия; Б – ранняя аурикулярия; В – поздняя аурикулярия; Г – преддолиолярия; Д – долиолярия; Е – пентакула; Ж – осевшая молодь

Рисунок 12 – Стадии личиночного развития дальневосточного трепанга (по Г.Н. Ким и др., 2014)

Выращивание личинок трепанга осуществляется в тех же сосудах, в которых инкубируется икра. Плотность посадки личинок трепанга не должна превышать 1 экз./мл. Смена воды в сосудах с личинками является необходимым условием обеспечения нормального их развития. При выращивании личинок должна использоваться проточная система водоподачи. Проток воды, обеспечивающий очистку ее от продуктов метаболизма и минимальное вымывание микроводорослей,

равен 1/3-1/2 объема воды в сутки. На период подачи корма в сосуды, в течение трех часов, проточная смена воды должна прекращаться, в противном случае происходит вымывание корма из сосудов.

Для сохранения личинок в условиях проточного режима водоснабжения на сливную трубу должен быть надет «чулок», изготовленный из капронового сита с диаметром ячеей, равным 100-120 мкм (рисунок 13). С переходом большинства личинок в стадию осевшей молоди необходимо произвести замену «чулка» на другой, с большим диаметром ячеей - 300-500 мкм. В течение всего периода выращивания личинок и молоди необходимо осуществлять механическую чистку «чулка», в противном случае ячеей забиваются кормом, вследствие чего происходит переполнение сосудов и перелив воды из них. Насыщение воды кислородом в течение всего периода выращивания личинок должно поддерживаться на уровне 80-100 %. Но чрезмерное ее аэрирование вызывает газопузырьковую болезнь. Кроме того, частые столкновения с пузырьками воздуха травмируют личинок, что приводит к их гибели.



Рисунок 13 – Подращивание личинок дальневосточного трепанга

Контроль температуры осуществляется дважды в день, и ее изменения не должны превышать 1 °С в сутки. Диапазон допустимых для нормального развития личинок значений рН довольно широк. Однако при рН ниже 6,0 или выше 9,0 жизнестойкость их снижается, рост приостанавливается, перехода в следующую стадию развития не происходит, и в конечном итоге личинки погибают. Контроль значения рН особенно важен при низкой скорости протока.

Избыток аммиака оказывает токсическое действие на живые организмы, и его содержание в воде заметно возрастает с ростом температуры и уровня рН. При выращивании личинок концентрация аммонийного азота не должна превышать 0,2-0,3 мг/л. Содержание тяжелых металлов в воде не должно превышать следующих величин: ртути - 0,0005 мг/л, кадмия - 0,005 мг/л, меди - 0,01 мг/л, алюминия - 0,05 мг/л, цинка - 0,1 мг/л. Освещение аквариумов с личинками должно быть круглосуточным и находиться на уровне 400±50 люкс, что в большей степени необходимо для кормовых микроводорослей. Свет в цехе должен быть рассеянным, мягким, недопустимо попадание прямых солнечных лучей. При несоблюдении данного условия на стенках сосудов развиваются различные микроводоросли.

Каждый этап развития трепанга характеризуется своим способом питания. Личинки являются механическими фильтраторами, а осевшая молодь и взрослые особи — собирателями детрита, детритофагами. Переход личинок на экзогенное питание при температуре 20 °С - 23 °С происходит через 2 суток после оплодотворения икры. С этого момента в сосуды необходимо вносить корм. Запаздывание с началом кормления более чем на сутки приводит к отставанию в развитии и гибели значительной части личинок. В мировой практике культивирования трепанга для кормления личинок используются микроводоросли: *Dunaliella salina*, *Gymnodinium lanskaya*, *Nitzschia closterium*.

В течение 3-5 дней личинкам необходимо давать микроводоросли с оболочками, легко деструктируемыми их ферментной системой. К ним относятся культуры микроводорослей *Dunaliella salina*, которыми можно кормить либо в виде монокультур, либо в виде смеси в соотношении 1:1. Начиная с третьего дня корм

для личинок должен быть многокомпонентным. Наиболее подходящим кормом личинок в этот период служит смесь культур микроводорослей.

Оптимальная концентрация клеток микроводорослей в сосудах с личинками при их кормлении составляет 10 тыс. кл./мл. Предельно допустимая концентрация клеток микроводорослей в воде - 100 тыс. кл./мл. При превышении этой концентрации происходит перезаполнение желудков и глоток личинок, что приводит к их гибели. При соблюдении режима кормления желудки личинок заполнены водорослями и имеют золотисто-коричневый цвет за счет содержимого перевариваемых клеток (рисунок 14).



Рисунок 14 – Корма для личинок дальневосточного трепанга в НПЦМ «Заповедное»

Кормление личинок необходимо осуществлять 2-4 раза в сутки. При внесении корма для предотвращения его вымывания проток воды должен отключаться на 3 ч. В случае отсутствия по какой-либо причине необходимого количества микроводорослей в качестве дополнительного корма можно использовать хлебные

или дрожжи с размером клеток 5-10 мкм. Суспензию хлебных дрожжей получают разведением сухих дрожжей в дистиллированной воде до концентрации 20 млн. кл./мл. Концентрация клеток дрожжей в емкостях с личинками поддерживается на уровне 20-50 тыс. кл./мл. Режим кормления личинок дрожжами такой же, как и при кормлении микроводорослями.

Осаждение личинок и выращивание молоди. К моменту переноса личинок в бассейны для осаждения и выращивания молоди в них должны быть установлены субстраты. В качестве субстратов могут быть использованы пластиковые гофрированные пластины в кассетах или безузловая многонитчатая дель (рисунок 15).



Рисунок 15 – Субстрат для молоди дальневосточного трепанга

Так как значительная часть личинок оседает на дно емкостей, его также необходимо застилать мягким субстратом. После окончания оседания личинок на размещенные на дне мягкие субстраты их необходимо переносить в другие бассейны, поскольку на дне создаются неблагоприятные условия для развития полученной молоди (рисунок 16). На этапе выращивания молоди трепанга используется проточный режим водоснабжения. При температуре воды 15 °С - 20 °С и нормативной плотности посадки животных смена 1 объема воды в сутки обеспечивает очистку сосудов от продуктов метаболизма. Насыщение воды

кислородом должно быть не ниже 80 %, содержание аммонийного азота - не более 0,2-0,3 мг/л. На первой стадии развития осевшей молоди в качестве корма необходимо использовать мелкодисперсный гомогенат макрофитов: цистозира и саргассум, который равномерно осаждается на субстраты. Плотность корма на субстрате должна быть не менее 0,03 мг/см², толщина его слоя - не более 1 мм. В противном случае молодь как бы «утопает» в нем и его потребление снижается.

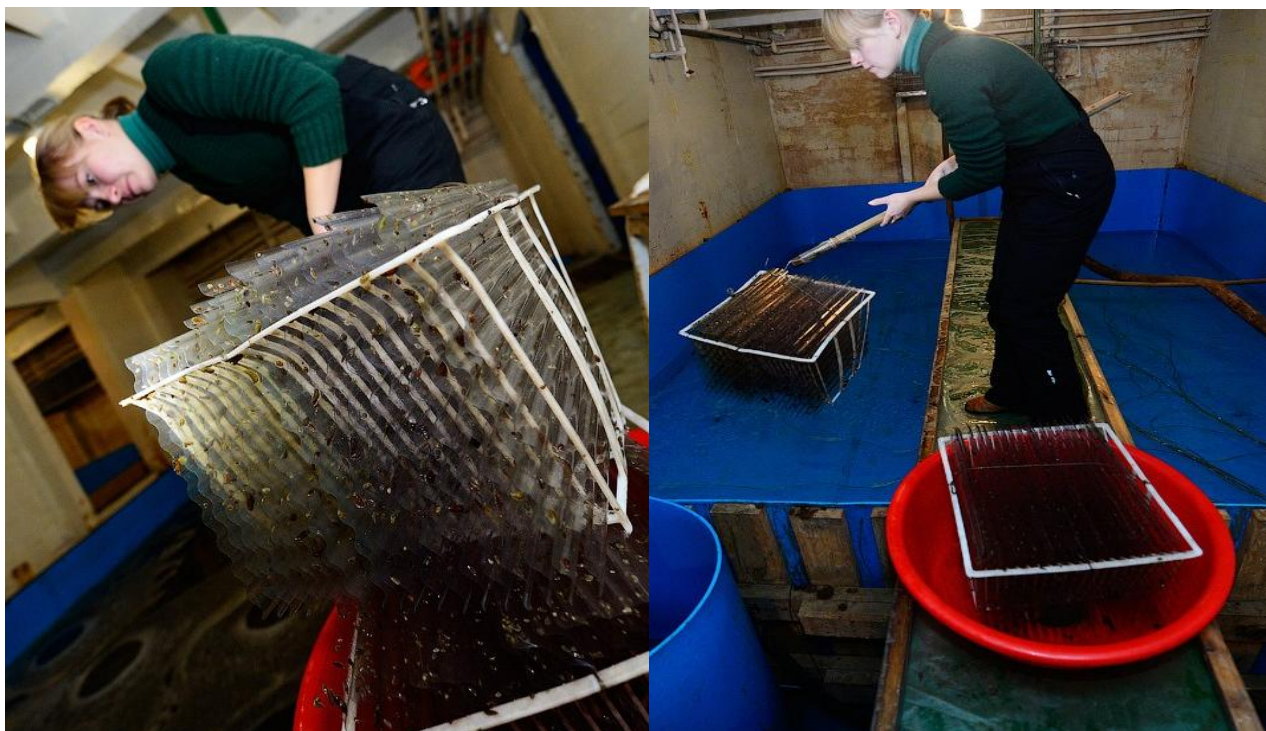


Рисунок 16 – Перенос осевшей на субстрат молоди дальневосточного трепанга в свободные ёмкости

Потребность в корме возрастает по мере роста молоди. Для молоди с длиной тела до 2 мм корм подается в сосуды из расчета 25-30 г гомогената на субстраты общей площадью 80 м². При длине тела молоди 2-4 мм ежедневная подача возрастает до 50 г; при длине тела молоди свыше 5 мм по мере роста ежедневное количество корма постепенно увеличивается до 100 г. При достижении молодью трепанга длины более 6-8 мм в качестве корма используются детрит или комбикорма. Детрит можно заготавливать путем сбора на специальные коллекторы-

седиментаторы (ловушки детрита) в районах, где идут активные процессы осадкообразования, либо в районах подвесных плантаций культивируемых моллюсков. Собранный корм можно заготавливать впрок, для этого его необходимо высушивать при температуре 70 °С и хранить в герметичной упаковке.

Специализированные комбикорма для выращивания молоди трепанга разработаны за рубежом. В нашей стране они также прошли испытания и показали хорошие результаты. Комбикорма перед подачей необходимо предварительно замачивать в морской воде. Во время подачи корма его следует тщательно перемешать и затем через сито с размером ячеей 100 мкм равномерно распределить по всей поверхности выростного сосуда (рисунок 17).



Рисунок 17 – Кормление молоди дальневосточного трепанга в НПЦМ «Заповедное»

Для более равномерного распределения корма при его подаче необходимо слегка перемешивать верхний слой воды в бассейне. При кормлении молоди проток воды в бассейнах и ее аэрирование прекращаются на 1,0-1,5 ч.

Освещение в цехе должно быть минимально возможное для выполнения производственных операций. При выращивании молоди большое значение имеет доступность корма. На стандартные кассеты с гофрированными пластинами в среднем оседает 18 % от вносимого в бассейны корма, который и является доступным для молоди. Большая его часть (80 % и более) осаждается на дно сосудов, и незначительная — на стенки. На одну пластину оседает порядка 0,15 г корма, или 0,05 мг/см². Данная концентрация корма обеспечивает нормальное развитие и рост молоди размером до 1 см и весом до 30-50 мг при плотности животных 160-170 экз. на пластину (530-550 экз./м²).

При достижении 10-15 % особей размера 1 см и выше плотность корма необходимо увеличивать до 0,075 мг/см². Когда 70-80 % молоди достигают размера свыше 1 см, плотность корма на пластине следует довести до 0,1 мг/см². Указанные концентрации корма обеспечивают нормальное развитие и рост молоди при плотности на одну пластину не более 100 экз., или порядка 330 экз./м².

Следует учитывать, что осевший на пластины корм в течение суток выедается не полностью, поэтому регулярно вносимое его количество должно корректироваться. Для оценки количества корма субстраты необходимо ежедневно осматривать, и только в случае 70-80 % его потребления можно вносить в сосуды новую порцию. Накопившийся на дне бассейнов корм довольно быстро разрушается, что приводит к загрязнению воды. Поэтому необходимо следить за состоянием дна бассейнов и своевременно очищать его (не реже одного раза в два дня).

При культивировании трепанга в заводских условиях необходимо определять размер и численность выращиваемой молоди. Численность молоди определяется путем подсчета на 6-10 случайно выбранных пластинах из каждого бассейна, на дне, стенках и мягких субстратах - с помощью рамок площадью 10 x 10 и 25 x 25 см (рисунок 18).



Рисунок 18 – Осевшая на субстрат молодь дальневосточного трепанга

Недопустимо выращивать молодь с плотностью 500 экз./пластину и более даже в течение 5-7 суток с момента оседания. В случае высоких концентраций ее необходимо разреживать. Отставание в росте молоди может составлять 2-3 раза (рисунок 19).



Рисунок 19 – Разноразмерная молодь дальневосточного трепанга

Адаптация молоди к условиям района расселения. Расселение трепанга для дальнейшего выращивания в море проводится при достижении молодью размера 1,5-3,0 см с учетом требований к участкам для расселения (рисунок 20).



Рисунок 20 – Подрощенная молодь дальневосточного трепанга

Кроме биотических и абиотических факторов, при подборе участков для расселения необходимо учитывать близость их к предприятию по выращиванию молоди, что позволяет уменьшить время транспортировки и благоприятно сказывается на выживаемости молоди. В зависимости от гидрологических условий района расселения это происходит в октябре - начале ноября. Перед расселением проводится адаптация молоди к температурным условиям района обитания. В зависимости от придонной температуры воды на участке расселения трепанга определяются период адаптации животных и скорость понижения температуры. Как правило, в период расселения молоди температура воды на дне составляет 5 °С - 10 °С.

Температура воды при выращивании молоди в заводских условиях составляет около 20 °С. Наиболее приемлемым способом адаптации животных к указанной температуре является «ступенчатый». На первом этапе температуру воды в бассейнах с трепангом следует понижать на 1 °С - 2 °С в сутки, доводя ее до 10 °С - 15 °С, после чего на втором этапе скорость понижения температуры можно увеличить до 3 °С - 5 °С в сутки. Адаптированная к температуре района расселения молодь с помощью широких мягких кистей смывается с субстратов в те же сосуды, в которых осуществлялось выращивание. В этом сосуде мальки могут содержаться на протяжении 3-5 суток. Скорость потока воды в бассейнах, в которых сконцентрирована молодь, должна быть увеличена до 4-5 объемов в сутки. Затем осевшая на дно и стенки молодь смывается потоком воды через нижнее отверстие бассейнов на сито с размером ячеей 0,5-1,0 мм и концентрируется в одной или нескольких емкостях. Плотность посадки молоди при температуре воды 10 °С и менее не должна превышать 75-100 тыс./м³ (5 кг живого веса на 1 м³). При более высокой температуре воды плотность посадки должна быть уменьшена. Время нахождения молоди в емкостях при указанных параметрах должно составлять не более 3-4 суток.

Непосредственно перед перевозкой к месту расселения молодь смывается через сливное отверстие сосуда и концентрируется (рисунок 21). Затем вся партия молоди взвешивается, из нее отбирается не менее трех выборок, в которых определяются количество и средняя масса животных. Полученные данные пересчитываются на общий вес молоди.

Затем мальки трепанга помещаются на мягкие субстраты площадью 1,5-2,0 м² в количестве 3-5 тыс. экз. на субстрат. Субстраты с молодью размещаются в сосудах с морской водой (3-4 субстрата на 50-литровый сосуд), в которых осуществляется ее доставка к месту расселения. Максимальная допустимая плотность посадки молоди составляет 20 г/л (1 кг/50 л), или 100-200 экз./л (5-10 тыс. экз./50 л). Молодь рассаживают на отгороженные участки с анфельцией. Рост и питание молоди трепанга в море продолжается всю зиму, и годовики в естественных условиях вырастают до 15-20 мм.



Рисунок 21 – Сбор трепанга для расселения с помощью насоса

Весь цикл развития трепанга от оплодотворения до появления жизнестойкой молоди длится 13-17 суток, а со стимуляцией производителей 40-50 суток. Темп роста и развития личинок трепанга, полученных от одних и тех же производителей и развивающихся при сходных условиях, неодинаковый, и метаморфоз у них наступает не одновременно. Так, первые экземпляры осевшей молоди появляются на 13-17-е сутки, а последние - на 21-23-е сутки.

Используя теоретический материал, нормативы культивирования дальневосточного трепанга свести в таблицу 1.

Таблица 1 - Нормативы культивирования дальневосточного трепанга

Показатели	Норматив

Вопросы для самопроверки:

1. Назовите объекты помысла голотурий.

2. Какова биология дальневосточного трепанга?
3. Перечислите особенности жизненного цикла и размножения дальневосточного трепанга.
4. Какими способами можно получать молодь трепанга?
5. Какие методы стимуляции нереста трепанга используются при искусственном разведении?
6. Какие условия необходимо соблюдать при выращивании молоди дальневосточного трепанга в искусственных условиях?

2 Лабораторная работа № 2

Культивирование морских и пресноводных креветок

Цель: изучить методику культивирования ракообразных на примере морских и пресноводных креветок. По таблицам и рисункам познакомиться с биологией промысловых креветок.

Материалы и оборудование: плакаты, фотографии, модели оборудования.

Задание:

1. Познакомиться с особенностями биологии, экологии, распространения морских и пресноводных креветок, законспектировать материал и зарисовать промысловые виды креветок.

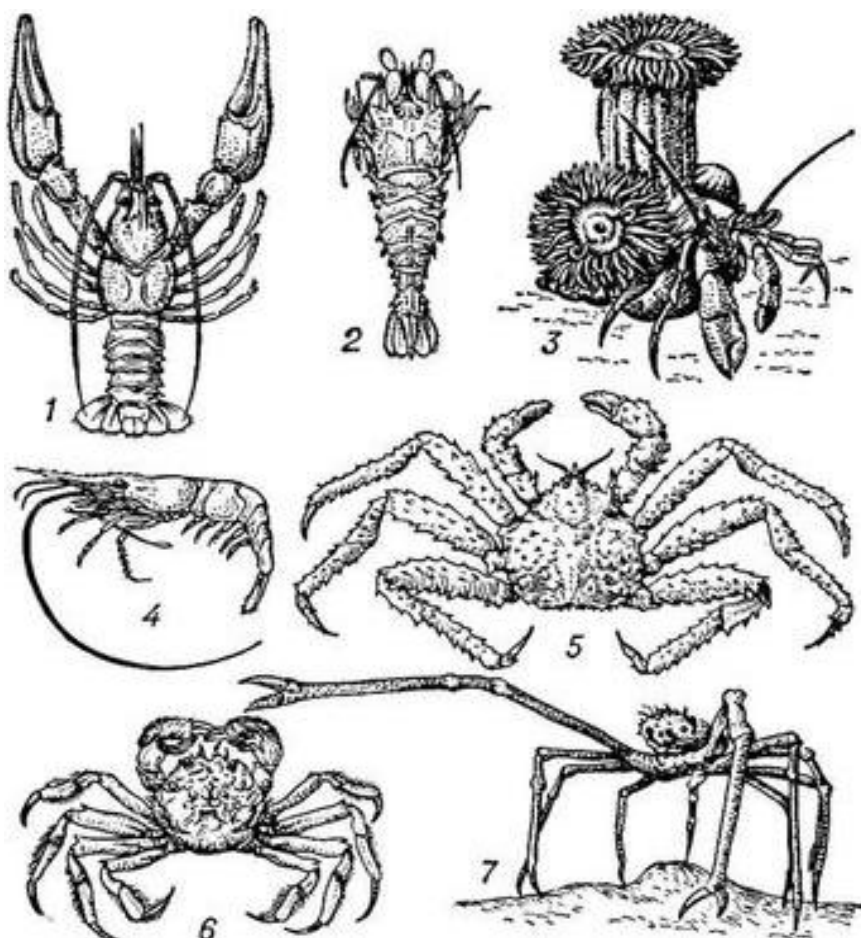
2. Изучить технологию культивирования морских и пресноводных креветок. Законспектировать материал, свести в таблицу нормативы культивирования гигантской пресноводной креветки.

Теоретический материал

Из всех ракообразных «десятиногие» издавна пользуются наиболее широкой известностью. Общее число видов отряда десятиногих достигает 8500 (рисунок 22). Отряд десятиногих ракообразных разделяется на два подотряда, Dendrobranchiata и Pleocyemata. В состав Dendrobranchiata входят разнообразные (но не все) креветки. В состав Pleocyemata входят все остальные десятиногие ракообразные (в том числе и настоящие креветки).

Penaeidae - это семейство морских ракообразных из подотряда Dendrobranchiata. В это семейство входит множество экономически значимых видов, таких как тигровая креветка, банановая креветка, белоногая креветка, атлантическая белая креветка и индийская креветка. Многие креветки являются объектом промышленного рыболовства и выращивания, как на морских, так и на пресноводных фермах.

Креветки, или настоящие креветки (Caridea) — инфраотряд подотряда Pleocyemata. Они широко распространены по морям всего мира, многие виды освоили пресные воды. Размер взрослых особей разных представителей варьирует от 2 до 30 см. В морях Дальнего Востока России фауна креветок насчитывает более 100 видов. Многие представители этой группы — объекты промышленного лова. Популярные объекты разведения подотряда Pleocyemata — гигантская пресноводная креветка, травяная креветка.



1 — узкопалый речной рак; 2 — креветка *Sclerocrangon selebrosa*; 3 — рак-отшельник, живущий в пустой раковине брюхоногого моллюска, с актиниями, сидящими на раковине; 4 — креветка *Pandalus borealis*; 5 — камчатский краб; 6 — китайский краб; 7 — гигантский краб

Рисунок 22 — Разнообразие десятиногих ракообразных

Тело креветок вытянутое, несколько сжато с боков, что связано с приспособлением к активному плаванию. Оно состоит из головогруды, членистого брюшка и конечностей. Головогрудь впереди вытянута в длинный, острый носовой отросток - рострум. У основания рострума по бокам расположена пара сложных (фасеточных) глаз, сидящих на довольно длинных стебельках, - этим обеспечивается их большая подвижность. Головогрудь сверху покрыта крепким хитиновым панцирем, который свисает с боков в виде двух пластинок, прикрывающих жаберные полости (рисунок 23).

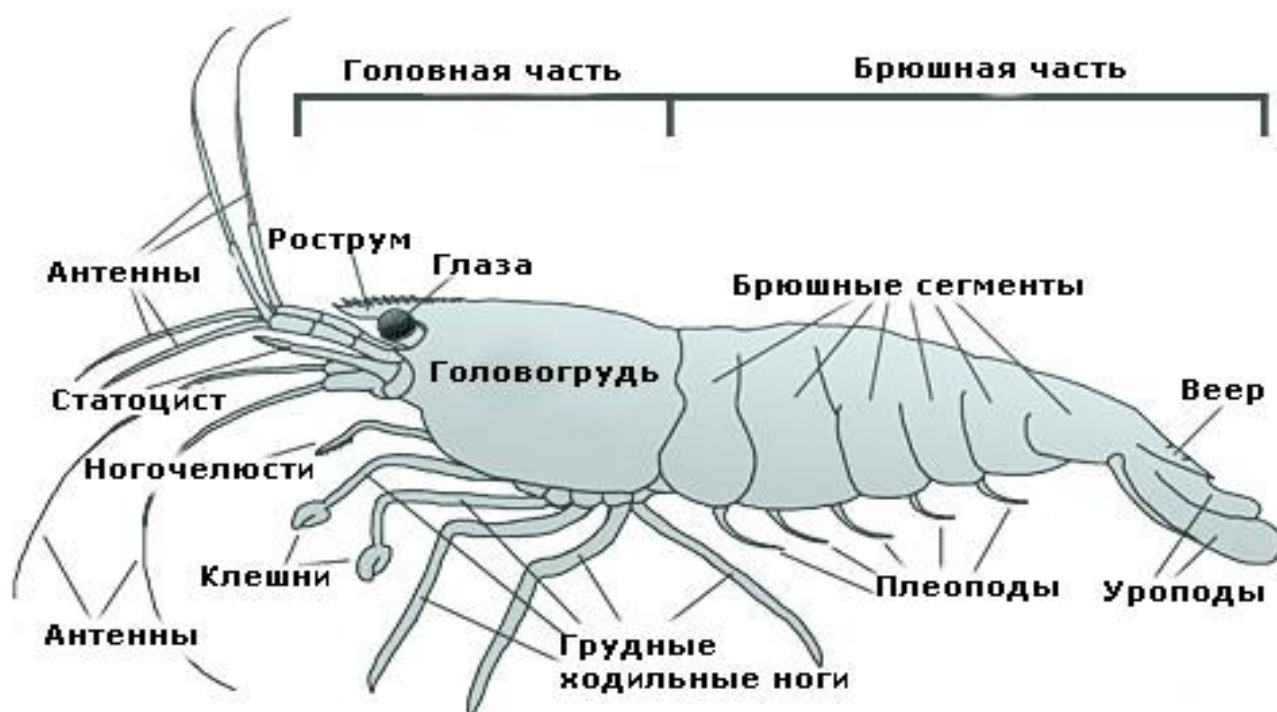


Рисунок 23 – Внешнее строение креветки

В хитиновый покров «одето» и все тело креветки. Это наружный скелет, к которому прикреплены многочисленные мышцы. Чистый хитин - мягкий, эластичный, в нем содержатся углеводы и белки. У креветок он имеется лишь между члениками и на брюшной стороне. В других местах хитин твердый, крепкий, неподатливый, так как пропитан известью. Панцирь не дает организму расти. Поэтому рост совершается периодически, во время линьки, когда креветка

сбрасывает целиком свой хитиновый покров, под которым развивается новый, еще не пропитанный известью мягкий панцирь, способный к растяжению. После отвердения покровов рост приостанавливается до следующей линьки.

Ротовые части креветок миниатюрнее, а ходильные и плавательные конечности стройнее, чем у речных раков. У спокойно плывущих головой вперед креветок брюшко выпрямлено, а у сидящих особей - подогнуто под тело. В момент опасности животные расправляют образованный уроподами и анальной лопастью хвостовой плавник и, резко подгибая брюшко, совершают скачкообразные движения, уплывая головой назад. Как и речные раки, самки креветок вынашивают яйца и молодь на плавательных ножках брюшка.

Культивирование морских креветок. Креветки семейства Penaeidae или пенеидные креветки - типично морские тропические формы, обитающие южнее 30° с.ш. при температуре 15 °С - 33 °С и солености 25-36 ‰ (рисунок 24).

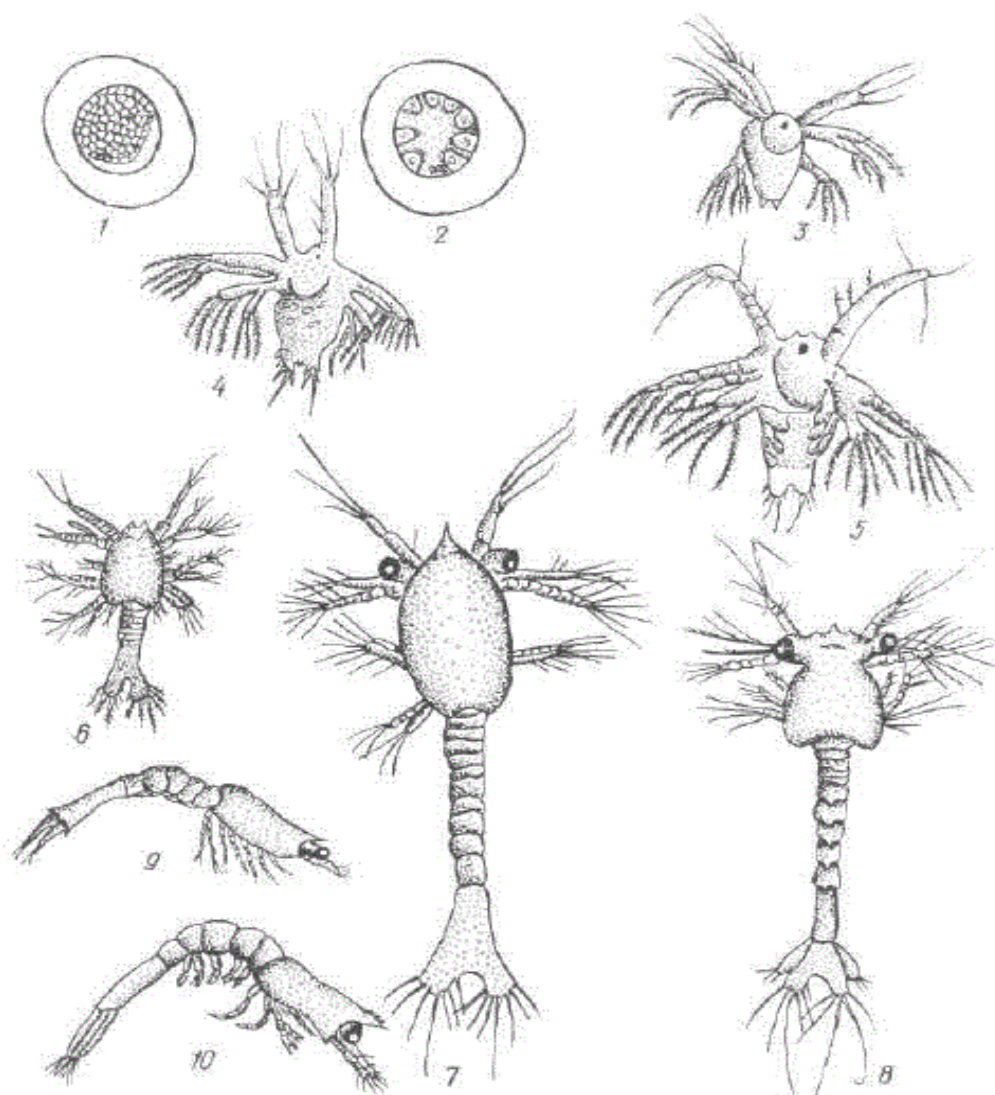
Биотехнологический процесс культивирования пенеидных креветок складывается из следующих этапов: выращивание производителей на креветочных фермах либо их закупка на других хозяйствах; спаривание производителей; содержание оплодотворенных самок в нерестовых емкостях (до вымета яиц); вымет яиц самками; отбор отнерестившихся самок из нерестовых емкостей; подращивание личинок в бассейнах до жизнестойкой молодежи; выращивание молодежи до товарных размеров в прудах, бассейнах, лагунах и специально выбранных естественных выростных участках; отлов товарных креветок; реализация.

В естественных условиях нерест пенеидных креветок проходит с середины мая до конца сентября при солености воды 32-35 ‰ и температуре 25 °С - 29 °С. На нерест они подходят из открытых районов моря к берегам. Оплодотворенные яйца креветок выбрасываются в воду, а через 13-14 суток после нереста из них выходят личинки - науплии. Науплии в течение 36 часов линяют 6 раз и переходят в стадию протозоа, находясь в которой в течение 5 часов также линяют 3 раза. Затем начинается стадия мизид.



Рисунок 24 – Креветки семейства Penaeidae (слева направо): тигровая креветка, белоногая креветка, банановая креветка, атлантическая белая креветка и индийская креветка

Мизиды линяют в течение 5 часов 3 раза и превращаются в постличинку. На этом этапе развития личинки покидают толщу воды и переходят к донному образу жизни. Внешне они похожи на взрослых особей. В стадии протозоа личинки начинают питаться одноклеточными водорослями, мелкими ракообразными. Постличинки питаются мелкими бентосными организмами и растениями (рисунок 25).



1 — яйцо (ранняя стадия); 2 — яйцо (поздняя стадия); 3 — науплиус I; 4 — науплиус II; 5 — науплиус III; 6 — протозоа I; 7 — протозоа II, 8 — протозоа III; 9 — мизида; 10 — постличинка

Рисунок 25 – Развитие пенеидных креветок

Личинки креветок заносятся в солоноватые лагуны, заливы, где они растут. Этим пользуются многие хозяйства лагунного типа. Личинки креветок концентрируются у специально поставленных бамбуковых шестов, к которым привязаны связки водных растений, травы. Личинок собирают мелкоячеистыми сетями или сачками, сортируют, укладывают в емкости и отправляют в выростные пруды (рисунок 26). Наиболее продуктивными являются пруды, расположенные непосредственно у моря: продуктивность – 1.100 кг/га.



Рисунок 26 – Ловля личинок креветок

При наличии необходимого количества производителей пенеидных креветок биотехнический процесс будет выглядеть следующим образом. Креветок выращивают до товарного размера в хозяйствах и прибрежной зоне заливов, используя их слабый миграционный инстинкт. Эти креветки созревают и нерестятся в морской воде. Обычно нерест происходит ночью, поэтому в питомниках работы продолжаются круглосуточно. Зрелых самок пенеидных креветок отсаживают в бассейны по 60 штук на 100 л воды. Затем убирают из нерестовиков отнерестившихся или погибших креветок. В таких условиях одна самка может отложить до 300 тыс. яиц (рисунок 27). Гидрохимические показатели

поддерживаются на оптимальном уровне: соленость - 32-35 ‰, температура – 25 °С - 29 °С.



Рисунок 27 – Оплодотворенные икринки креветки

Для стимулирования вымета яйцеклеток пенеидными креветками рекомендуется использовать освещенность, многократно превышающую естественную (в 4 тыс. раз). Причем в качестве стимуляции используют зеленый и голубой цвета. Увеличению плодовитости и стимуляции вымета яиц способствует удаление глазных стебельков и изменение параметров среды выращивания.

Выклюнувшихся личинок креветок подкармливают жгутиковыми и диатомовыми водорослями. Плотность таких кормов (водорослей) должна поддерживаться на уровне 1.000 клеток на 1 мл воды. Мизид кормят науплиями артемии (6 г артемии на 10 тыс. мизид в сутки). Хорошим живым кормом на этой стадии являются коловратки. Через 4 суток мизиды переходят на стадию постличинок. Постличинок содержат в бассейнах, пока они не достигнут массы 0,01-0,02 г. Затем их переносят либо в пруды-теплицы, либо в пруды, лагуны и прибрежные зоны заливов.

Молодь креветок перевозят в 20-литровых пластиковых мешках, куда заливают 8 литров морской воды, насыщенной кислородом. Их размещают в контейнерах, которые устанавливают в машины, и перевозят с помощью холодильных устройств до выростных прудов. Площадь прудов для выращивания креветок - от 0,15 до 8 га. Дно в прудах должно быть песчаным. Чтобы креветки не выпрыгивали из воды, вдоль дамб пруда применяют ограждение в виде нейлоновой сетки. Водоподающие сооружения должны быть оснащены уловителями для предотвращения попадания хищников, сорной рыбы (рисунок 28).



Рисунок 28 – Пруды для выращивания креветок

Молодь креветок переносят в выростные пруды в из расчета 150-180 шт./м². В качестве корма можно использовать мясо двусторчатых моллюсков (30 %) и ракообразных (70 %). Частота кормления зависит от состава задаваемого корма: живой корм задают (до достижения массы 1 г) 2-5 раз в сутки, сухой гранулированный – 4 раза в сутки. Затем молодь кормят только ночью, так как днем она находится в укрытии.

Общий кормовой коэффициент очень высок – на 1 кг прироста креветок требуется 13-14 кг сырого корма или 2-3 кг сухого. В летние месяцы плотность посадки креветок периодически уменьшают до 250 г/м². Обычно креветки массой 1-2 г в прудах через 3-4 месяца достигают конечной массы 20-25 г. Выживаемость в

вырастных прудах – 60 %. Посадка молоди креветок массой 1-6 г повышает выживаемость в прудах до 80-90 %.

Чтобы повысить промысловую продуктивность, в выростные пруды вносят удобрения и стимулируют развитие кормовых планктонных и бентосных организмов. Таким образом, увеличивается биомасса кормовых организмов, которая позволяет повысить плотность посадки личинок до 500 тыс./га.

В условиях жаркого климата существенную роль при содержании креветок имеет гидрохимический режим. В придонном слое прудов накапливаются аммиак, нитратный азот, а в жаркие дни и сероводород. В таких случаях усиливают аэрацию или обрабатывают пруды окисью железа, что способствует превращению ядовитого сероводорода в неядовитое сернистое железо. При выращивании креветок в теплых водах можно получить товарную продукцию около 1,5 т/га. Для этого плотность посадки молоди массой 1-2 г должна составлять 180 тыс. шт./га.

В Черном и Азовском морях обитают весьма перспективные для культивирования в местных условиях креветки рода *Palaemon*: каменная креветка (*Palaemon elegans*) и черноморская травяная креветка (*Palaemon adspersus*) (рисунок 29).



Рисунок 29 – Каменная креветка и черноморская травяная креветка

В ходе двухлетнего биологического цикла они достигают длины 5-8 см, массы 1,5-2 г. Эти виды эвригалинны и эвритермны. Хорошо переносят сезонные изменения температуры от 0 °С до 30 °С и солености от 3 до 30 ‰. Икру откладывают 3-4 раза за лето при температуре 15 °С - 20 °С и солености 9-25 ‰.

Начаты эксперименты по культивированию в нашей стране холодноводных креветок, обитающих в прибрежных водах Дальнего Востока. Из них наиболее ценная — травяной шримс (*Pandalus lalirostris*). Эта типичная морская креветка длиной до 13 см и массой до 16 г переносит воду соленостью 11-50 ‰, но размножается при солености 24-35 ‰ (рисунок 30). Что особенно важно, у нее широкий диапазон приспособления к изменению температуры воды, в котором она сохраняет жизнеспособность. Так, при постепенном снижении температуры воды до 2,5 °С креветка теряет активность, а при 1 °С активность и потребность в пище восстанавливаются. В диапазоне температур 10 °С - 23 °С физиологические процессы протекают нормально. Эти креветки очень чувствительны к недостатку кислорода. При содержании молоди в осолоненных лиманах или садках за два лета и одну зиму креветки достигают товарной массы 5-8 г.



Рисунок 30 – Травяной шримс

Культивирование пресноводных креветок. Пресноводных креветок издавна выращивали в районах их естественного распространения - странах Юго-Восточной Азии. Изначально применялись экстенсивные методы: молодь креветок вылавливали в реках и эстуариях сетями или на связки травы и веток, в которых они прятались. Затем пойманную молодь помещали в небольшие пруды или на рисовые чеки. В пруды вносили известь и удобрения, иногда там одновременно выращивали и рыбу. Креветки в основном питались зообентосом, иногда их подкармливали отходами от переработки рыбы, гнилыми овощами и т.д. Выращенных креветок вылавливали сетями или собирали при спуске воды. Урожаи при этом обычно составляли 100-200 кг/га. Таким образом выращивали креветок в Индии, Индонезии, Таиланде, Малайзии, Филиппинах и других странах этого региона. Но в настоящее время природные запасы креветок в этих густонаселенных странах в значительной степени подорваны из-за перелова и особенно загрязнения, что делает затруднительным вылов посадочного материала в естественной среде.

Основной объект разведения в мировой аквакультуре – **гигантская пресноводная креветка (*Macrobrachium rosenbergii*)**, которая также известна как гигантская речная или малазийская креветка (рисунок 31). На сегодняшний день этот вид получил широкое распространение благодаря высоким вкусовым качествам, питательности мяса, диетической ценности (в мясе содержится около 35 % легкоусвояемого белка).

Гигантская пресноводная креветка легко размножается в искусственных условиях, отличается высоким темпом роста и относительно несложным циклом выращивания. При оптимальных условиях креветка достигает массы 50 г за 5 месяцев выращивания, 150 г за год. Самцы заметно превосходят самок по размеру, достигая максимальной длины 32 см, масса 250 г, длина самок не превышает 28 см и массы 200 г (рисунок 32).

У этого вида очень длинный рострум, выгнутый вверх, на дорсальной стороне которого обычно 11-14 шипов, на вентральной – 8-10. По бокам от основания рострума расположены стебельчатые глаза. Две передние пары ходильных ног

превращены в клешни, которые они используют для захвата пищи, обороны, очистки поверхности тела. У самцов клешни гораздо крупнее, чем у самок.



Рисунок 31 – Гигантская пресноводная креветка (*Macrobrachium rosenbergii*)



Рисунок 32 – Самец и самка гигантской пресноводной креветки

Окраска у гигантской креветки достаточно разнообразна, но чаще преобладают серо-зеленые и голубоватые тона. Большое значение имеет способность креветки менять свой цвет в зависимости от окружающего фона.

Жизненный цикл креветки включает четыре стадии: икра, личинка, постличинка, взрослая особь. Все стадии проходят в солоноватой воде, а развитие и рост взрослых особей – в пресной (рисунок 33).

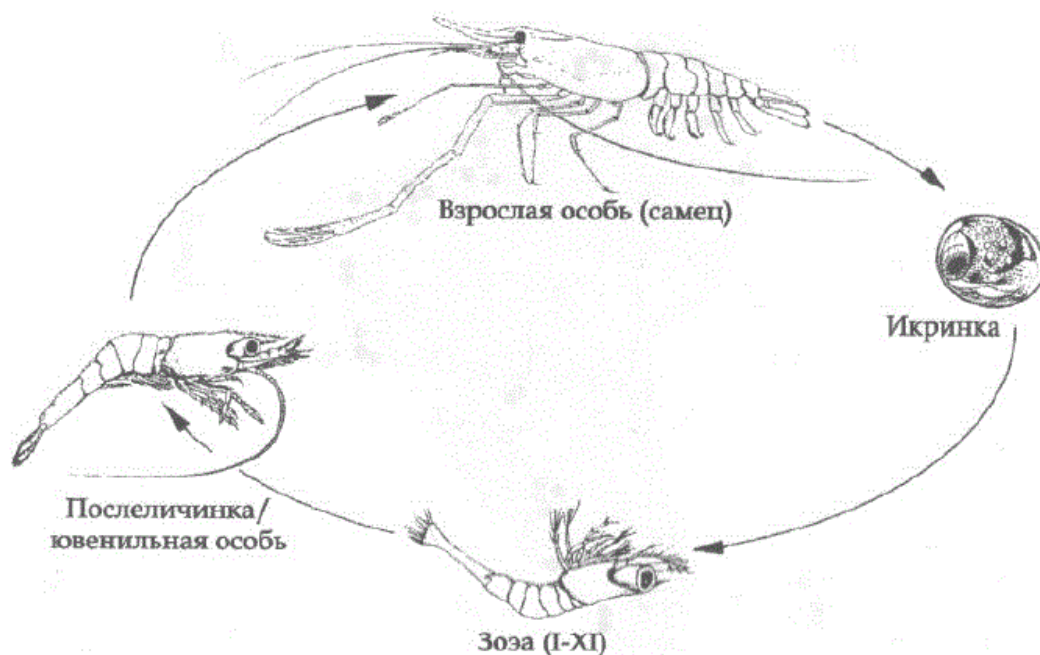


Рисунок 33 – Жизненный цикл гигантской пресноводной креветки

Биотехника выращивания пресноводных креветок включает следующие этапы, обладающие специфическими особенностями в отличие от этапов выращивания пенеидных креветок: содержание производителей; вылупление личинок; выращивание личинок до ювенильной стадии; выращивание молоди до товарных размеров; одногодичное выращивание молоди до массы 60 г; двухгодичное выращивание молоди до товарной массы 150 г.

В биотехнологическом процессе культивирования креветок необходимо учитывать сроки и период выхода яиц на плеоподы самок, плодовитость,

длительность инкубационного периода (с момента откладки яиц на плеоподы самки до вылупления эмбрионов), величины потерь яиц за этот период, интенсивность и периодичность вылупления личинок, сроки и продолжительность их линек, переход на самостоятельное питание, а также специфику выростной среды для разных стадий личиночного метаморфоза и созревания производителей.

Отбору производителей должно уделяться особое внимание. Доказано, что крупные самки дают потомство лучшего качества, чем мелкие, - в первом случае крупнее икра и выше выживаемость личинок. Поэтому для маточного стада рекомендуется отбирать самок массой не менее 100 г.

Лучшие самцы-производители - крупные, с синими клешнями. Оптимальное соотношение самцов и самок в маточном стаде - 1:4 (5). При содержании маточного стада в прудах (что приемлемо для стран с тропическим климатом) должны поддерживаться оптимальные условия - невысокая плотность посадки (не более 2 экз./м²), кормление высококачественными кормами, соблюдение оптимального кислородного и гидрохимического режима (рисунок 34).

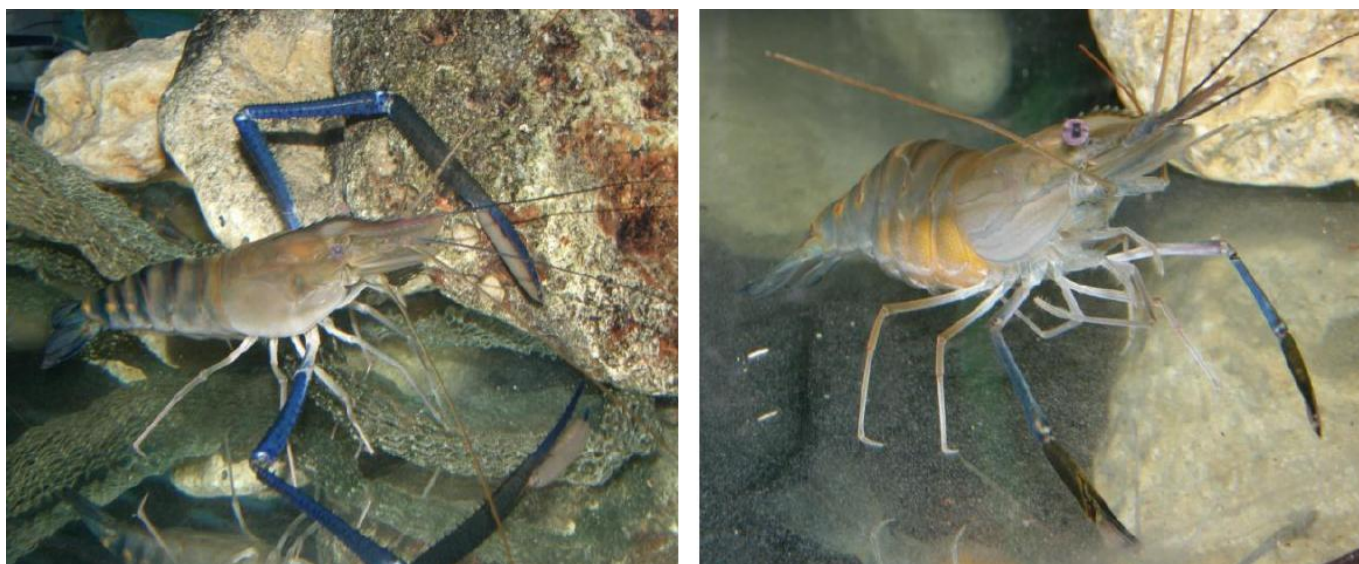


Рисунок 34 – Взрослые особи гигантской пресноводной креветки: самец и самка

Индивидуальная плодовитость самок также как и наступление половой зрелости зависит не от возраста, а от размера и особенно от массы. Более крупные

самки откладывают больше икры и лучшего качества - отдельные икринки более крупные, меньшее их число погибает за время инкубации. Самки *Macrobrachium rosenbergii* длиной 12-13 см откладывают в среднем 10-30 тыс. икринок, длиной 16-18 см - 60-70 тыс., 20-25 см - 100-120 тыс. и больше. Среднее число яиц на 1 г массы тела довольно постоянно и составляет 1.132.

В странах с умеренным климатом производителей приходится содержать в закрытых отапливаемых помещениях, по крайней мере, в холодное время года. Поскольку такое содержание обходится достаточно дорого, требования к производителям ожесточаются, маточное стадо стараются уменьшить, насколько это возможно. Один из путей сокращения маточного стада - уменьшение необходимого числа самок путем синхронизации нереста, что позволяет одновременно получить максимальное количество личинки (важно для районов с умеренным климатом, где посадка креветок в пруды для товарного выращивания производится в строго определенное время).

Разведение гигантской пресноводной креветки начинают с отбора производителей. Для одной пары производителей достаточно аквариума или лотка вместимостью 60 л. Зрелых самцов содержат отдельно от самок и друг от друга - по одному на аквариум. Совместное содержание не рекомендуется, так как при появлении линяющих особей возможен каннибализм. В связи с этим линяющих самцов необходимо отсаживать на 2-3 часа (пока не окрепнут хитиновые покровы) в отдельные аквариумы. Самок, недавно полинявших, сажают в аквариум к самцу, где в течение 24 часов происходят спаривание и оплодотворение икры. Самок с яйцами содержат отдельно в аквариумах-нерестовиках вместимостью 50-100 л (рисунок 35).

Синхронизация нереста может быть достигнута содержанием самок в течение двух недель при пониженной до 24 °С температуре и затем повышением температуры до оптимальной - 28 °С. Другой путь сокращения маточного стада - уменьшение числа самцов за счет применения искусственного оплодотворения и стимуляции эякуляции. Опыты по электростимуляции эякуляции показали, что один самец в течение четырех недель может оплодотворить до 49 самок, причем один сперматофор при искусственном оплодотворении может быть использован для

нескольких самок. Электростимуляция оказывает вредное влияние на креветок - возможно возникновение язв и некроза мышц абдомена, - поэтому должна проводиться осторожно и не чаще, чем через 12 часов.



Рисунок 35 – Ёмкости для выдерживания производителей креветки

Оплодотворенных самок гигантской креветки *Macrobrachium rosenbergii* содержат сначала в пресной воде, а затем соленость постепенно доводят до 8-15 ‰. Температура в этот период: 28 °C - 30 °C, pH - 7,5-8,0. Яйца остаются прикрепленными к самке и развиваются в течение 16-20 суток. На двенадцатый день развития окраска яиц меняется от оранжевой до палевой. Затем яйца приобретают серый (стальной) оттенок, после чего начинается вылупление личинок (рисунок 36).

Во время развития яиц следует аэрировать воду в нерестовике. Как только цвет яиц изменится от оранжевого до серого, в аквариум добавляют 5 % морской воды, доводя соленость с 8 ‰ до 12 ‰, что способствует лучшему выходу личинок. Для их выращивания используют садки размерами 0,5х0,7х2-3 м с небольшим уклоном дна в сторону стока либо лотки с замкнутой системой водоснабжения. Оптимальная температура воды равняется 26 °C - 28 °C, pH - 7-8, соленость - 12-15 ‰. Воду постоянно аэрируют и частично меняют каждые 10 суток. Вода не должна содержать хлора.



Рисунок 36 – Самка гигантской пресноводной креветки с кладкой яиц на разных стадиях развития

В течение 5 суток личинки проходят метаморфоз (рисунок 37). Длина личинок при выклеве 1,7-2,2 мм, масса 0,15-0,20 мг. Вылупившихся личинок содержат при температуре 28 °С - 30 °С и солености воды 12-15 ‰. Выход личинок составляет в среднем 70 %. По мере роста молоди соленость воды снижают и доводят ее до 2 ‰, то есть продолжают выращивать в слабосоленой или пресной воде. Плотность посадки личинок – не более 30 экз./л.

Выращивание личинок гигантской пресноводной креветки в искусственных условиях достаточно сложно из-за особенностей их биологии: мелких размеров, неспособности к активному поиску пищи, частых линек и высокой чувствительности ко всем параметрам среды (температура, соленость, pH, содержание кислорода, загрязнения и т.д.).

В настоящее время применяются несколько способов выращивания личинок гигантской пресноводной креветки, среди которых наибольшее распространение получили вариации двух основных методов: чистой воды и зеленой воды. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки и применяется в соответствии с конкретными условиями.

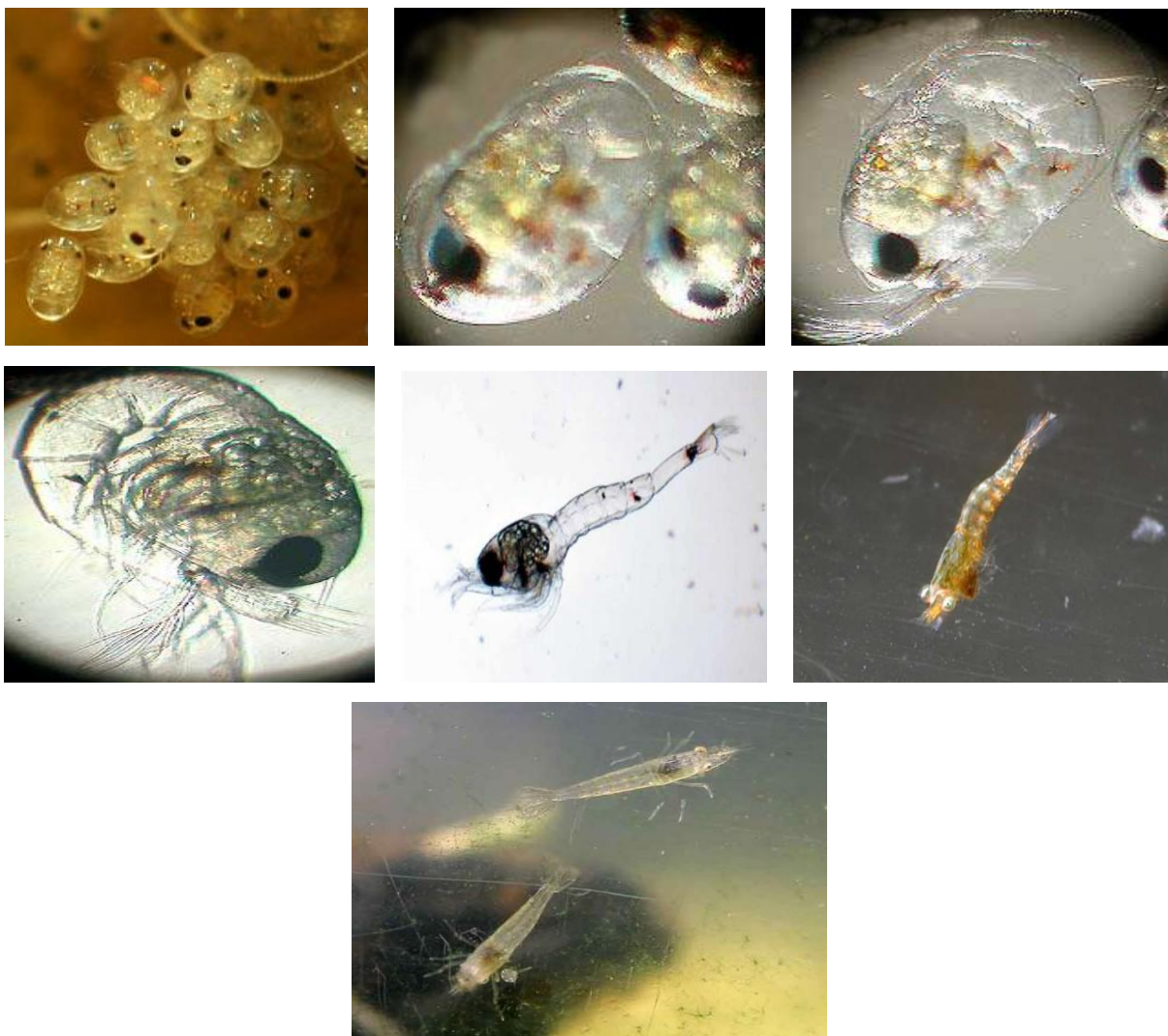


Рисунок 37 – Личиночное развитие гигантской пресноводной креветки: стадии зоза и постличинки

Если креветочная ферма расположена недалеко от моря и есть возможность неограниченного использования чистой морской воды, применяют способы с большим расходом воды: в емкостях, где выращиваются личинки, ежедневно заменяется до 100 % воды, плотность посадки небольшая. Иногда бассейны для выращивания личинок размещают под открытым небом, что возможно только в странах с тропическим климатом, т.к. в этом случае суточные колебания температуры могут оказать на личинку неблагоприятное воздействие. Для уменьшения температурных колебаний емкости с личинками иногда помещают в бассейны большего объема, через которые идет постоянный проток воды.

Выживаемость личинок при таких условиях может сильно колебаться от 20 до 90 %. Чаще всего подобные методы выращивания личинок используют в странах традиционного разведения креветок в относительно небольших креветочных хозяйствах (рисунок 38).



Рисунок 38 – Метод чистой воды при выращивании личинок креветок

Более стабильные результаты дает метод "зеленой воды", разработанный в начале 60-х годов прошлого века и впервые позволивший достичь успехов в массовом выращивании креветок. При этом способе часть воды в емкости с личинкой регулярно заменяется "зеленой водой" с высоким содержанием фитопланктона (около 1 млн. клеток на литр), состоящего в основном из зеленых водорослей, особенно морской хлореллы. Чтобы вызвать цветение воды, ее удобряют суперфосфатом, мочевиной и фекалиями рыб.

Иногда используют монокультуру морской хлореллы, в этом случае для предотвращения развития других водорослей раз в неделю в емкость с личинкой добавляют 0,5 % раствор медного купороса. Использование "зеленой воды" позволяет улучшить качество воды за счет быстрого поглощения водорослями аммония, даже если он присутствует в опасных для личинки концентрациях (0,6

мг/л). Личинки креветок не могут переваривать фитопланктон, даже если заглатывают его, но водоросли могут служить пищей науплиям артемии, которыми питаются личинки. Предполагается, что "зеленая вода" может способствовать лучшему захвату пищи личинками (рисунок 39).



Рисунок 39 – Метод «зеленой воды» при выращивании личинок креветок

При использовании метода "зеленой воды" увеличивается выживаемость на 10-20 % и выход личинки (19 экз./л в "зеленой воде" против 9,5 экз./л в "чистой"). Но этот метод имеет и свои недостатки: параметры среды недостаточно контролируемы, рН может повышаться до 9,9-10,5 (для личинки летально).

Иногда используют комбинацию этих двух методов. Например, на Гавайях большинстве питомников применяют «полупроточную» систему выращивания личинок: ежедневно в емкостях с личинками половину воды подменивают "зеленой". При такой системе очистки воды не наблюдается опасных уровней неорганических токсинов, пестицидов или тяжелых металлов. Также и основные метаболические токсины, аммиак, нитраты и нитриты не успевают накапливаться до опасных уровней (соответственно 10 мг/л и 2-3 мг/л) из-за своевременной подмены воды и жизнедеятельности фитопланктона.

Личинки часто болеют грибковыми заболеваниями. Хорошим средством для борьбы с заболеваниями является шестичасовая обработка личинок раствором малахитового зеленого (0,2 мг/л). У подрастающих креветок проявляется каннибализм, поэтому при выращивании требуется значительное количество сбалансированных кормов. Необходимы постоянный контроль качества выростной среды и применение профилактических мер борьбы с заболеваниями.

Личинок *Macrobrachium rosenbergii* начинают кормить в возрасте 2-3 суток. В течение первых 2 недель их кормят 3 раза в сутки, в последующий период выращивания корм задают 4 раза днем и 1 раз ночью. Кормят планктонными ракообразными или науплиями артемии. На 60 тыс. личинок ежедневно в течение первых 3-4 суток дают по 1 чайной ложке декапсулированных яиц артемии, а в течение последующих 30 суток выращивания - по 1,5 чайной ложки яиц артемии. Кормом для личинок может служить мясо рыб и ракообразных, вареные растертые яйца, яичный паштет и икра сорных рыб. Корм варят, протирают через сетку с определенным размером ячеек и скармливают личинкам. Икру сорных рыб освобождают от пленки, несколько раз промывают в чистой воде, а затем мелкую икру скармливают младшим, а крупную икру – старшим возрастным группам личинок. Дневной рацион составляет около 30 % от массы личинок.

Первые постличинки появляются обычно к двадцать пятому дню выращивания, и примерно в течение недели 90 % личинок проходят метаморфоз (рисунок 40). Выход постличинок – 30 %. При коммерческом выращивании невыгодно держать личинок дольше этого времени, и обычно на 30-35 день выращивания проводят сбор постличинок.

Разделение личинок и постличинок основано на различиях в их поведении - личинки плавают в толще воды, а постличинки большую часть времени проводят на дне. Личинок обычно вычерпывают из верхних слоев воды, а постличинок сливают вместе с донными слоями воды.

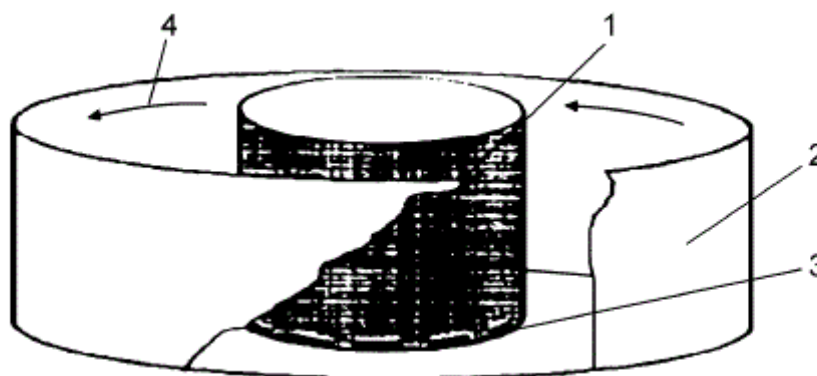


Рисунок 40 – Постличинки гигантской пресноводной креветки

Разработаны и специальные устройства для отделения постличинок. Например, в воронковидном устройстве используются различия в образе жизни, отношении к свету, турбулентности и другие факторы различия между личинками и постличинками. Эффективность этого устройства – 95 % за 24 часа. Другое устройство представляет собой пластмассовый цилиндр, состоящий из двух емкостей, расположенных одна внутри другой, более светлая – снаружи. Дно темной внутренней емкости вогнуто, а в нижней части ее стенок сделаны проходы для постличинок 0,5 см высотой. За счет работы насоса в наружной емкости создается вращательный ток воды, и постличинки опускаются на дно и собираются во внутренней емкости, а личинки остаются в верхних слоях наружной емкости (рисунок 41).

После отделения от личинок постличинок обычно в течение двенадцати часов адаптируют к пресной воде, а затем помещают их в земляные пруды для выращивания или подращивают в специальных емкостях. Перевозят постличинок в полиэтиленовых пакетах при плотности 300 шт./л, если перевозка длится меньше су-

ток, и 100 шт./л, если дольше суток, при этом желательна аэрация или заполнение части объема пакета кислородом.



1 - темная внутренняя емкость; 2 - светлая наружная емкость; 3 - проходы во внутреннюю емкость; 4 - направление тока воды

Рисунок 41 – Устройство для отделения постличинок от личинок

Обычно в странах с тропическим климатом постличинок помещают сразу в земляные пруды для товарного выращивания, при этом в первое время обычна довольно высокая смертность, которая может быть уменьшена при соблюдении оптимальных условий по всем параметрам выращивания.

В странах с умеренным климатом, где сезон выращивания ограничивается несколькими месяцами, постличинок подращивают в контролируемых условиях в течение одного-трех месяцев. При этом начальная плотность посадки обычно бывает 1.000-1.500 экз./м² по мере роста ювенильных креветок она уменьшается до 300-500 экз./м². Значительной проблемой при таких высоких плотностях посадки становится каннибализм. Для его уменьшения рекомендуется применять избыточное кормление полноценными кормами, но главное - наличие убежищ. В качестве убежищ могут быть использованы пучки нитей, лучше зеленого или коричневого цвета.

Обычно для посадки в пруды молодых креветок подрашивают до массы 1-3 г. При таких размерах смертность за время выращивания до товарного размера обычно не превышает 10 %.

Для товарного выращивания креветок обычно используют земляные пруды различной площади - чаще всего от 0,1 до 1,0 га, и глубиной 0,7 - 1,5 м. В прудах оставляют илистое дно и сооружают цементные стенки. Желательна, чтобы дно прудов было достаточно плодородным - это необходимо для развития естественной кормовой базы и дает возможность снизить количество корма и удобрений (рисунок 42). Высшая водная растительность не должна занимать более 20 % площади пруда. Наличие убежища на дне прудов в виде, например, пучков веток, способствует лучшему выживанию креветок.



Рисунок 42 – Пруды выращивания креветок

Возможно выращивание креветок и в прудах с твердым дном, в этом случае естественная кормовая база не развивается и должно быть в соответствии с этим увеличено количество корма. Лучшему росту креветок способствует небольшой

проток воды, но и выращивание в непроточных прудах при восполнении испаренной воды, также дает хорошие результаты. Температура воды не должна падать ниже 20 °С, иначе прекращается питание креветок и могут возникнуть различные заболевания, а при температуре ниже 13 °С наблюдается массовая гибель. Верхний предел температуры - 36 °С, а оптимальны для роста и развития креветок температуры в пределах – 28 °С - 32 °С. Содержание растворенного в воде кислорода не должно быть менее 5 мг/л, уровни нитритов и нитратов не должны превышать соответственно 16 и 160 мг/л.

Постличинки потребляют мелких олигохет, хирономид, а также задаваемый корм. Днем постличинок кормят 2 раза сухими кормами, а ночью - живыми. Если есть в наличии растительные корма, то их задают 1 раз в 2 дня. Через 2 месяца постличинки вырастают длиной 5 см и готовы к переводу в большие выростные пруды. Осушение ложа пруда и его дезинфекция до и после использования предупреждают инфекционные и паразитарные заболевания креветок.

Водовпускные и водовыпускные сооружения оснащают сетками для защиты от хищников. Вода в водоемах, где проводят выращивание креветок, должна постоянно заменяться. Для развития фитопланктона, зоопланктона и бентоса рекомендуется ежемесячно вносить в пруд органические удобрения (200 кг/га коровьего навоза) и известь (10 кг/га). В качестве корма при выращивании товарных креветок в больших выростных прудах используют животные корма: мясо сорных рыб, моллюсков, земляных червей, мясные и рыбные отходы, насекомых, куколку тутового шелкопряда; растительные: дробленый рис, отходы фруктов.

Суточный пищевой рацион состоит на 75 % из искусственного и на 25 % из естественного корма и составляет от общей массы креветок. Одна половина рациона задается в утренние часы, вторая - в послеобеденные часы. Корма раскладывают на кормушках, которые размещают вдоль двух сторон пруда. На мелких местах для линяющих особей создают убежища из веток, черепицы, раковин.

Креветки чувствительны к недостатку растворенного в воде кислорода, поэтому определять его содержание необходимо регулярно. При оптимальных условиях выращивания молодь креветок размером 5 см и массой 1-2 г достигает

товарной массы 50 г за 5-6 месяцев, что позволяет в условиях тропиков получать два урожая в год (рисунок 43). Креветок товарного размера можно выращивать на рисовых чеках.



Рисунок 43 – Гигантская пресноводная креветка товарного размера

Наиболее интенсивные методы выращивания креветок возможна при их культивировании на тепловодных хозяйствах, использующих водоемы-охладители ТЭЦ или геотермальные воды и имеющие возможность круглый год поддерживать температуру воды на нужном уровне. Даже без дополнительного кормления, только на естественной кормовой базе на теплых водах ТЭЦ возможно получение до 1 т/га/год при массе 40- 60 г.

При монокультуре креветок возникают проблемы экологической нестабильности в прудах - часто происходит излишнее развитие планктонных водорослей и нитчатки, в результате чего ухудшается кислородный режим. Креветки используют только дно пруда, а вся толща остается незанятой. Кроме того, при высоких плотностях посадки, применяемых при монокультуре, значительная

часть креветок не достигает товарного размера. Эти проблемы в значительной степени могут быть разрешены при выращивании креветок в поликультуре с рыбами подходящих видов.

Обычно используют две основные системы поликультуры:

1. Креветка является основным выращиваемым видом, а рыба при невысокой плотности посадки только поддерживает оптимальный экологический баланс. В этом случае отсутствует конкуренция и естественные и искусственные корма. Наиболее подходящие виды рыб - амурские карповые, такие, как белый амур и белый толстолобик. Небольшое количество этих рыб предотвращает чрезмерное цветение воды, улучшая кислородный режим. Рыба не оказывает прямого влияния на урожай креветок.

2. Основной культурой является рыба, ее выращивают при высоких плотностях посадки, а креветку - при низких (до 5 тыс./га), что позволяет добиться даже при ограниченном сезоне выращивания достижения подавляющим большинством креветок товарной массы и увеличения доли крупных экземпляров. Креветки в этом случае не нуждаются в дополнительном кормлении, а растут на естественной кормовой базе и используют остатки корма рыб, таким образом улучшая экологическое состояние пруда.

Особенно выгодна вторая система поликультуры для стран с умеренным климатом и, соответственно, ограниченным сезоном выращивания креветки. Применяемые в этом случае плотности посадки позволяют большей части креветок достичь товарной массы, а дополнительные расходы (по сравнению с расходами на выращивание одной рыбы) идут только на посадочный материал креветок.

Выращивание гигантской пресноводной креветки возможно в поликультуре с планктоноядными и растительноядными рыбами — пестрым и белым толстолобиком, гурами, тилапией и белым амуром, а в солоноватой воде - совместно с кефальями.

Необходимо обратить внимание на последний этап выращивания креветок: если это выращивание в пруду, то вылов креветок должен проходить раньше, чем

вылов рыбы, при температуре воды не ниже 15 °С. Для вылова креветок могут быть использованы ловушки типа раколовки или сети.

Используя теоретический материал, нормативы культивирования гигантской пресноводной креветки свести в таблицу 2.

Таблица 2 - Нормативы культивирования гигантской пресноводной креветки

Показатели	Норматив

Вопросы для самопроверки:

1. Какие виды креветок являются объектами культивирования в нашей стране и за рубежом?
2. Опишите биотехнику культивирования пенеидных креветок.
3. Какова биология гигантской пресноводной креветки?
4. Какие методы используют при культивировании пресноводных креветок?
5. Какова технология кормления гигантской пресноводной креветки?
6. Какие системы поликультуры используют при выращивании гигантской пресноводной креветки?

3 Лабораторная работа № 3

Культивирование крабов

Цель: изучить методику культивирования крабов на примере камчатского краба. По таблицам и рисункам познакомиться с биологией камчатского краба.

Материалы и оборудование: плакаты, фотографии, модели оборудования.

Задание:

1. Познакомиться с особенностями биологии, экологии, распространения камчатского краба, законспектировать материал и зарисовать внешний вид камчатского краба.
2. Изучить технологию культивирования камчатского краба. Законспектировать материал.
3. Подготовить сообщение по теме «Культивирование японского мохнаторукого краба».

Теоретический материал

К р а б ы обитают во всех морях и океанах в соленой, солоноватой и почти пресной воде, от уреза воды до глубин 6 км. Многие виды съедобны и имеют промысловое значение. Большинство крабов живет в тропической зоне и служит объектом промысла и культивирования (краб-плавунец, голубой краб, японский краб и др.).

Основные препятствия для культивирования крабов — длительный и сложный метаморфоз личинок, во время которого большая их часть погибает, и каннибализм.

В России важное промысловое значение имеют холодноводные крабы — **камчатский, или королевский, и синий краб**, обитающий в северной части Тихого океана при температуре 2 °С - 7 °С.

Камчатский, или королевский краб (*Paralithodes camtschaticus*) (рисунок 44) обитает в северной части Тихого океана преимущественно у берегов Камчатки. Основные биотопы камчатского краба располагаются в пределах шельфовой зоны. Предпочитаемый диапазон температур 2 °С - 7 °С, но во время миграций крабы встречаются в более широком диапазоне температур от -2 °С до +18 °С. К солености этот вид очень чувствителен и предпочитает воды с соленостью не менее 32 ‰.

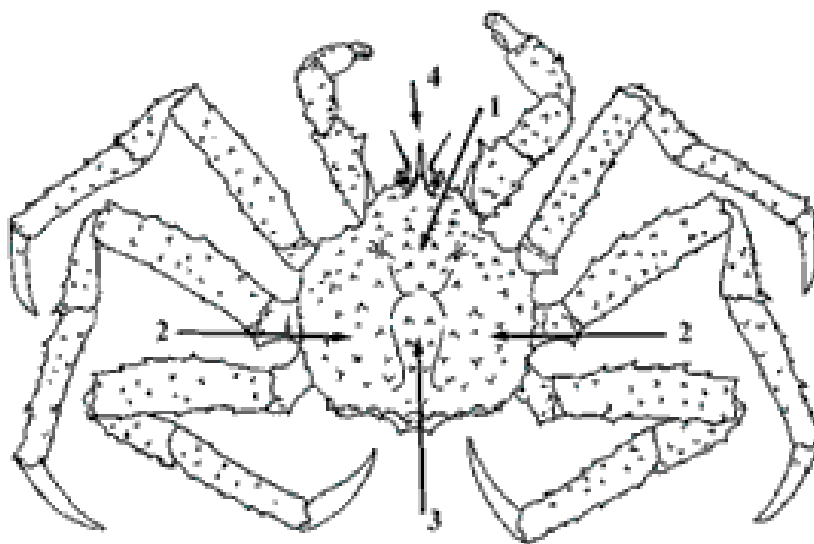


Рисунок 44 – Камчатский краб

После зимовки косяки самцов и самок встречаются на глубинах 5-60 м, в это время года они заходят почти к урезу воды. Осенью начинается постепенный отход крабов на глубину, где они проводят зиму. Зимой скопления крабов располагаются на глубине от 120 до 300 м, а бывает и глубже. Как правило, самки и молодь во все сезоны года, за исключением периода нереста, держатся отдельно и на меньших глубинах, чем самцы. Малоподвижные мальки крабов во все сезоны года держатся на мелководье среди водорослей, гидроидных кораллов и губок, обильно заселяющих скальные грунты и россыпи камней. Привлекательными для взрослых крабов являются также песчанистые и песчано-илистые грунты с высокой биомассой кормовых организмов.

Биология. Тело камчатского краба состоит из головогруды и брюшка, но последнее недоразвито, подогнуто под головогрудь и совершенно не видно сверху. Наружные покровы тела и конечностей крабов, как и у других ракообразных, покрыты кутикулой из обызвествленного хитина, который служит наружным скелетом и образует защитный панцирь краба. Наличие панциря ограничивает рост животного, и крабы периодически линяют. После каждой линьки краб увеличивается в размерах. Размер карапакса, строение и состояние панциря содержит информацию о видовой принадлежности, возрасте, давности линьки, общем физиологическом состоянии, болезнях и т.д.

Карапакс головогруды выраженной пятиугольной формы, с многочисленными острыми шипами защитного назначения, особенно крупными по его краю. Спереди панцирь вытягивается в заостренный рострум, защищающий глаза краба. Поверхность панциря выпуклая и глубокие борозды делят ее на несколько отграниченных друг от друга областей: желудочной (пилорической), сердечной (кардиальной), по бокам от обеих названных областей располагаются жаберные области (рисунок 45).



1 – желудочная; 2 – жаберные; 3 – сердечная области карапакса; 4 – рострум

Рисунок 45 – Схема различных зон карапакса камчатского краба

К головогрудь краба прикрепляется 14 пар придатков: пара глаз, две пары усиков, 6 пар ротовых частей (челюстей и ногочелюстей), пара ног с клешнями, три пары ног, служащих для передвижения, и пятая пара ног, находящаяся под панцирем и имеющая высокую степень свободы. Самцы используют эти ноги для очистки жабр и при размножении. У самок эти ноги также чистят жабры и ухаживают за икрой. Таким образом, пятая пара ног у камчатского краба играет очень большую и многогранную роль при поддержании устойчивых процессов жизнедеятельности и воспроизводства потомства.

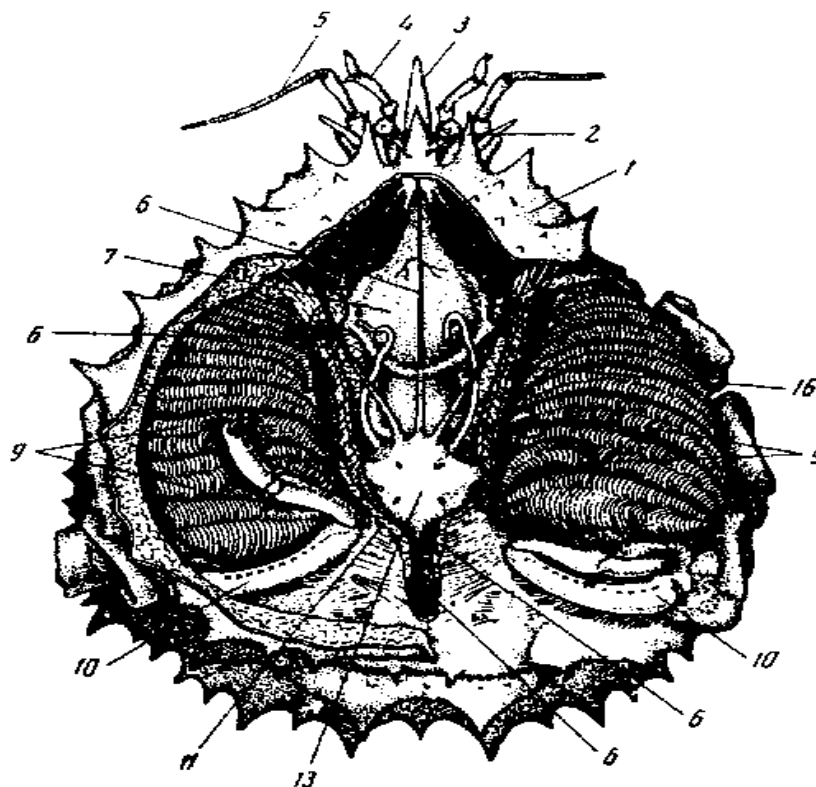
Тело и ноги окрашены сверху в красно-коричневый, снизу - в желтовато-белый цвет; боковые поверхности имеют крупные синеватые или фиолетовые пятна. Молодые экземпляры отличаются от взрослых несколько иной формой карапакса - у них он больше в длину, чем в ширину, и поэтому имеет форму, более близкую к треугольной; наиболее бросающимся в глаза отличием является большая длина шипов карапакса. Однако расположение шипов такое же, как и у взрослых; относительная длина рострума у молодых экземпляров также больше, чем у взрослых.

На поперечном разрезе тела (головогрудь) камчатского краба можно увидеть: спинной панцирь, жабры, полость тела, сердце с околосоердечной сумкой, кишку, печень, нервную цепочку, мышцы ляжки («розочки»), внутреннюю скелетную перегородку (рисунок 46).

В головогрудь практически нет мяса, которое можно было бы использовать для изготовления консервов, поэтому промысловики выбрасывают ее, оставляя только ноги, хотя следует отметить, что и панцирь краба представляет значительную ценность, так как из него можно изготавливать различные медицинские препараты.

Одна пара усиков (многочленистые, со щеточками на конце) является как бы передатчиком: резкими движениями этих усиков в сторону объекта, заинтересовавшего краба, он посылает сигналы, которые, возвращаясь от объекта, воспринимаются другой парой усиков, тонких и длинных, как удочки. Таким образом, по всей вероятности, крабы получают представление об окружающем

мире и общаются между собой. Вероятно, что этими же усиками крабы воспринимают и запахи, а в запахах они разбираются хорошо, предпочитая свежую рыбу соленой или залежалой, что важно при их культивировании.



Вид сверху на вскрытого краба; 1 — щит; 2 — глаза; 3 — клюв; 4 — внутренние усики; 5 — наружные усики; 6 — артерия; 7 — желудок; 9 — жабры; 10 — нога, приспособленная для чистки жабр; 11 — стенка тела (граница между жаберной полостью и полостью тела); 13 — сердце; 16 — печень

Рисунок 46 – Строение камчатского краба

При травмировании печени из нее вытекает весьма активная жидкость, портящая качество мяса («розочек»), поэтому даже на короткие расстояния пойманных целых крабов перевозят перевернутыми на спину. Считается, что если печень и будет нарушена, то вытекшая жидкость станет скапливаться в чаше карапакса и меньше ее попадет в основание ног. Скрытые дефекты только что выловленного живого краба определить довольно сложно, а порой просто невозможно.

Жизненный цикл. Камчатские крабы живут долго, до 20-31 года. Ширина карапакса достигает 25 см, однако средняя — 12,5 см, масса 7 кг. Размножаться королевский краб начинает поздно. Самки откладывают икру на 5-6-м году жизни, а самцы становятся половозрелыми в возрасте 8-10 лет. Приблизительно в этом возрасте крабы достигают промыслового размера. В естественных условиях самка выметывает до 200 тыс. яиц.

Весной краб идет мощными косяками к берегу для спаривания. Примерно через месяц после начала движения косяки самцов и самок встречаются друг с другом в более прогретых прибрежных водах с температурами 2 °С - 4 °С. Во время спаривания краб подходит очень близко к берегу. Почти все камчатские нерестовые поля располагаются на глубине 5-30 м. После спаривания самцы уходят несколько глубже, в районы каменистых россыпей, а самки остаются у берега. Нерестилища, как правило, располагаются в одних и тех же местах.

Спариванию крабов предшествует «обряд рукопожатия». Самец, выбрав готовую к спариванию самку, захватывает своими клешнями ее клешни и не отпускает до тех пор, пока она не перелиняет (рисунок 47).



Рисунок 47 – Спаривание камчатских крабов

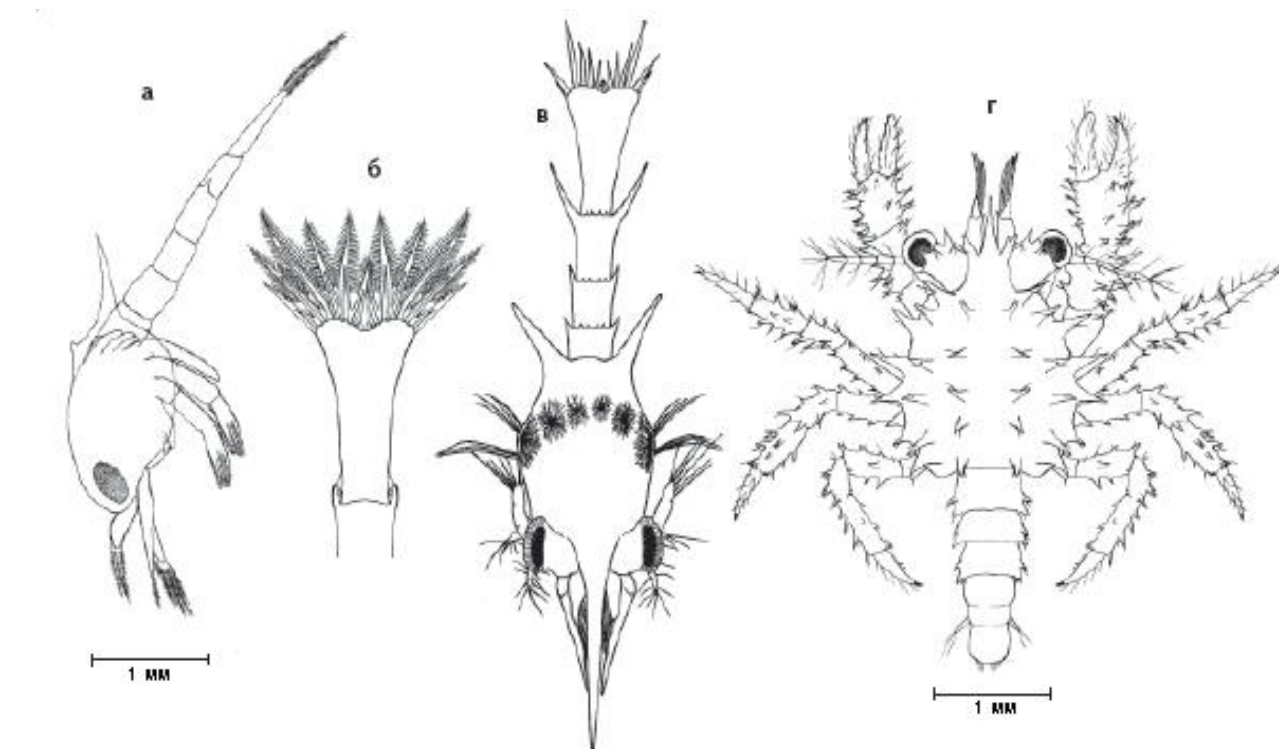
Оплодотворение у камчатских крабов внешнее. Самец, дождавшись, пока самка покинет старый панцирь, отбрасывает его в сторону и спаривается с ней. При этом он прикрепляет к коксоподитам ее ходильных ног застывающую лентовидную массу со сперматофорами. Через несколько часов или дней самка откладывает яйца, выпуская одновременно из половых отверстий жидкость, растворяющую сперматофоры и освобождающую этим сперматозоиды, которые и оплодотворяют яйца. Яйца не сразу приклеиваются к брюшным ножкам. В течение суток они лежат в чаше абдомена.

Отложенную и прикрепленную к брюшным ножкам икру самка носит 11,5 месяцев. После откладывания наружная «икра» имеет темную фиолетовую окраску. В середине лета на поверхности желтка начинает формироваться прозрачное тело зародыша с золотистыми и красными звездчатой формы пятнами, придающими икре новый оттенок, изменяющийся от палевого до бурого (рисунок 48). Осенью глаза зародыша начинают просвечивать через оболочку икринки, и развитие почти зрелого зародыша задерживается на всю зиму. Только весной, недели за две до вылупления, зародыш снова начинает быстро развиваться.



Рисунок 48 – Икра на брюшных ножках самки камчатского краба

Следующей весной при миграции на мелководья из яиц вылупляются личинки - протозоа, обладающие длинным брюшком и продолговатым гладким панцирем. При нормальном развитии личинки проходят несколько стадий зоа. В течение двухмесячной жизни зоа линяет четыре раза и после четвертой линьки дает личинку глаукотоз. К этому времени у нее развиваются уже все ходильные ноги, в том числе клешни, панцирь головогруди покрывается шипами и становится похожим на панцирь взрослого краба, но брюшко по-прежнему остается длинным. Глаукотоз переходит к донному существованию в зарослях анфельции или среди мертвых обрывков колоний гидроидов и водорослей. Если глаукотоз оседает на неподходящих местах, особенно на лишенном зарослей водорослей илистом грунте, то она погибает. Примерно через двадцать дней глаукотоз, линяя, превращается в молодого краба, называемого в промысловой практике мальком. Малек уже похож на взрослого краба, но очень мал - ширина его панциря всего 2 мм. Главное внешнее отличие его — изобилие очень длинных и острых шипов на теле (рисунок 49).



а – протозоа; б – тельсон протозоа; в – зоа II; г – глаукотоз

Рисунок 49 – Стадии онтогенеза камчатского краба

Малек ведет такой же образ жизни, как и глаукотоз, в течение трех лет. За это время он линяет несколько раз, превращаясь в молодого камчатского краба. Через три года он покидает заросли водорослей и переходит на песчаные места. В возрасте 6-7 лет, достигнув около 7 см в поперечнике головогруды, молодые крабы начинают собираться в косяки и совершать, подобно взрослым, но отдельно от них, протяженные миграции (рисунок 50).



а – пелагическая личинка; б – донная личинка; в - малек

Рисунок 50 – Развитие камчатского краба (по Г.Н. Ким и др., 2014)

Выживаемость личинок очень мала. Так как у всех самок вылупление из яиц происходит более или менее одновременно, то планктон сразу обогащается массой личинок. В природе множество зоза погибает, становясь жертвами различных хищников, главным образом рыб. Смертность личинок с момента вылупления до стадии глаукотоз, т.е. до оседания на дно составляет около 97 %.

Питание. Ослабленные после нереста и линьки крабы начинают усиленно питаться, используя, в первую очередь, кальцийсодержащие организмы, такие, как моллюски и иглокожие. Известковая диета известна и в предлиночном состоянии. По достижении кондиции потребление пищи снижается. Хотя основным источником пищи для крабов служат разнообразные бентосные животные, в том числе и рыбы, они не брезгуют и растительной пищей. Из водорослей они охотно употребляют ламинарию, анфельцию, ульву и некоторые другие.

Факторы риска. Камчатские крабы подвержены различным заболеваниям вирусной, бактериальной, грибковой природы и поражаются микроспоридиями, нематодами, трематодами, цестодами, некоторыми видами инфузорий и ракообразных. Наибольшее патогенное влияние на краба оказывает микроспоридии, которые приводят к патологическому изменению структуры тканей некоторых органов. Главные враги камчатского краба - хищные рыбы и головоногие моллюски. На поверхности тела камчатского краба обитают и животные, которые, по-видимому, не питаются за счет хозяина и потому могут рассматриваться как комменсалы (гидроидные полипы, ракообразные, мшанки, асцидии, нематоды, полихеты, моллюски, брахиоподы).

Выращивание камчатского краба в естественных водоемах. В соответствии с биотехнологией искусственного воспроизводства камчатского краба в естественных водоемах личинок собирают на донные сооружения — рифы, садки и коллекторы различных типов (рисунок 51). Мальков подращивают с пересадкой или без пересадки. В настоящее время по этой технологии крабов культивируют в заливе Посъета и бухте Русской (Японское море). В зависимости от технических возможностей хозяйства и гидрометеорологических условий в местах выращивания разработаны пять способов сбора и подращивания мальков.



Рисунок 51 – Сооружения для сбора личинок камчатского краба

По первому способу личинок собирают на коллекторах и в садках. Крабов-мальков подращивают до 1 года без пересаживания. Для сбора личинок лучше всего подходят объемные пластинчатые полиэтиленовые коллекторы-садки или садки-корзины, обтянутые делью и собранные в гирлянды. Компоновка коллекторов должна позволять малькам свободно передвигаться и обеспечивать им хорошую выживаемость. Оседающие личинки крабов развиваются до стадии малька, питаясь обрастаниями. Полученных мальков выпускают на дно на специально подготовленные донные участки.

По второму способу собирают личинок и подращивают мальков в садках и на коллекторах до двух-трехлетнего возраста как с пересадкой, так и без пересадки. Этот способ позволяет получать более жизнестойкую молодь для пополнения популяций. Вместе с тем необходимо строго контролировать количество мальков в садке, так как при большом их скоплении возможен каннибализм. Во время линьки, когда краб наиболее уязвим, он становится легкой добычей для своих собратьев.

Третий способ предусматривает сбор личинок и подращивание мальков на коллекторных установках или в садках до одного — трех лет, затем выпуск их на искусственные донные сооружения. Донные сооружения могут быть любыми — от вольеров до громоздких железобетонных конструкций. Таким образом создаются дополнительные возможности для укрытия мальков крабов во время линьки от хищников, особенно на заиленных грунтах при отсутствии фитобентоса. Контроль за ростом и развитием мальков осуществляют с помощью водолазов.

По четвертому способу личинок краба собирают непосредственно на донные коллекторы; в дальнейшем мальков подращивают без пересадок. В качестве коллекторов могут быть использованы любые носители, которые после эксплуатации в течение нескольких лет необходимо поднимать, очищать или заменять, так как они сильно обрастают и фактически ложатся на грунт. При этом коллекторы становятся доступными для хищников и перестают выполнять свою роль в процессе воспроизводства и восполнения мальковой части популяции крабов.

Пятый способ предусматривает сбор личинок и подращивание мальков на искусственных донных сооружениях — рифах — без дальнейшей пересадки. Рифы выставляют в местах, где мало донной растительности или она практически отсутствует на большой глубине. Мальки используют рифы как естественные укрытия. Рифы могут быть изготовлены как из легких материалов, так и из железобетона. Рост и развитие мальков контролируют с помощью водолазов, а также подводных аппаратов.

Участки для выращивания молоди не должны располагаться в местах свала грунта. Для подвесных плантаций оптимальные глубины в полуоткрытых или открытых акваториях — 15-50 м. Если участок расположен в прибрежной или полуостровной зонах, необходимо учитывать направления господствующих ветров и возможность нежелательного берегового выброса. Бухты заливов должны быть защищены от разрушительного ветрового, волнового и ледового воздействия. Предварительно необходимо провести комплексное обследование береговой зоны. При подборе подходящих участков также обязательно учитывают придонные грунты и другие условия, в том числе антропогенные. Нежелательно размещать плантации в загрязненных районах, вблизи мест выпуска промышленных и бытовых стоков.

При создании донной плантации для пастбищного подращивания молоди необходимо дополнительное изучение рельефа дна и преобладающих видов растительности. При изучении рельефа дна следует учитывать его уклон, а также наличие банок и гребней. Предпочтительны гранулометрические типы донных отложений: от галечно-гравийной смеси с валунами и глыбами до мелкоалевритовых илов. Оптимальными грунтами являются мелко- и среднезернистый, слегка заиленный песок, крупнозернистый песок, мелкий гравий (3-10 мм) и их сочетания. Площадь водорослевого покрова — 20-50 %. Лучшие виды фитобентоса — крупные водоросли: ульва, кодиум, саргассум, костария, зостера, цистозира, анфельция. В зависимости от состояния выбранных участков установки и рифы выставляют на различных расстояниях друг от друга.

Время выставления коллекторов определяют по результатам фактических наблюдений за миграцией крабов, их нерестом, плотностью распределения и стадией развития личинок в планктоне, а также гидрологическим режимом в районах расположения плантаций. Температура воды не должна превышать 18 °С – 20 °С, соленость — не ниже 28 ‰ (оптимальная 32-34 ‰), содержание кислорода — 5-6 мл/л. Скорость суммарных придонных течений — не более 0,05-0,3 м/с. Коллекторы и донные сооружения устанавливают в местах заноса и концентрации личинок крабов. Необходимо учитывать, что планктонные личинки камчатского краба развиваются в заливе Петра Великого при температуре 6,5 °С - 18,0 °С, у побережья Сахалина — при 2,0 °С - 8,0 °С, у побережья Западной Камчатки — 2,0 °С - 4,0 °С, в заливе Посыета личинки камчатского краба на разных стадиях развития обитают при температуре воды 3,5 °С - 20,0 °С, в Баренцевом море они развиваются при температуре 0,2 °С - 2,5 °С.

Численность личинок в планктоне оценивают по данным вертикальных и горизонтальных обловов специальными сетями по предварительно выбранной сетке станций. По результатам комплексных исследований определяют место, время и глубину выставления коллекторов.

Для сбора личинок крабов можно использовать коллекторы различных модификаций с разными наполнителями, установки подвешного или придонного типа — ярусные, рамные, П-образные и др. Наиболее распространенный тип — подвесная установка, уже опробованная для выращивания моллюсков. Она представляет собой раму из капроновых канатов размером 100 x 100 м и площадью около 1 га. На воде рама поддерживается угловыми буями, на грунте — бетонными якорями. Хребтины располагаются на раме через каждые 5 м и снабжены поддерживающими наплавами и куктылями. Всего на установке крепят 21 хребтину, на которых через каждые 0,5 м располагаются коллекторы. Подобные установки монтируют в закрытых и полужакрытых бухтах на акваториях глубиной 15-50 м.

В качестве основных районов для природного воспроизводства крабов рекомендуются мелководные участки шельфа с подводной растительностью. В

Приморье это заливы Посыета, Восток, бухта Русская; на Камчатке — залив Шелихова, на Сахалине — Ильинское мелководье, залив Анива и др.

В Баренцевом море камчатского краба культивируют на искусственных сооружениях в прибрежных районах от Варангерфьорда до архипелага Семь Островов. В этом районе личинки распределяются и оседают в узкой прибрежной полосе.

Наблюдения за численностью и ростом молоди начинают проводить сразу после оседания личинок с помощью подъема коллекторов и садков на поверхность либо водолазным способом. С разных участков снимают несколько носителей и просчитывают осевших мальков. Делают контрольные замеры сеголетков: определяют массу, ширину и длину карапакса. Путем контрольных подсчетов определяют общее количество мальков, осевших на коллекторы, и в целом на плантацию. Воспроизводство крабов в подвесной культуре можно сочетать с выращиванием гребешка.

При пересадке и транспортировании мальков в качестве транспортных емкостей можно использовать разнообразные сосуды и специализированные контейнеры с водой. Емкости должны быть плотно закрыты крышками или брезентом. Нельзя содержать мальков в открытых емкостях на солнце. Подготавливать и накапливать мальков нужно в течение не более 2-3 ч и тем быстрее, чем выше температура воздуха. Во время накопления и транспортирования крабов следует часто менять воду. С 1 га искусственных сооружений можно собирать от 0,4 до 1 млн. мальков крабов. С учетом промыслового возврата можно получить 50 тыс. шт. взрослого краба, что составляет 100 т. Наиболее приемлема для фермерского хозяйства площадь в 10 га, на которой можно выращивать до 1000 т крабов.

Культивирование камчатского краба в искусственных условиях. Размножение и заготовка производителей. После вылова производителей происходит их транспортировка (рисунок 52). Во время транспортировки необходимо соблюдать следующие условия:

- 1) предварительно прекратить раздачу корма;

- 2) связать конечности, чтобы ограничить подвижность животного;
- 3) поддерживать низкую температуру (0°C - 3°C), обеспечить достаточный уровень кислорода в воде.



Рисунок 52 – Вылов и транспортировка производителей камчатского краба

При транспортировке крабов изолируют друг от друга и содержат каждого в отдельном садке. В этих условиях допускается транспортировка производителей в течение 24 ч. После транспортировки производителей помещают в бассейн емкостью $0,8-1,0\text{ м}^3$, изготовленный из стеклопластика. Он имеет фальшивое дно с отверстиями, на которое насыпается слой песка, морская вода подается снизу. В бассейн помещают до 5 крабов-производителей (самцы отдельно от самок). Их кормят мелкими ракообразными и водорослями (ламинария и др.) (рисунок 53).

Температура является важным фактором, влияющим на развитие икры камчатского краба. Оптимальная температура для развития икры 8°C - 15°C . У Камчатского побережья самки вынашивают икру с середины июня до конца мая следующего года, а в заливе Петра Великого — с конца апреля до конца марта — начала апреля следующего года. В этот период и заготавливают производителей для получения зародышей. В искусственных условиях самка начинает вынашивание икры в более ранние сроки, а линька происходит, как в естественных условиях, в начале февраля. В течение 24 ч после линьки происходит спаривание и овуляция.



Рисунок 53 – Выдерживание производителей камчатского краба в бассейнах

Все это время самка периодически, но довольно часто аэрирует икру, приоткрывая abdomen и совершая колебательные движения ножками, на которых находится икра. Также периодически, перенося ножки пятой пары из-под панциря в подбрюшье, самка чистит икру, освобождая ее от ила и всяческих эктопаразитов.

Благодаря такому уходу, а возможно, и выделению каких-то веществ, положительно влияющих на поддержание нормальной жизнедеятельности икры, она всегда находится в отличном состоянии. И это несмотря на то, что икра, прикрепленная к телу самки нитями, никаких питательных веществ непосредственно от своего родителя, по всей вероятности, не получает.

Никакие существующие инкубационные аппараты, а также транспортные емкости не способны обеспечить такой же уход за икрой, поэтому подобные работы, особенно в осеннее время года, приводили к значительному, иногда и полному отходу икры. Только весной, незадолго до выклева, можно получать несколько лучшие результаты.

При повышении температуры личинки вместо апреля могут выклюнуться в январе. Что касается температурного фактора, то можно предположить, что общее количество градусодней, набирающихся во время эмбрионального развития, составляет примерно 1000.

Вылупившиеся из икринок личинки удаляются из нерестового бассейна с производителями за счет использования фототаксиса, путем слива воды в коллектор-накопитель.

Содержание личинок, глаукотоз и молоди. Из икры вылупляется прозоа и через несколько минут превращается в зоа. Около 2 месяцев она ведет планктонный образ жизни и при этом линяет 4 раза. Личиночные стадии соответствующим образом называются зоа-I, зоа-II, зоа-III и зоа-IV (рисунок 54).

Личинки краба довольно активно перемещаются по вертикали, сохраняя при этом положение головой вниз. При этом они имеют положительный фототаксис.

Согласно наблюдениям японских исследователей, развитие личиночных стадий (зоа-I-IV) при температуре 6 °C - 7 °C занимает 64 дня.



Рисунок 54 – Протозоа и зоа камчатского краба

На стадии зоза наблюдается повышенный фототаксис. При освещении бассейна с одной стороны наблюдается скопление личинок на освещенном участке. Поэтому лампы дневного света помещают со всех четырех сторон и включают по очереди.

После очередной линьки зоза-IV превращается в глаукотоэ, которая уже в значительной степени похожа на молодь краба, но еще имеет хвостовую часть (рисунок 55). Стадия глаукотоэ длится 20 дней, после чего происходит еще одна линька и образуется малек (длиной 2 мм), уже полностью похожий на взрослого краба. В природе, достигнув трехлетнего возраста, мальки покидают заросли и переходят на песчаные места, а в возрасте шести-семи лет собираются в косяки и начинают совершать миграции.



Рисунок 55 – Глаукотоэ камчатского краба

На стадии глаукотоэ следует предусмотреть установку в воде перегородок, а при приближении метаморфоза, сопровождающегося линькой, для предотвращения каннибализма на дне необходимо установить защитные убежища. В качестве корма

применяют диатомовые водоросли, жаброногого рака *Artemia salina* и только что вылупившиеся науплии артемии.

Крабовые мальки наиболее интенсивно растут летом в прогретых водах, зимой при низкой температуре темп роста замедляется в результате удлинения межлиночных периодов. В первый год жизни краб в естественных условиях совершает 13 линек (включая и линьки зоза), ширина панциря составляет 8,5 мм (рисунок 56).



Рисунок 56 – Мальки камчатского краба

В искусственных условиях содержания при повышении температуры от 0 °С – 2 °С до 11 °С - 12 °С темп роста крабового малька ускоряется в 2 раза. Ускорение роста происходит вследствие сокращения межлиночных периодов, а не за счет увеличения прироста с каждой линькой.

Прирост молоди в искусственных условиях значительно колеблется, достигая с каждой линькой в зависимости от температуры и корма 15 % и падая до нуля при плохом уходе. Размеры молоди — сеголетков 1,5-2 мм, годовиков 8,5-9,5 мм. По мере роста отношение ширины к длине тела меняется. Панцирь становится как бы более округлым. Кроме того, у годовиков шипы на теле делаются значительно крупнее — по всей вероятности, в целях самообороны.

За один год своей жизни молодь достигает размера несколько меньшего, чем 1 см, по ширине панциря. В дальнейшем начиная с семилетнего возраста краб каждый год (если линяет) прибавляет примерно по 1 см (рисунок 57).



Рисунок 57 – Молодь камчатского краба

После восьмилетнего возраста самки несколько отстают в росте от самцов за счет того, что почти каждый год продуцируют и вынашивают икру, и меньше живут: самки — 25 лет, а самцы — 31 год. Самцы достигают половозрелости в 9-10 лет при ширине панциря 100-110 мм.

Кормление крабов. В личиночной стадии крабы питаются зоо- и фитопланктоном, молодь — обрастаниями, взрослые — бентосом.

Личинки краба в искусственных условиях охотно поедают личинок белянусов, их успешно можно кормить мясом моллюсков и рыбой. Взрослые крабы питаются в основном моллюсками, раскалывая раковины наиболее сильной правой клешней. Кроме того, они предпочитают червей, а также морских ежей.

Перемалывая пищу своими многочисленными челюстями, крабы потребляют не только мягкие, но и твердые ее части, которые необходимы им для регенерации карапакса после линьки.

В связи с суровым гидрологическим режимом прибрежных вод Приморского края, где в зимнее время температура воды снижается до $-1,9^{\circ}\text{C}$ и поверхность моря в прибрежных районах покрывается льдом в течение 3,5-4 месяцев, причем краб на это время уходит на глубины с положительными придонными температурами, не представляется возможным выращивание камчатского краба до товарного размера в прибрежной полосе. В наших водах можно подрачивать личинок до стадии жизнестойкого малька и затем выпускать мальков в море с целью пополнения и восстановления численности подорванных промыслом популяций камчатского краба (рисунок 58).



Рисунок 58 – Выпуск молоди камчатского краба в море

Вопросы для самопроверки:

1. Опишите биологические и анатомические особенности камчатского краба.
2. Перечислите стадии жизненного цикла камчатского краба.
3. Какова биотехнология искусственного воспроизводства камчатского краба в естественных водоемах?
4. Какие способы используют для сбора личинок крабов?
5. Когда заготавливают производителей крабов?

6. Какова технология содержания личинок краба?
7. Какова технология выращивания молоди краба?
8. Что используется для кормления камчатского краба при культивировании?
9. Каким заболеваниям подвержен камчатский краб? Кто является врагами камчатского краба?

4 Лабораторная работа № 4

Культивирование устриц

Цель: изучить методику культивирования устриц. По таблицам и рисункам познакомиться с биологией устриц.

Материалы и оборудование: плакаты, фотографии, модели оборудования.

Задание:

1. Познакомиться с особенностями биологии, экологии, распространения устриц, законспектировать материал и зарисовать внешний вид устрицы.
2. Изучить технологию культивирования устриц. Законспектировать материал.
3. Подготовить сообщение по теме «Культивирование устриц в России: устричные хозяйства и применяемые технологии».

Теоретический материал

В разных странах выращивают не менее 10 видов устриц из 50, обитающих в море. Наиболее часто и в больших масштабах выращивают европейскую и тихоокеанскую устрицу (рисунок 59).



Рисунок 59 – Европейская и тихоокеанская устрицы

В настоящее время основными странами-производителями являются Китай, Япония, Республика Корея, США, Мексика, Франция, Марокко. Среди культивируемых беспозвоночных устрицы всегда занимали первое место по объемам выращивания. В естественных условиях устриц практически не добывают, так как почти повсеместно естественные их запасы истощились к 60-м гг. XX в. Кроме того, оказалось, что культивировать устриц намного легче и эффективнее, чем заниматься поиском скоплений и добычей устриц в естественных условиях.

Распространение. Все виды устриц теплолюбивы. Они широко распространены в прибрежных зонах тропических и умеренных вод Атлантического, Тихого и Индийского океанов (рисунок 60).



Рисунок 60 – Ареал обитания устриц

Виды преимущественно рода *Ostrea* обитают у берегов Европы, а рода *Crassostrea* — вдоль побережий Тихого океана. Многие виды являются объектами выращивания и акклиматизации. Северная граница семейства *Ostreidae* простирается до 60° с. ш., южная — до 20° с.ш. Но ареалы отдельных видов более ограничены. Устрицы живут на небольшой глубине (не глубже 5-10 м) в закрытых, хорошо прогреваемых бухтах, заливах, в эстуариях рек, озерах. Этим объясняется их высокая степень эврибионтности.

Условия обитания. Все культивируемые виды устриц обитают на литорали или в верхних горизонтах сублиторали на глубине до 10 м. Устрицы способны длительное время оставаться без воды в воздушной среде - до 1 месяца при относительно низкой температуре воздуха. Устрицы относятся к эвритермным и эврибионтным моллюскам - некоторые виды способны вмерзнуть в лед и оставаться живыми после оттаивания льда, а в литорали в отлив температура моллюсков может возрастать до 38 °С, и при этом они остаются живыми.

Устрицы предпочитают воду соленостью свыше 25 ‰, но взрослые половозрелые особи переносят изменение солености в широком диапазоне — от 12 до 37 ‰. Размножение проходит в воде соленостью не ниже 16-18 ‰. Наиболее эвригалинной можно считать черноморскую популяцию устриц. Она постоянно обитает в воде соленостью 17-18 ‰ с и переносит кратковременное ее снижение до 9 ‰.

Значительное опреснение воды переносит и тихоокеанская устрица. Ее многочисленные популяции возникают в предустьевых участках морей. Она селится преимущественно на глубине 0,5-50 м и часто в зоне приливов и отливов (литораль и сублитораль). Здесь благодаря постоянной смене воды поддерживается благоприятный газовый режим (не ниже 80%-ного насыщения воды кислородом), среда постоянно очищается от продуктов обмена и имеется большое количество пищи.

Моллюски в течение нескольких дней могут переносить полное опреснение воды, а также соленость воды выше океанической (например, в лагунах Средиземного моря). Однако для каждого вида устриц имеются свои пределы чувствительности к факторам среды. Такая эврибионтность устриц связана с высокой степенью их специализации к условиям внешней среды на прибрежном мелководье и в литорали умеренной зоны, где многие факторы испытывают большие колебания.

Более чувствительны к изменению факторов среды личинки и молодь. Личинки устриц менее эвритермны, чем взрослые моллюски. Например, в результате понижения температуры в бассейнах на экспериментальной базе

«Большой Утриш» за ночь с 24 °С до 16 °С все личинки черноморской устрицы погибли, хотя температура 14 °С - 16 °С вполне для них приемлема.

Из-за открытой раковины устрицы особенно чувствительны к загрязнению и плохому газовому режиму. При концентрации илистых частиц 0,1 г/л затрудняется движение створок, водообмен ухудшается и содержание кислорода в мантийной полости снижается, а при его концентрации 1-2 мл/л устрицы погибают. На жестких грунтах, в мелководных и особенно предустьевых зонах устрицы хорошо растут и считаются наиболее ценными в пищевом отношении.

В отличие от большинства других видов двустворчатых моллюсков, устрицы ведут прикрепленный образ жизни и не способны перемещаться. Поэтому им необходим практически любой более или менее твердый субстрат для прикрепления личинки, а затем и взрослых особей. Чаще всего таким оптимальным субстратом являются раковины других устриц (рисунок 61). Устрицы способны образовывать огромные колонии по типу коралловых рифов, которые называют устричными рифами, банками, грядами. Отдельные небольшие колонии называют друзами.



Рисунок 61 – Устрицы на естественном субстрате

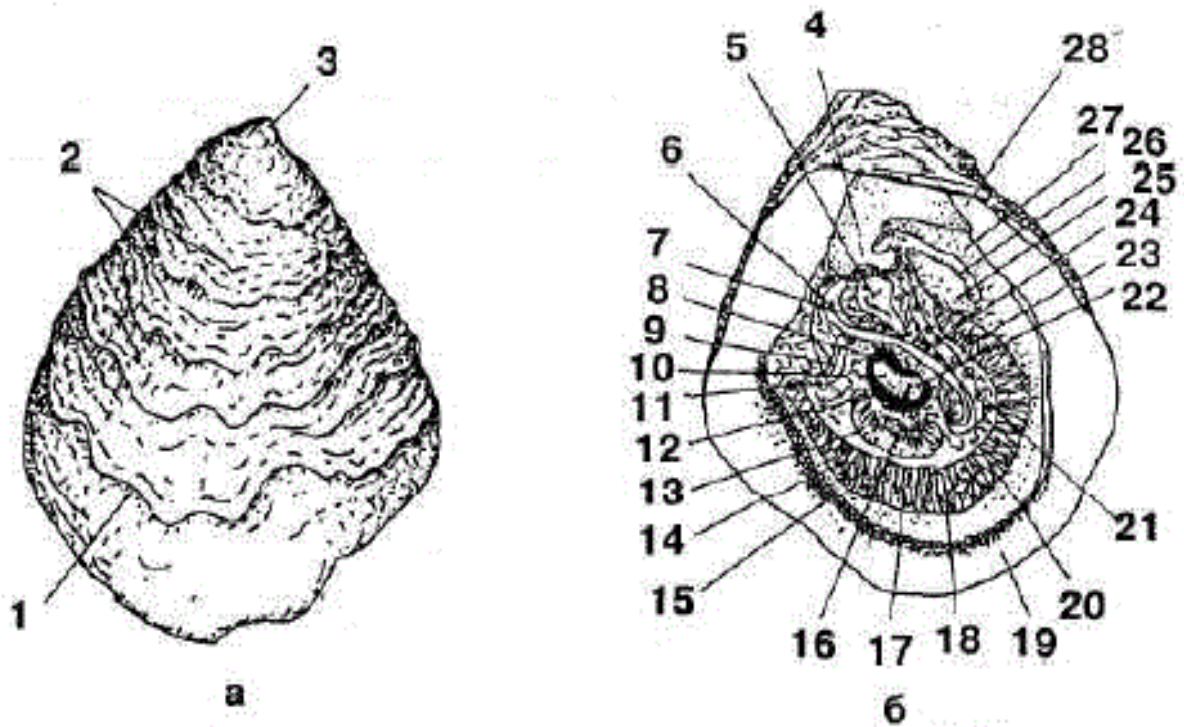
Внешнее и внутреннее строение. У всех устриц раковина меловая и относительно мягкая. На поверхности раковины часто имеются ребра, волнистые складки и острые выросты. Они служат как для защиты от хищников, так и выполняют функцию замка, так как настоящего замка у устриц нет. Раковина устриц неравностворчатая; левая (нижняя) створка выпуклая, больше правой, с более выступающей макушкой. Верхняя створка на своей поверхности часто имеет приросших обрастателей (домики полихет, усоногих раков, мшанок, а также водоросли, гидроиды, асцидии и др.). Нижняя створка более тонкая и вогнутая, чашевидная. В ней содержится основная часть мягкого тела устрицы. Поэтому при вскрытии устриц удаляют верхнюю створку (крышку) и подают на стол мясо устриц в нижней створке (рисунок 62).

Размеры раковин различных видов различны: в благоприятных условиях диаметр раковины европейской устрицы достигает 10-15 см. В Черном море у подвида этой устрицы диаметр 7,5-8,5 см и редко 11 см. Тихоокеанская устрица вырастает до 38 см, иногда встречаются особи размером до 90 см. Товарной считаются европейская устрица с раковиной диаметром 6-7 см; черноморская — 5-6 и тихоокеанская — 10-15 см.

Сразу под раковиной находится мантия, прикрывающая висцеральную массу, расположенную под макушкой, и органы мантийного комплекса (жабры, губные пальпы). Мантия устриц открытая, со свободными краями, без специальных отверстий для входа и выхода воды. 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. У взрослых устриц только один мускул-замыкатель, расположенный вблизи центра раковины. В пищу используются все мягкие ткани и органы устрицы, которые называют мясом, содержащиеся внутри раковины.

Моллюски прирастают к субстрату или друг к другу левой массивной створкой, которая иногда повторяет неровности субстрата. У живых моллюсков створки приоткрыты, и вода поступает в мантийную полость благодаря работе

ресничек мантии и жабр, омывает последние и на задней стороне тела выходит наружу.



а – верхняя створка раковины; б – устрица, вскрытая с правой стороны (правая створка раковины, правая мантия, жабры и ротовые полости удалены): 1 – линия нарастания; 2 – зоны роста; 3 – макушка; 4 – отверстие печени; 5 – желудок; 6 – верхняя петля кишки; 7 – печень; 8 – аорта; 9 – прямая кишка; 10 – желудок; 11 – заднепроходное отверстие; 12 – окологердечная сумка; 13 – задний отдел мускула-замыкателя; 14 – левая мантия; 15 – щупальцевидные бородавочки на краю мантии; 16 – передний отдел мускула-замыкателя; 17 – левая жабра; 18 – жаберная ось; 19 – левая створка раковины; 20 – нижняя петля кишки; 21 – мочеполовое отверстие; 22 – предсердие; 23 – почка; 24 – половой проток; 25 – внутренняя левая ротовая полость; 26 – наружная ротовая полость; 27 – часть левой мантии; 28 – часть правой мантии

Рисунок 62 – Внешнее и внутреннее строение европейской устрицы

Размножение. Устрицы раздельнополы, но с возрастом пол может меняться, что связано с условиями питания и роста моллюсков. Самки обычно крупнее самцов. Изредка встречаются гермафродиты. Половозрелость наступает на первом-втором году жизни. Тихоокеанские устрицы во время размножения выметывают половые продукты прямо в воду, а европейские устрицы инкубируют развивающиеся эмбрионы и личинки на ранних стадиях развития в специальных выводковых камерах.

В умеренных широтах устрицы размножаются один раз в году в период весенне-летнего повышения температуры воды. У северной границы ареала период нереста длится в пределах 1-1,5 месяца, а к югу сроки нереста увеличиваются до нескольких месяцев. В субтропической зоне устрицы нерестятся в течение всего года, имея 1-2 максимума в интенсивности нереста (рисунок 63).

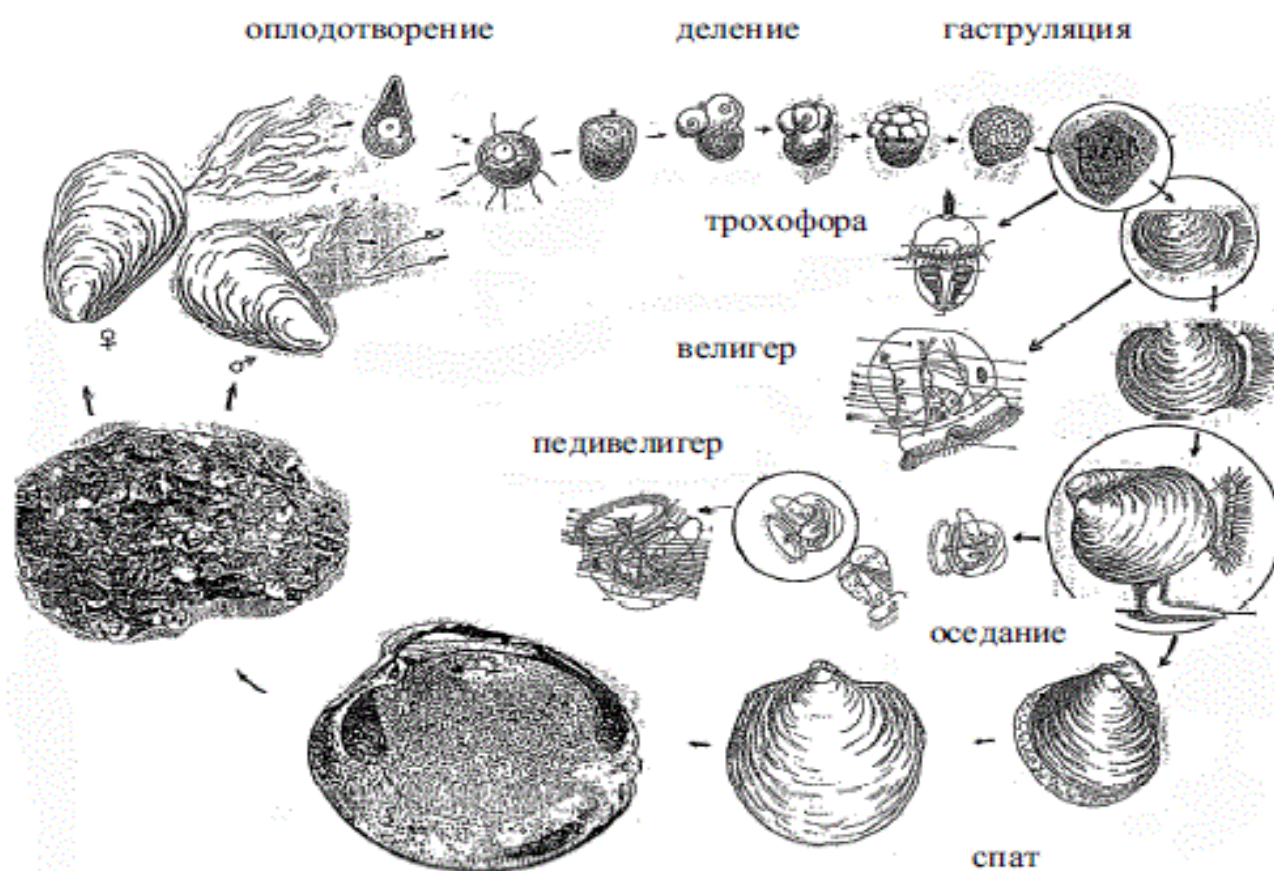


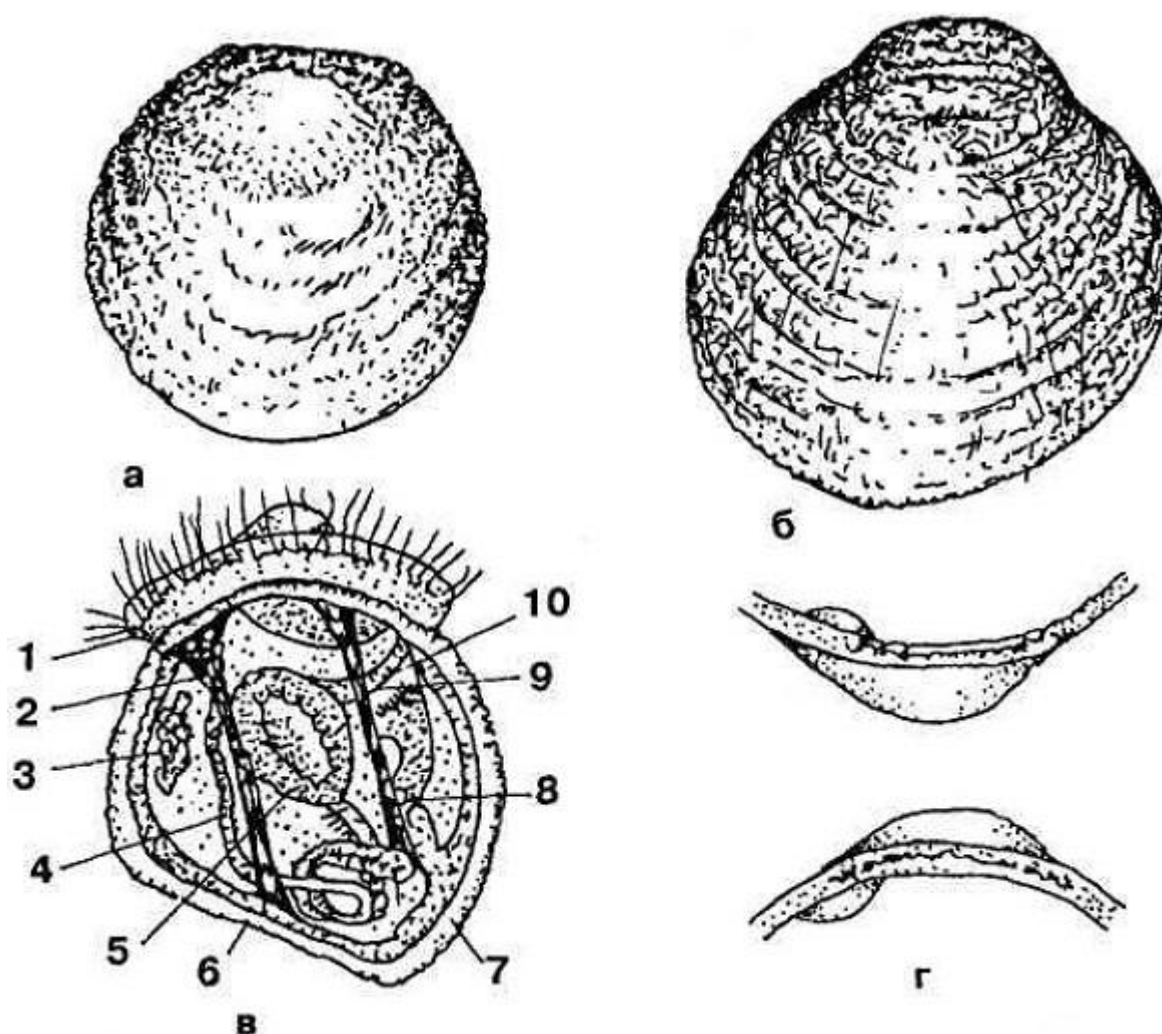
Рисунок 63 – Схема жизненного цикла тихоокеанской устрицы

Эмбриональное и личиночное развитие. Эмбриональное развитие завершается через 1-2 дня образованием прямозамковой личиночной раковины - продиссоконх-I. На этой стадии (D-образная стадия) у личинки (велигера) образуется плавательный орган - парус. За счет биения пояса ресничек и апикального жгутика личинка начинает активно плавать и питаться микроскопическими одноклеточными водорослями. По мере роста личинки у нее сильно изменяется форма раковины: она становится асимметричной (левая створка крупнее правой) и макушка сильно наклоняется вперед. У личиночной раковины продиссоконх-II также хорошо видны суточные кольца роста. За 2-3 дня перед оседанием у личинки устрицы появляется светочувствительный орган - «глазок» и развивается орган ползания - нога. Эта последняя личиночная стадия называется педивелигером (рисунок 64).

Скорость развития личинок зависит от температуры воды. Личинки тихоокеанской устрицы развиваются в планктоне в течение двух недель при максимальной температуре воды (26 °C - 28 °C) и до 4,5 недели при самой минимальной температуре воды (около 15 °C - 18 °C). Личинки устриц держатся в верхних слоях воды и не опускаются на глубины более 10 м. Максимальная численность наблюдается до глубины 3-4 м, где плотность личинок может достигать нескольких тысяч и даже десятков тысяч экз./м³. По изменению численности личинок устриц на разных стадиях развития можно прогнозировать время начала их оседания и интенсивность оседания. Личинки европейских устриц выходят из материнского организма в стадии хорошо развитого велигера и некоторое время могут плавать в толще воды, оседают через 1-2 недели.

Личинки устриц оседают на твердые субстраты обычно ночью. В течение 1-2 ч личинка может ползать с помощью ноги по его поверхности, выбирая подходящее время для прикрепления. В случае если субстрат не подходит, она может всплывать и некоторое время еще находиться в планктоне. Если место выбрано, личинка закрывает створки и за счет их асимметрии всегда ложится на субстрат левой створкой вниз. Затем, приоткрыв створки, она сильно высовывает свою ногу под

раковину, и из цементной железы, расположенной у основания ноги, выделяется капля цементного раствора.



а — велигер, внешний вид; б — великонха, левая створка; в — внутреннее строение велигера; г — замок великонхи; 1 — парус; 2 — спинной продольный мускул; 3 — мускул-замыкатель; 4 — желудок; 5 — печень; 6 — замковый край раковины; 7 — раковина; 8 — заднепроходное отверстие; 9 — брюшной продольный мускул; 10 — рот

Рисунок 64 – Личинка европейской устрицы

В дальнейшем устрица прикрепляет себя к субстрату уже веществом самой раковины, образуемым краем мантии. После прикрепления, через несколько часов происходит метаморфоз: редуцируется парус, затем нога и «глазок», пара мускулов-замыкателей сливается в один мускул, форма раковины сильно изменяется, на ней появляется фиолетовая радиальная полоса и др. После метаморфоза раковина начинает очень быстро увеличиваться в размерах, прирастая ежедневно на 50-100 мкм. В первые дни суточные кольца роста хорошо видны, и можно сказать - сколько дней прошло со времени метаморфоза каждой особи. Поэтому при просмотре поверхности коллекторов в период сбора на них личинок можно легко рассчитать интенсивность оседания личинок (число осевших и прошедших метаморфоз личинок за сутки на единицу площади коллектора).

Культивирование. Европейскую устрицу выращивают во Франции, Великобритании, Испании, Дании и даже в Норвегии, куда шпат завозят из Франции. Эта устрица интродуцирована в США и Канаду, где ее также успешно культивируют.

Во Франции устричные хозяйства расположены в приливной зоне полуострова Бретань. Заливы и эстуарии, в которых выращивают устриц, защищены от штормов, расположены в сублиторальной зоне с амплитудой прилива 7-9 м и остаются без воды только в высокие отливы — до 12 м. Годовой диапазон изменения температуры 5 °С - 20 °С, солености 31-33 ‰. Содержание кислорода высокое — до 80-90%-ного насыщения. Кормовая база на мелководьях, постоянно омываемых свежей водой, обильная. Кроме того, полузакрытые небольшие бухты в районе плантаций удобряют, чтобы увеличить кормовую базу устриц.

Из большого числа видов устриц, обитающих в Тихом океане, выращивают только пять. Однако даже из этих пяти видов предпочтение отдают тихоокеанской, или гигантской, устрице, которая образует большие скопления преимущественно в мелководных бухтах залива Петра Великого, острова Сахалин, Южных Курильских островов. Естественные местообитания этих устриц — банки — располагаются в сублиторальной отливно-приливной зоне, у устьев рек, кратковременно обнажающихся только с отливами. Особи срастаются, образуя

колонии или так называемые друзы. Самки гигантской устрицы достигают половозрелости на втором, а самцы на первом году жизни. Длина их в это время составляет 40-50 мм. Наиболее интенсивно они размножаются в 3-4-летнем возрасте при длине 130-150 мм. Плодовитость этой устрицы около 100 млн. личинок.

Для разных видов устриц существует множество биотехнологий культивирования, основанных на особенностях условий среды обитания, национальных традициях и многом другом. В основном они сводятся к двум группам: культивированию в толще воды (так называемый японский или плотовый метод) и на дне. Биотехнологическая схема культивирования устриц рассчитана на 15-22-месячный цикл и включает три основных этапа: сбор спата, выращивание в естественных условиях и сбор урожая.

Успешное культивирование устриц проводится в закрытых тепловодных бухтах, лагунах, заливах с соленостью воды от 18 до 33,5 ‰, рН воды 7,2-8,5, содержанием кислорода не менее 90 % насыщения и отсутствием промышленных стоков.

Сбор спата. На первом наиболее ответственном этапе посадочный материал (молодь устриц — спат) получают в природе в период размножения устриц (рисунок 65). Личинки оседают на выставленные в море коллекторы в районе устричных банок.

Для сбора используют коллекторы разной структуры. Конструкции коллекторов различны и зависят от условий среды конкретного района (температуры воды, скоростей течения, мутности и т.д.). Наиболее простой коллектор состоит из раковин моллюсков (раковины более 10-12 см), кусков дерева, пластмассовых пластин, нанизанных на проволоку или веревку. Для более компактного и равномерного размещения в толще воды коллекторы собирают в гирлянды, нанизывая на стальную оцинкованную проволоку. Различают 2 типа гирлянд: уплотненные и разреженные. Уплотненные гирлянды рекомендуются для сбора спата, предназначенного к реализации; разреженные - для выращивания устриц до товарных размеров. В Японии простые коллекторы крепят к бамбуковым шестам или плотам. Коллекторы должны быть чистые (рисунок 66).

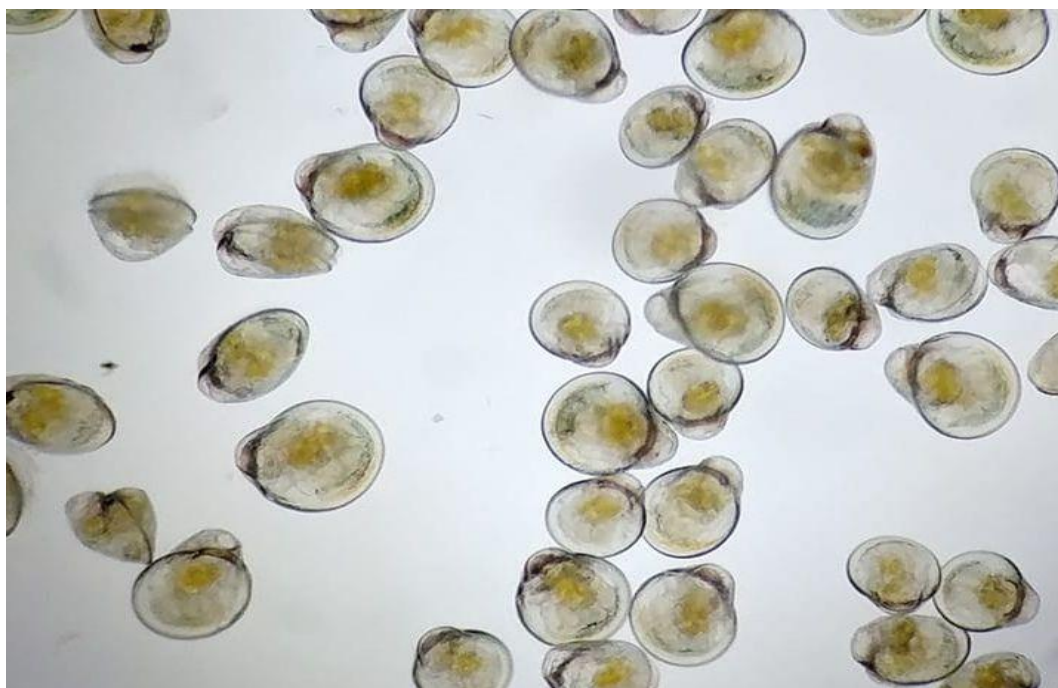


Рисунок 65 – Велигеры тихоокеанской устрицы

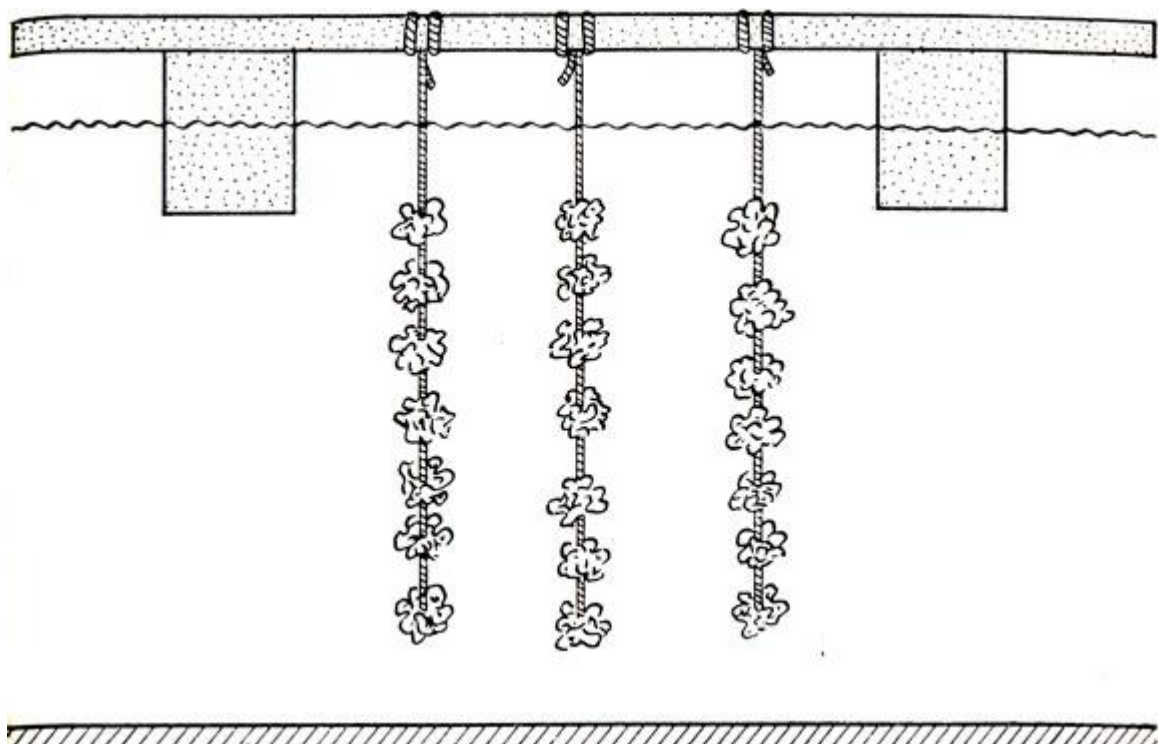


Рисунок 66 – Плотный коллектор для сбор устричного спата

Сроки выставления коллекторов определяются в соответствии с прогнозом времени и интенсивности оседания личинок устриц. Установка коллекторов для сбора спата может продолжаться с июня по август. Продолжительность выставления коллекторов не должна превышать 4-5 дней.

Наблюдения за динамикой численности личинок устриц в планктоне позволяют прогнозировать время и интенсивность оседания их на коллекторы. Развитие личинок устриц сильно зависит от температуры воды. Поэтому наблюдения за динамикой численности личинок должны сопровождаться наблюдениями за изменениями температуры воды.

Нерест устриц в зал. Петра Великого (Японское море) начинается при температуре 18 ± 1 °C. Поэтому при достижении 15 °C - 16 °C необходимо ежедневно измерять температуру на поверхности воды в районе устричной плантации и вблизи устричников, а также пользоваться данными ближайшей гидрометеостанции.

Очень важно установить коллектор на правильной глубине, так как на него должен осесть устричный спат, а не личинки баянусов, которые обитают в толще соленой морской воды, поэтому коллекторы устанавливают на опресненных мелководьях. Оптимальная глубина погружения коллекторов в толщу воды от 0,5 до 3,0 м. Для сбора спата плотность коллекторов должна быть не более 10 гирл./м², для выращивания - не более 6 гирл./м². Гирлянды коллекторов подвешивают к бамбуковым рамкам, плотам и крепят ко дну таким образом, что они только при отливах остаются без воды. В течение всего периода оседания личинок (июль-август) проводят контроль за плотностью оседания путем регулярного (через 1-2 дня) взятия нескольких коллекторов, подсчета и измерения осевших личинок и спата.

Нормальной плотностью оседания спата считается 20-50 экз./раковину. При плотном оседании и высоких температурах наблюдается повышенная смертность, которая при очень плотном оседании и соответствующих условиях может достигать 50 %. Ее можно сократить, вовремя выполнив разреживание - механическое удаление лишнего спата. Это очень трудоемкая операция. Для облегчения процесса снятия можно нанести на коллекторы перед сбором спата особый состав или

использовать пластины, покрытые портландцементом, с которых молодь сама отделяется от субстрата (рисунок 67).



Рисунок 67 – Устричный спат, отделенный от коллекторов

На небольшие расстояния спат можно перевозить на палубе судна или в кузове автомашины в течение 1-3 суток. Гирлянды коллекторов со спатом нужно вынуть из воды, промыть струей морской воды от ила, уложить рядами, прокладывая морскую траву или влажный поролон для предохранения от высыхания. Сверху коллекторы накрыть плотным брезентом для защиты от прямых солнечных лучей. При транспортировании спата на дальние расстояния коллекторы со спатом снимают с гирлянд, упаковывают плотно в термоизоляционные ящики, прокладывая между ними влажную зостеру или поролон. Для стабилизации температуры в ящики помещают 1-2 кг льда в полиэтиленовых пакетах. Лед заменяют через 12 ч.

Подращивание спата и молоди. На втором этапе спат выращивают в частично контролируемых условиях. Второй этап длится 1-2 месяца, от оседания личинок до середины сентября. В это время выполняются наблюдения за ростом и

выживаемостью спата, в конце периода определяется плотность посадки спата на коллекторах, организуется транспортирование спата к местам дальнейшего культивирования. По мере роста устриц плотность увеличивается, а условия дыхания, питания и роста ухудшаются. Чтобы улучшить условия их существования, необходимо удалять часть молоди и пересаживать ее на другие коллекторы (рисунок 68).

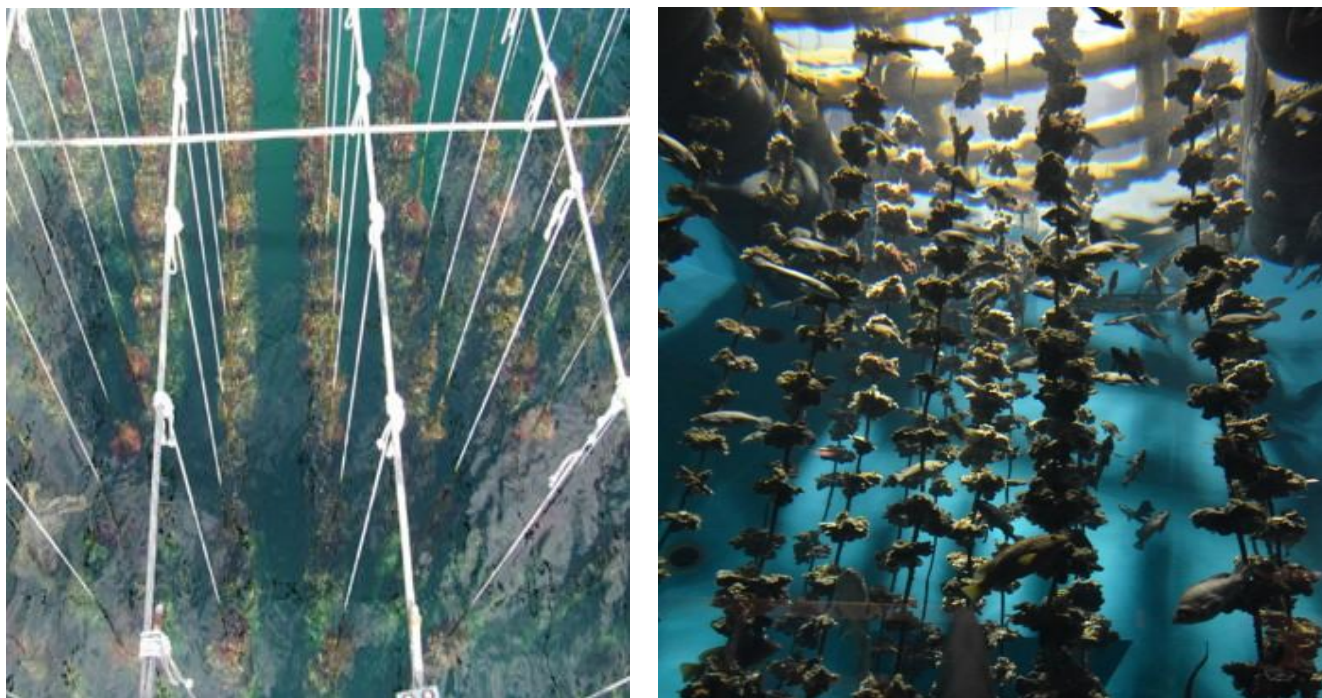


Рисунок 68 – Устричные коллекторы

Для оценки выхода конечной продукции определяется количество живых устриц на одной гирлянде коллекторов и делается пересчет на всю установку. Сентябрь-ноябрь - период подращивания молоди от 1-2 до 5-7 см (высота раковины). Главная задача на этом этапе - контроль за ростом, выживаемостью устриц и их обрастанием. Обрастания на коллекторах появляются одновременно с оседанием личинок устриц и представлены в основном полихетами - серпулидами, гидроидами, асцидиями, усоногими ракообразными (балянусами), мидиями, бурыми водорослями. Обрастания в небольших количествах не причиняют вреда устрицам и даже полезны для нормального роста. Некоторые обрастатели отмирают сами, с

другими необходимо бороться. Рекомендуется, при необходимости, очистку от обрастаний проводить одновременно с разреживанием спата. При повышении количества обрастаний более 20 % общей биомассы следует проводить очистку коллекторов и устриц с помощью жестких щеток и скребков.

Период подращивания молоди заканчивается в начале ноября, когда температура воды понижается до 8 °С - 10 °С и наступает период зимней спячки. С ноября по апрель устрицы практически не растут. К ноябрю молодь имеет средние размеры 3-7 см и массу около 50 г, а некоторые достигают наименьшего промыслового размера - 8 см. Отход устриц при нормальном гидрологическом режиме за зиму не превышает 10 %.

В зимний период необходимо следить, чтобы не происходило вмерзания устриц в лед и касания коллекторами дна. В зависимости от географических условий, района культивирования возможны два варианта зимнего содержания: 1) притапливание установок вместе с коллекторами на глубину, большую глубины промерзания (не менее 1 м); 2) заглубление самих коллекторов на ту же глубину, установка находится на плаву. В обоих случаях обязателен водолазный контроль якорных креплений во избежание подвижек установки вместе со льдом и опускания коллекторов до дна. Глубина погружения коллекторов не менее 1-2 м от дна.

Подъем устричных установок или гирлянд коллекторов проводят в конце апреля - начале мая. Важно выполнить это вовремя, так как устрицы начинают расти, увеличивая массу, и могут опускаться на дно, где значительно хуже условия для роста и много хищников, способных заползти со дна и уничтожить часть урожая. После подъема устриц к поверхности воды определяют выживаемость их за зимний период. Одновременно определяют продукционные показатели устриц.

В мае начинается активный рост устриц, который замедляется или даже прекращается во время нереста (июнь-август). Биомасса устриц быстро увеличивается, поэтому необходимо в апреле-мае произвести дополнительное разреживание гирлянд коллекторов - увеличить расстояние между гирляндами на установках до 50 см, распределив их равномерно.

В августе, когда температура воды достигает максимума, наблюдается повышенная смертность годовиков (до 20 %), связанная с ослаблением защитных функций организма после нереста. В июле-августе на устрицах появляются обрастатели, среди них доминирует молодь следующего поколения устриц. Обычно очистка обрастаний не производится, так как обрастатели не могут конкурировать с крупными устрицами.

Период нагуливания охватывает сентябрь-октябрь. За это время мясо устриц вырастает почти в два раза. Устрицы интенсивно питаются, и установки с устрицами желательно поместить в районы, богатые пищей, т.е. создать им наиболее благоприятные условия для нагуливания. Общая выживаемость устриц от спата до товарных размеров составляет 50 %.

Сбор товарных устриц. Третий этап – сбор товарной продукции длится с конца октября до конца мая следующего года. В течение этого времени проводится сбор устриц, достигших товарных размеров, полностью или небольшими партиями. Чаще всего урожай снимают осенью, так как отпадает необходимость второй зимовки, тем более что показатели устриц за зиму не изменяются.

Сбор урожая - самый трудоемкий процесс, он включает в себя несколько операций: съем гирлянд коллекторов, отделение устриц от коллекторов, разделение на отдельные экземпляры или небольшие дружки, очистку, сортировку и упаковку товарных устриц. В случае загрязнения устриц токсичными веществами производится санитарная очистка устриц - выдерживание их в дезинфицированной морской воде в специальных очистных сооружениях.

Работы по сбору устриц проводят с понтон-площадок, плотов, мотоботов или других плавсредств, имеющих рабочую площадку на открытой палубе. Подъем гирлянд с устрицами выполняют вручную, если масса их не превышает 20-30 кг, или с помощью грузоподъемных механизмов. За верхнее кольцо проволоки гирлянды цепляют крючок, обрезав поводец, вытаскивают ее из воды и складывают на палубе в кучу (рисунок 69).



Рисунок 69 – Подъем устричных коллекторов

Устриц очищают от организмов-обрастателей, промывают до полного удаления ила и биоотложений струей морской воды, сортируют. Устриц, размер раковины которых менее 8 см, рассаживают в садки для доращивания. Размер товарной устрицы – 12 см и более, масса одной товарной устрицы – 100-150 г и более.

Особенности различных технологий культивирования устриц. Наиболее примитивной являются технология культивирования устриц на дне в естественных условиях, когда на мелководье разбрасывают в качестве коллекторов камни или пустые раковины моллюсков. Такие донные плантации создают в местах, где есть устричники или издавна существуют плантации с производителями. Наиболее подходящими местами являются обширные мелководья закрытых бухт и заливов, обнажающиеся на несколько часов во время отлива. В этом случае не требуется никаких плавсредств. Обширные участки литорали, используемые под

культивирование, называются устричными парками. Такая технология применяется на атлантическом побережье Франции (эстуарии Жиронда, Марен-Олерон, Аркашон и др.), США (Чесапикский залив и др.), Австралии (о. Тасмания).

Амплитуда приливо-отливных колебаний воды в них достигает 6-8 м, и поэтому в отлив обнажаются широкие отмели, вытянутые вдоль эстуария на десятки и сотни километров. Ни для каких иных целей, кроме устрицеводства, они не пригодны. Все работы проводят во время отлива, и поэтому устрицеводы используют лунный календарь с таблицами приливов и отливов. Устричный спат собирают на коллекторы обычно в нижней зоне парка, находящейся под водой большую часть времени. Верхняя часть парков используется для выращивания устриц до товарного размера. Таким способом выращивается основная часть урожая европейской устрицы (рисунок 70).

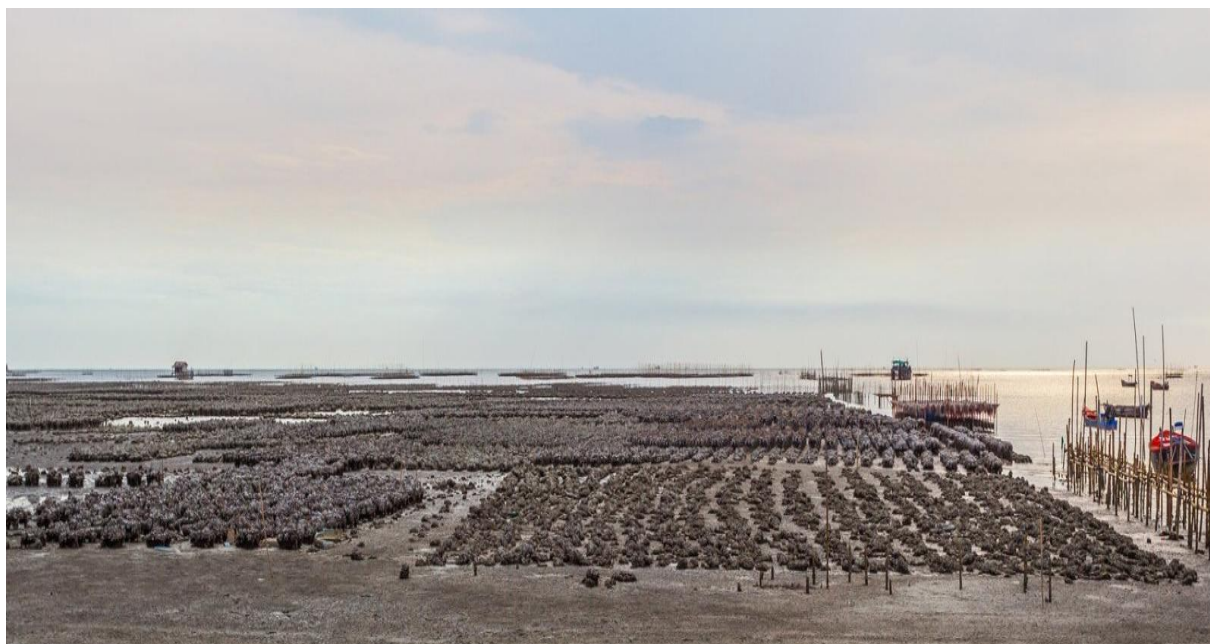


Рисунок 70 – Устричные парки во время отлива

От донного культивирования происходят биотехнологии придонного культивирования, т.е. когда устриц выращивают не на дне, а в приподнятом состоянии или в толще воды на некотором расстоянии от дна. К ним относится, например, так называемый палочный метод (рисунок 71). Он заключается в том, что

на мелководье в дно втыкают ряды палок с коллекторами в верхней части. Палки имеют длину от 0,2 до 1,5 м, чтобы устрицы находились в толще воды необходимый период времени для оптимального роста в течение приливо-отливного цикла. Палочный метод культивирования устриц получил свое развитие в странах Восточной Азии (КНР, Тайвань, Республика Корея и др.).

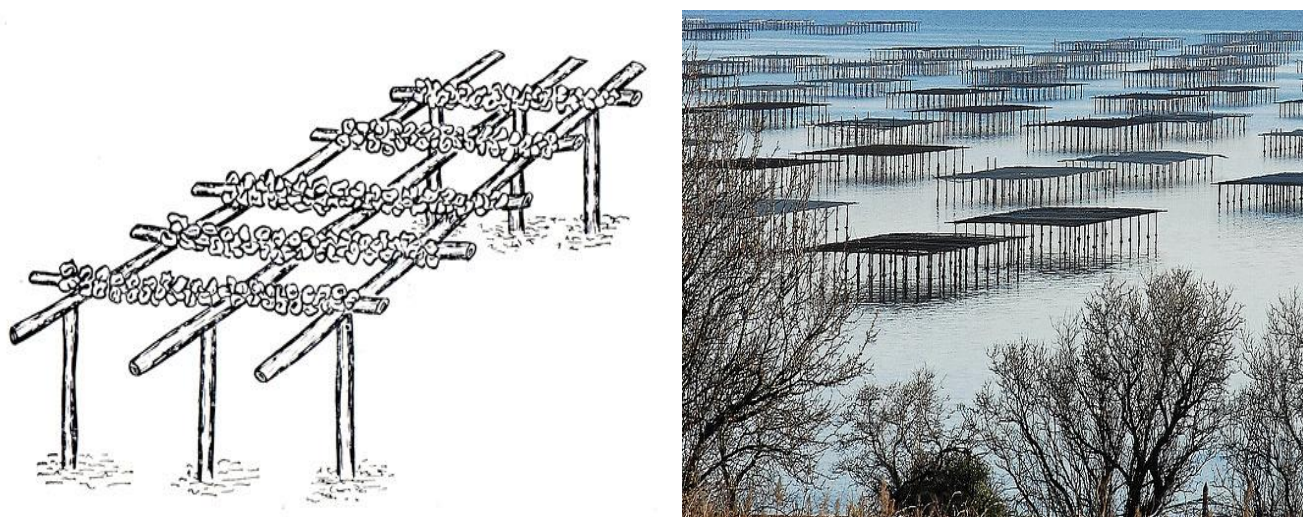
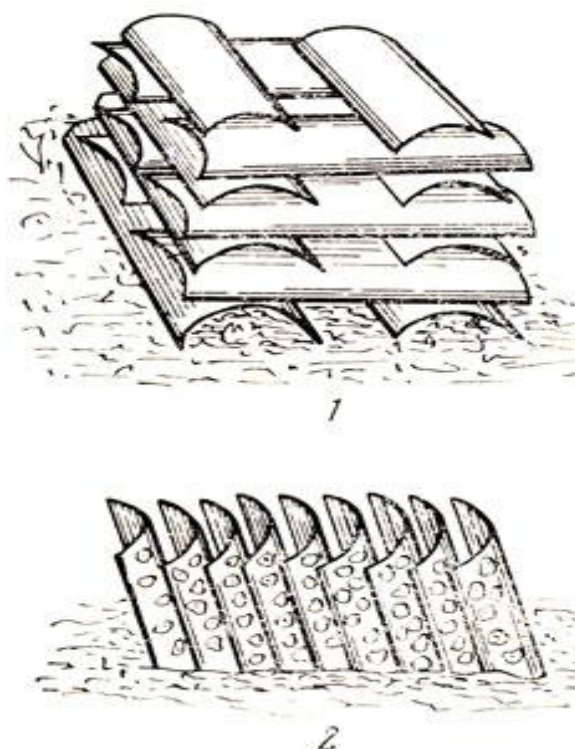


Рисунок 71 – Палочный метод культивирования устриц

При культивировании устриц придонным методом для сбора спата на коллекторы применяют керамические плитки и после подращивания молодь высевают в устричные парки. В качестве коллекторов используют плитки кровельной черепицы или специальные плитки для устрицеводов. Они имеют длину около 30-40 см. Плитки-коллекторы втыкают рядами одним концом в дно или из плиток складывают стопки, укладывая их попарно вогнутой стороной вниз, наподобие колодца. В местах, где возникают волнения воды, плитки скрепляют между собой проволокой через пробитые отверстия. Описанный метод сбора спата применяют во Франции (Бретань) для европейской устрицы, португальской устрицы. Примерно через полгода после сбора спата такие коллекторы разбирают и снимают с них молодь устриц, которую затем высеивают в парках (рисунок 72).



1 - черепичные коллекторы для сбора личинок устриц, 2 - подращивание молоди устриц на черепичных коллекторах

Рисунок 72 – Черепичные коллекторы

В Японии на литоральных участках применяют так называемый зонтичный метод культивирования устриц. Он заключается в том, что во время отлива на литорали забивают центральный кол, от которого радиусами натягивают гирлянды коллекторов, прикрепляемые другим концом к небольшим кольям, забитым по периметру круга. Такое сооружение имеет вид зонтика.

Особым вариантом устрицеводства является культивирование устриц в искусственных морских прудах, называемых клерами. Их строят в прибрежных районах с большими амплитудами приливов (от 1,5 до 6 м). Большие неглубокие пруды связаны с морем системой каналов. Каналы и пруды имеют запорные устройства, позволяющие перекрывать вход и выход воды во время приливов и отливов. Размеры и форма клеров не имеют принципиального значения и часто

отделены друг от друга лишь небольшими насыпями почвы, вынутой при их строительстве (рисунок 73).



Рисунок 73 – Устричные клеры

В клерах устриц выращивают прямо на дне, равномерно разбрасывая лопатами молодь с необходимой плотностью или устанавливают невысокие подставки или стеллажи, на которых размещают лотки или садки с выращиваемыми устрицами. При таком методе культивирования устриц появляется возможность регулирования их роста и качества за счет контролирования кормовой базы. После сбора урожая из клеров в отлив сливают воду и убирают лопатами или специальными машинами накопившийся на дне ил. Ил идет на укрепление дамб и стен клеров. Затем их заполняют водой, разводят микроводоросли и засеивают молодь устриц.

Выращивание устриц помимо прудов можно проводить в искусственных морских бассейнах, расположенных как под открытым небом, так и в помещении.

Вода в них подается из моря самотеком или с помощью насосов. Такие устричные хозяйства есть на севере Франции (в провинции Нормандия). Стены и дно таких бассейнов могут быть как из грунта (гравий), так и из железобетона.

Придонные методы культивирования позволяют использовать различные участки с непригодными для устрицеводства грунтами. Расположение коллекторов над грунтом позволяет более эффективно собирать личинок устриц из планктона, предохранять выращиваемых устриц от донных хищников, улучшать условия для роста и развития моллюсков.

В последнее время в ряде стран (Франция, Австралия и др.), где имеются обширные мелководья, получило развитие культивирование устриц на специальных подставках или стеллажах, изготовленных из металлической арматуры. Эти стеллажи устанавливают рядами на подходящих участках литорали, а затем в нужное время размещают на них ряды гирлянд коллекторов или коллекторы, собранные в мешки (рисунок 74).



Рисунок 74 – Культивирование устриц на стеллажах

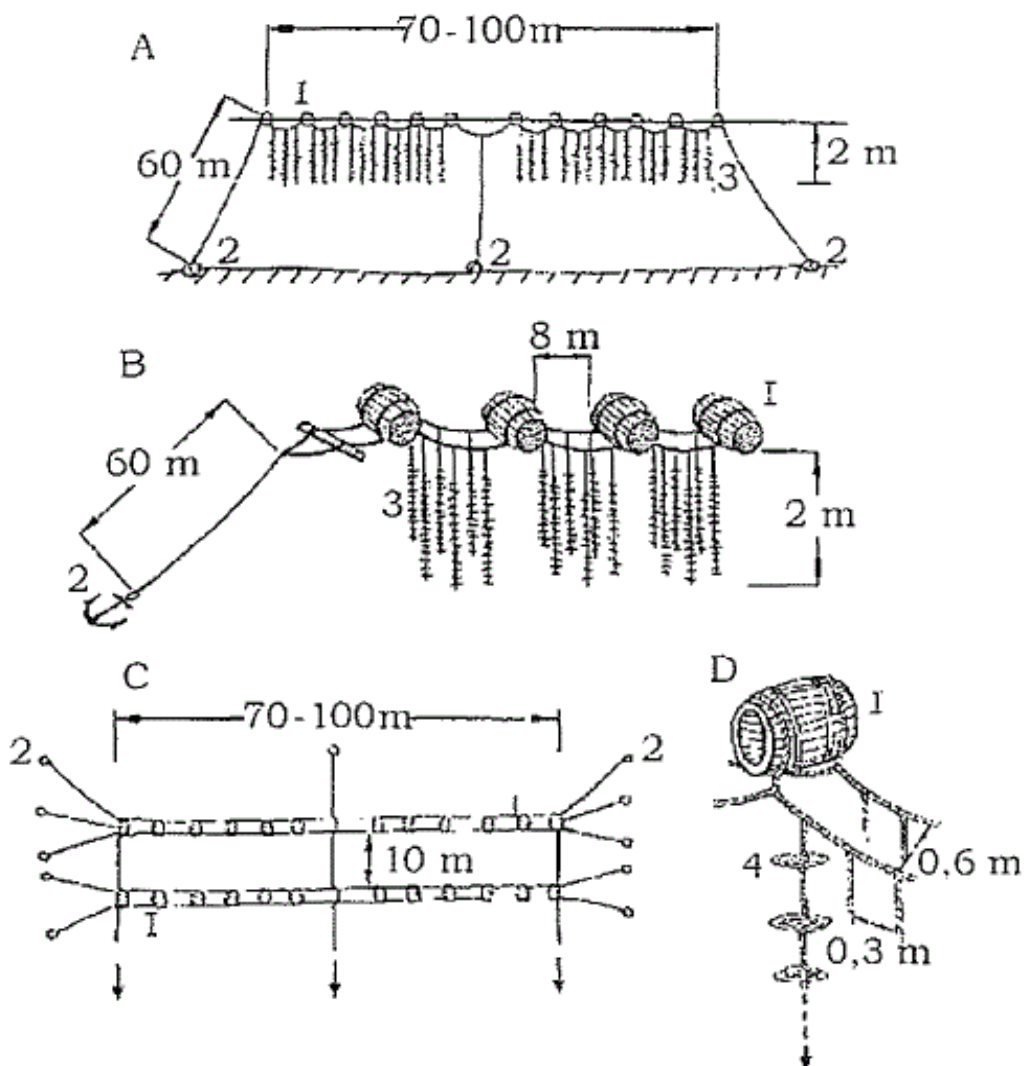
Более продуктивными считаются биотехнологии культивирования устриц в толще воды на жестких гидробиотехнических сооружениях. Применение таких сооружений возможно в теплых регионах на мелководьях (до 10 м) в закрытых бухтах или лагунах. В качестве гидробиотехнических сооружений широко используют деревянные столбы, сваи с деревянными горизонтальными перекладинами, металлические и железобетонные сваи. Их рядами вертикально заглубляют в грунт на глубину несколько метров, а сверху скрепляют поперечными и продольными перекладинами. Размеры таких установок могут быть различными и достигать в длину 50 м при ширине 25 м. Для обслуживания установки поверх нее часто делают деревянные дорожки. К рядам горизонтальных перекладин на оптимальной глубине привязывают гирлянды коллекторов и садков, оставляя промежутки между ними не более 1 м. Коллекторы не должны касаться дна и быть приподняты от него не менее чем на 1 м. Гирлянды коллекторов размещают на расстоянии 0,3-0,5 м друг от друга (рисунок 75).

Основным преимуществом таких жестких установок является их высокая продуктивность, так как в расчете на единицу площади или объема находится максимальное количество коллекторов (до 10 шт. на 1 м²). К недостаткам относят ограничения, связанные с глубинами и штормоустойчивостью. Тем не менее более половины мирового урожая устриц получают с установок таких конструкций.

В XX в. появились сначала в Японии, а затем стали использоваться и в других странах так называемые гибкие установки для выращивания устриц, или плоты. Ранее плоты изготавливали из пустых бочек (деревянных и металлических), бревен, труб с запаянными концами и др. В настоящее время созданы специальные плоты с плавающими элементами из пластмасс. Поверх наплавов крепят легкую раму из бамбуковых жердей, на которые укладывают перекладины. Получается подобие крупной решетки, находящейся над водой. К перекладинам такой решетки подвешивают коллекторы и садки. Плоты связывают между собой цепями или канатами, а крайние - заякоряют.

Плотовый метод удобен тем, что в случае неблагоприятных условий плоты можно транспортировать вместе с коллекторами из одного района в другой. К

недостатком относится слабая штормоустойчивость плотов. Поэтому их выставляют в закрытых и полузакрытых бухтах.



А – П-образная система; В – отдельный ярус; С – серия ярусов; D – элемент яруса
1 – наплава на хребтине; 2 – якорь; 3 – ваер с коллекторами; 4 – коллектор

Рисунок 75 – Гидробиотехническое сооружение для культивирования устриц

Гораздо лучшей штормоустойчивостью обладают более современные ярусные линии - гибкие конструкции устричных установок, изготовленные из канатов с нанизанными на них небольшими наплавами. При прохождении волны канаты таких установок испытывают волнообразные движения, что смягчает рывки и

предохраняет их от разрушения. Поэтому такие гибкие установки часто монтируют в открытых бухтах. Одним из вариантов гибких конструкций ярусных линий является рамная установка. В ее основу положен каркас огромной квадратной рамы, изготовленной из толстых канатов, длина стороны которой достигает 100 м. Для поддержания ее у поверхности воды к раме прикрепляют наплава, а к углам - большие буи. Квадратная форма рамы поддерживается за счет угловых оттяжек, закрепленных к массивным якорям, и боковых оттяжек, прикрепленных к якорям меньшей массы. Между двумя противоположными сторонами рамы параллельными рядами натягивают канаты, оснащенные через 0,5-1 м наплавами. Обычно между соседними канатами оставляют расстояние 5 м. К этим несущим (рабочим) канатам и прикрепляют коллекторы и садки с устрицами. На зимний период ярусные линии легко заглубляют, подвешивая через определенные промежутки небольшие якоря на длинных веревках. К недостаткам ярусных линий относится их относительно небольшая грузоподъемность.

Вопросы для самопроверки:

1. Какова биология устриц?
2. Какие стадии жизненного цикла выделяют у устриц?
3. Какие виды устриц выращивают в России?
4. Перечислите основные этапы выращивания устриц.
5. Каковы параметры среды для культивирования устриц?
6. Что представляют собой гидробиотехнические сооружения для культивирования устриц?
7. Охарактеризуйте придонный метод выращивания устриц.

5 Лабораторная работа № 5

Культивирование морского ушка и тихоокеанского петушка

Цель: изучить методику культивирования морского ушка и тихоокеанского петушка. По таблицам и рисункам познакомиться с биологией этих моллюсков.

Материалы и оборудование: плакаты, фотографии, модели оборудования.

Задание:

1. Познакомиться с особенностями биологии, экологии, распространения морского ушка и тихоокеанского петушка, законспектировать материал и зарисовать внешний вид этих моллюсков.

2. Изучить технологию культивирования морского ушка и тихоокеанского петушка. Законспектировать материал. Сравните технологии искусственного воспроизводства морского ушка и тихоокеанского петушка. Укажите сходства и различия.

3. Подготовить сообщение по теме «Культивирование морских брюхоногих моллюсков».

Теоретический материал

Морские ушки или галиотисы из сем. Haliotidae относятся к классу брюхоногих моллюсков. Этот класс насчитывает около 85 тыс. видов, но только 10 видов из сем. Haliotidae имеют промысловое значение. Раковина галиотисов напоминает по форме человеческое ухо с маленьким, плоским завитком сбоку на заднем конце, очень широким входом, с развитым перламутровым слоем и рядом отверстий вдоль левого края. Крышечки нет. Моллюск больше раковины, с широкой, по краям бахромчатой ногой и глубоким щелевидным вырезом мантии (который соответствует ряду отверстий раковины). Морда короткая, глаза на коротких стебельках. Средние размеры галиотисов составляют 5-7 см, но представители отдельных видов достигают 35 см в длину.

Распространение. Морские ушки, как правило, теплолюбивые виды, обитающие в Тихом, Индийском и Атлантическом океанах у азиатского и американского берегов, у берегов Африки, встречаются у берегов Австралии и в Средиземном море. В слабосоленоватых морях не встречаются. Наибольшие по численности популяции образуются на скалистом субстрате в тропической зоне, где этих медленно перемещающихся моллюсков и собирают аквалангисты. Крупнейшие по размеру разновидности морского ушка обитают у берегов Японии, Австралии, Новой Зеландии и Калифорнии.

Добывают морское ушко из-за ценного мяса как продукт питания и ради его раковины, представляющей высокосортное сырье для изделий из перламутра. Очень ценными считаются морские ушки из рода **Haliotis** - калифорнийские виды **H. fulgens** и **H. rufescens** и японский вид **H. gigantea** с очень ценным перламутром. Общий вылов составляет около 3 тыс. т. В российских водах обитает лишь один вид семейства **Haliotis discus** (Reeve, 1846), который встречается только у берегов Камчатки (рисунок 76).

У дисковидного галиотиса своеобразная, похожая на ухо раковина, по краю пронизанная рядом круглых отверстий, через которые выдвигаются щупальцевидные отростки мантии и выводится наружу вода из полости тела. Раковина плотная, снаружи ярко окрашена, а с внутренней стороны покрыта перламутровым слоем. На гладкой или бугристой поверхности раковины играют все цвета радуги. Это происходит потому, что тончайшие слои перламутра разлагают спектр солнечного света, подобно пленке мыльного пузыря. Материал, из которого сложена раковина моллюска — карбонат кальция, по структуре это минерал арагонит, помещенный в органическое вещество (белок). Этот особый минерал называют также перламутром. Минерал имеет большую твердость. Моллюск присасывается подошвой очень мощной ноги к камням и скалам. На переднем конце головы находятся щупальца и выше них короткие выросты с глазами. Мантия выстилает раковину и образует мантийную полость, в ней размещаются жабры и гонады.

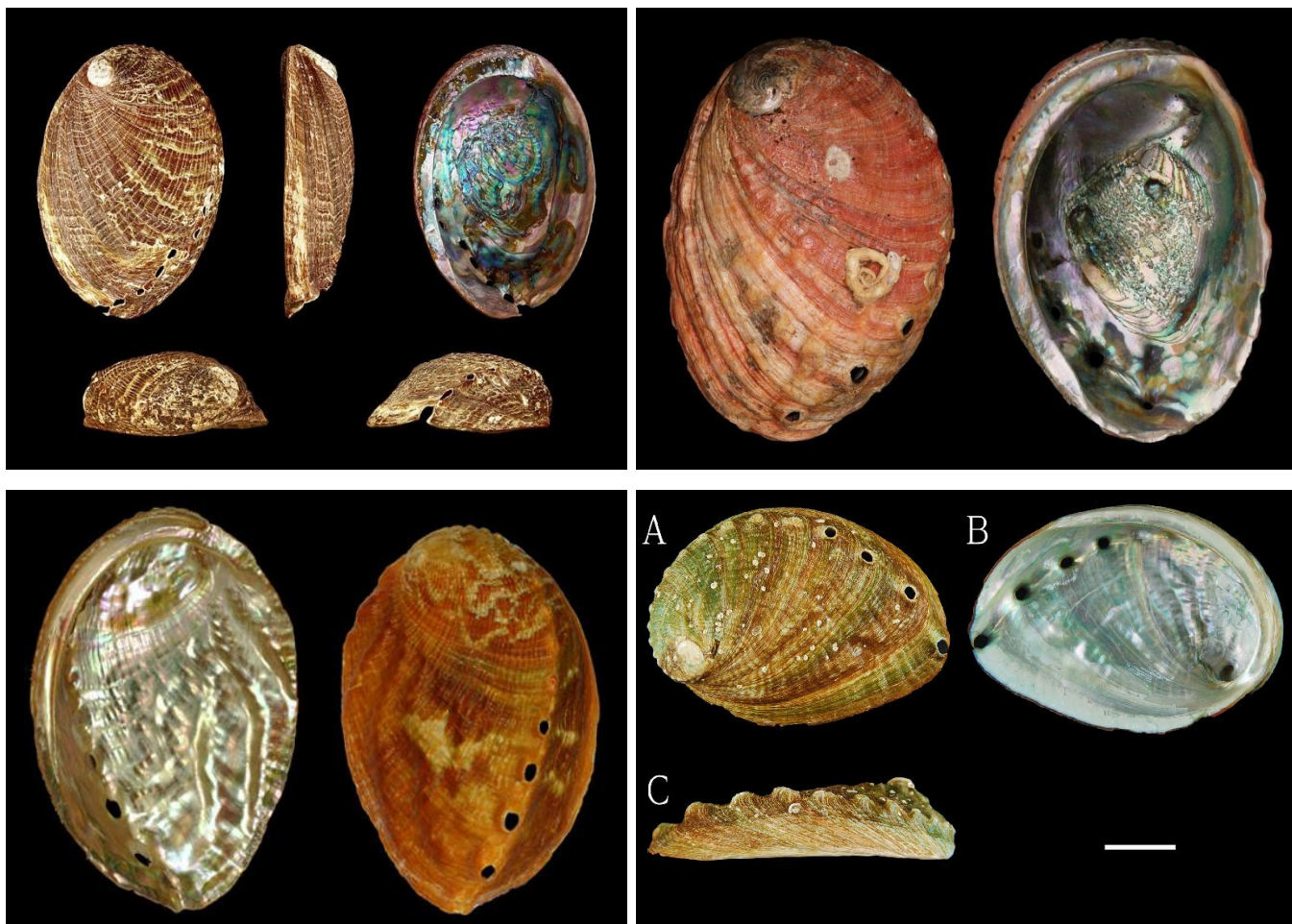


Рисунок 76 – *Haliotis fulgens*, *Haliotis rufescens*, *Haliotis gigantea*, *Haliotis discus*

Размножение. В естественных условиях *Haliotis discus* нерестится при температуре 15 °С - 20 °С с августа по октябрь. Половозрелые моллюски подходят к берегам, первыми начинают метать сперму самцы, стимулируя нерест самок. Самки откладывают до 10 млн. яиц сферической формы диаметром 220 микрометров. Гонада зрелых самцов имеет желтый цвет, в то время как незрелых особей - молочно-белый.

Оплодотворенные в воде яйца опускаются на дно. Через 13 ч после оплодотворения начинается выклев личинок, через такое же время они переходят в стадию велигера, а через 6-11 суток превращаются в молодь и оседают. Личинки питаются диатомовыми или жгутиковыми водорослями, достигнув размеров 40-100 мм, особи питаются макрофитами (рисунок 77).

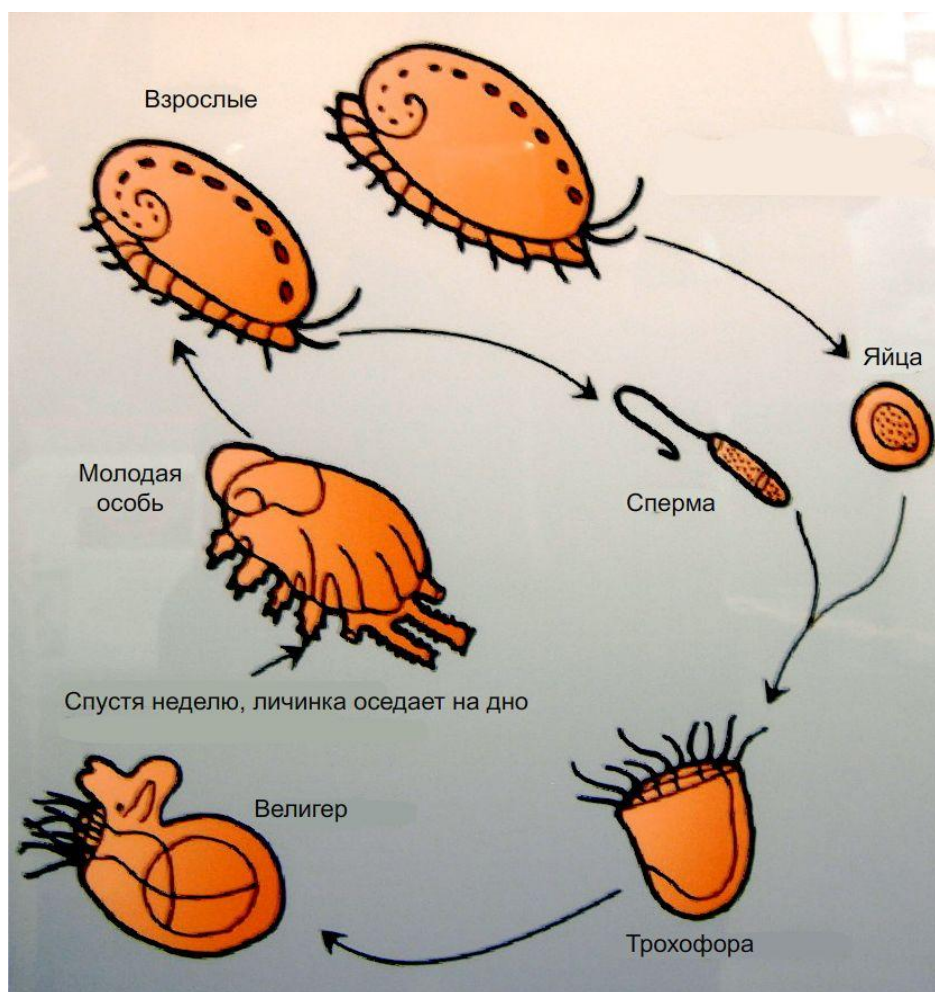


Рисунок 77 – Жизненный цикл морского ушка

Культивирование. Для размножения и выращивания морских ушек (дисковидного галиотиса) в период с марта по ноябрь отлавливают самцов и самок с размером раковины 7-9 см и размещают в бассейны в соотношении 1:4. Зрелость производителей определяют по цвету гонад - у самцов они желтые, а у самок - зеленого цвета. Собранных особей сначала подвергают обработке раствором антибиотика, который добавляют в фильтрованную морскую воду в 5%-й концентрации, а затем на 10-15 минут оставляют на воздухе. Производителей выдерживают в течение часа при температуре воды 3 °С - 7 °С, а затем воду подогревают до 20 °С. Стимулируют созревание половых продуктов облучением воды ультрафиолетовыми лучами, повышением температуры воды до нерестовой

или добавлением 3,7%-го раствора хлорида кальция. Перечисленные способы используют по отдельности или комбинируют.

После вымета особями половых продуктов нужно как можно быстрее произвести искусственное оплодотворение, поскольку спермии морского ушка активны только в течение часа. В емкости с фильтрованной морской водой помещают 10.000 спермиев и 1.500-4.000 яйцеклеток (в расчете на 1 л), перемешивают. Оплодотворенные яйца помещают в бассейны размером 2х1,4х1,4 м по 100 тыс. экз. в каждый.

Выклюнувшихся личинок, которые собираются у поверхности воды, переносят в выростные бассейны, содержат при плотности посадки 50-300 экз./л, оставляют без смены воды до фазы оседания и кормят одноклеточными планктонными водорослями. Оптимальная температура воды - 20 °С. Температура воды ниже 17 °С и выше 24 °С является губительной для выращивания личинок морских ушек. Емкости для содержания личинок должны иметь размер 30-60 см. Плотность посадки личинок - от 100.000 до 1.000.000 личинок на 1 т воды. Перед оседанием в бассейнах с проточной водой устанавливают рифленые пластмассовые пластины размером около 50 см². На них оседают бентические диатомовые водоросли, после чего эти пластины устанавливают в бассейнах с личинками морского ушка, близкими к оседанию. Плотность пищевых организмов на пластинах должна быть 3000 клеток размером 5-10 мкм в течение первых 5-10 дней выращивания. Через 10 дней после оседания в емкости помещают диатомовые водоросли размером 20 мкм (рисунок 78).

Основные требования к условиям выращивания личинок следующие:

- Постоянная температура воды 20 °С в течение 60 дней.
- Соленость 30 ‰, pH = 8-8,3.
- Насыщение кислородом 70-100 %, при необходимости - аэрация.

Высокая смертность личинок в первые 60 дней может быть вызвана плохим качеством яйцеклеток - их незрелостью, качеством воды, количеством и качеством пищи и сопутствующими микроорганизмами. Все параметры должны быть под контролем.



Рисунок 78 – Морские ушки, осевшие на субстрат. Рифленые пластины для культивирования морского ушка

Через 80 дней при достижении ушком размера 5-6 мм особей нужно переместить в емкости с параметрами 60x80x30 см. Особей с размером раковины 6-10 мм кормят ульвой, с размером раковины 10-13 мм - ламинарией, ундарией и ульвой. Хороший темп роста молоди морского ушка бывает при кормлении его искусственными кормами, в состав которых входят сухая водоросль ундария; альгинат натрия; рыбная мука (40 % смеси) и витамины. Выживаемость до размера 30 мм составляет 80 %. Молодь, выращенная до размера 30 мм, размещается на естественных банках. Через 2 года в теплой воде моллюски достигают товарного размера - 12 см.

Интересен метод выращивания ушка в поликультуре. При этом детрит и биоотложения моллюсков используются полихетами (многощетинковые черви), а растворенные органические и минеральные вещества - водорослями хондрусом и ульвой, которые в свою очередь потребляются морским ушком.

Тихоокеанский петушок (*Ruditapes philippinarum*) известен в мире под названием филиппинский, манильский или японский петушок (рисунок 79). Он обитает в прибрежных водах Желтого, Восточно-Китайского, Южно-Китайского и Японского морей, в южной части Охотского моря и у тихоокеанского побережья Японских островов. Петушок тихоокеанский широко распространен в мелководных

бухтах зал. Петра Великого, где до середины 1930-х годов существовал его промысел.

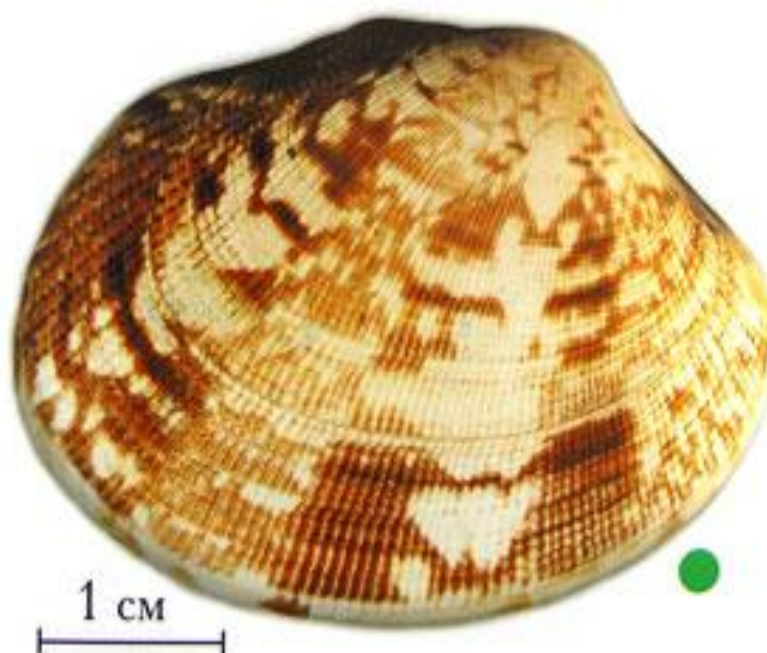


Рисунок 79 – Тихоокеанский петушок (*Ruditapes philippinarum*)

Размножение. Петушок тихоокеанский является раздельнополым видом. В отдельных случаях встречаются гермафродитные особи (0,1-2 % от общего количества). Половозрелость наступает на втором-третьем году жизни, но наиболее крупные годовики тоже имеют зрелые половые продукты. Минимальный размер самцов, имеющих зрелые половые продукты, составляет 15,1 мм, самок - 15,3 мм.

Нерест моллюсков в различных местах ареала происходит при широком диапазоне температуры воды. В заливах Посьета и Славянском нерест петушка зарегистрирован в июле - начале августа при температуре воды 18 °С - 22 °С. В зал. Восток он начинает нереститься при температуре 15 °С - 16 °С. В лаг. Буссе петушок нерестится в августе при температуре воды 18 °С - 20 °С. В Китае (провинция Фуцзянь) при культивировании моллюсков в прудовых хозяйствах нерест происходит в октябре при температуре воды 18 °С - 27 °С. В прибрежных водах Японии нерест петушка происходит два раза в год. Первый нерест

наблюдается в конце весны - начале лета (температура воды 14 °С - 21 °С), второй - с начала и до конца осени (температура воды 25 °С - 18 °С). В экспериментальных условиях созревание гонад петушка тихоокеанского происходит при температуре воды 12 °С, а вымет гамет - при температуре выше 15 °С.

Плодовитость *R. philippinarum* зависит от размеров самки. По литературным данным, она варьирует от 432.000 шт. при длине самки 20 мм до 2.350.000 шт. при длине раковины 40 мм. Нерест порционный. За один нерест самки выметывают до 400 тыс. шт. икринок.

Гонада петушка имеет типичное строение для двустворчатых моллюсков. Гонады помещаются в верхней части ноги и летом, в период накопления половых клеток, просвечивают через ее мышечный слой. В этот период гонады окрашены у самок в желтый, а у самцов - в кремово-розовый цвет. Парные половые железы состоят из множества ацинусов, переходящих в ветвящиеся трубочки, которые открываются в тонкие выводные каналы. Гонады имеют гонодукты, которые заканчиваются двумя щелевидными отверстиями. Проходя по гонодуктам, гаметы попадают в мантийную полость и выводятся через сифон.

Жизненный цикл тихоокеанского петушка включает три стадии развития: планктонную (эмбриональное и личиночное развитие), прикрепленную (развитие и рост осевшей молоди на субстрате) и закапывающуюся (жизнь в грунте). Личиночные стадии сменяют друг друга: трохофора, велигер, педивелигер, осевшая молодь, ювенильные и половозрелые особи.

Оплодотворение наружное. Яйцо круглой формы, диаметр по оценкам разных авторов составляет 63-80 мкм. Сперматозоиды имеют хвостик длиной 57-62 мкм. Яйца окружены желточной и студенистой оболочками. Толщина желточной оболочки около 1-2 мкм, толщина студенистой - 10 мкм. Половые продукты выметываются в воду, где происходит оплодотворение, которое может осуществляться на любой стадии процесса созревания до метафазы II. После чего начинается развитие зародыша.

После оплодотворения через 15 мин появляется 1-й полюс, через 20 мин - 2-й полюс. Затем начинается деление на 2, 4, 8, 16 и 32 бластомера с образованием

бластулы. Когда длина бластулы достигает 70-80 мкм - она имеет вид шара, появляются реснички, и она начинает крутиться вокруг своей оси. От получения яйца до образования бластулы проходит 3 часа.

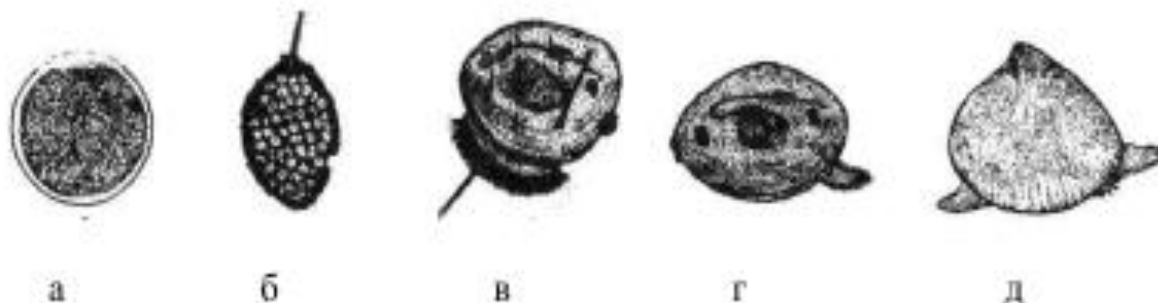
Гастроула - появляется через 4,5 часа, имеет вид шара, начинается впячивание. Локомоторный аппарат такой личинки образован широким поясом ресничек в передней части тела. Через 7 часов эмбрионы приобретают грушевидную форму, образуется трохофора. Она имеет длинный жгутик и широкое ресничное кольцо - прототрох, обеспечивающее активное передвижение в толще воды. На этой стадии формируется кишечник. Через 12,5 часа длина трохофоры 90 мкм, она хорошо различима. Трохофоры не питаются.

Сразу после выворачивания раковинной железы начинается формирование раковины. Постепенно с двух сторон раковина плотно облегает эмбрион - образуются две тонкие прозрачные створки. Оформление раковины заканчивается через 19 часов с появлением велигера. Длина личинки в это время - 111 мкм. На этой стадии начинает развиваться пищеварительная система. Через 5 часов личинки переходят на активное питание.

Личинки имеют форму, типичную для велигеров двустворчатых моллюсков, и активно передвигаются в толще воды с помощью паруса. Парус или велюм - это разросшаяся анимальная часть трохофоры, окаймленная ресничками, выполняющая локомоторную функцию. Тело личинки покрыто полупрозрачной раковиной, сквозь нее хорошо просматриваются внутренние органы. Если личинка получает достаточное количество микроводорослей, то ее желудок постоянно окрашен в зеленый цвет и во всех органах пищеварительного тракта видны отдельные клетки микроводорослей. Личинки на этой стадии плавают на поверхности воды.

По мере роста личинок их форма приобретает морфологические признаки, позволяющие отличить их от планктонных личинок других видов двустворчатых моллюсков. При среднем размере 150 мкм на спинном крае раковины обозначается макушка. Личинки более 200 мкм уже имеют все морфологические признаки, характерные для личинок тихоокеанского петушка: верхний край раковины широкоокруглый, выступающий над линией замка, раковина овальной формы.

Сквозь прозрачную раковину видна коричневая печень. На этой стадии личинки называются педивелигерами, наряду с активно функционирующим парусом они имеют хорошо развитую ногу (рисунок 80).



а – оплодотворенная яйцеклетка; б – трохофора; в – велигер; г – педивелигер; д – осевшая молодь

Рисунок 80 – Основные эмбриональные стадии развития тихоокеанского петушка

Пелагическая стадия развития завершается оседанием личинок на субстрат или грунт. После оседания личинки прикрепляются к субстрату биссусными нитями и проходят метаморфоз, при котором они превращаются в молодого моллюска. В прикрепленном состоянии молодь проводит около месяца. На этом этапе у осевшей молоди образуются жабры. Через 5 дней после оседания у молоди появляется сифон, при помощи сифона выводятся экскременты. Личиночное развитие длится 1-2 месяца.

Осевшая молодь закапывается в грунт - у нее имеется сначала 1 сифон. Передвигается при помощи ноги. В сифоне в это время появляется 4 щупальца. Текстура раковины плохо выражена. У молоди длиной 2,5 мм появляется второй сифон. Текстура раковины у нее хорошо выражена, цвет бурый. Все органы хорошо развиты.

Личинки способны выживать и развиваться при солёности воды 12-32 ‰. Оптимальный для жизнедеятельности диапазон солёности воды составляет 20-28 ‰.

Культивирование. Венерикультура – новое направление марикультуры, которое в настоящее время интенсивно развивается, хотя попытки культивирования венерид делались во Франции еще в начале XX века. Культивирование *R. philippinarum* было начато в тех районах, где этот моллюск имел традиционное промысловое значение (Китай, Япония). Случайно он был завезен вместе с устрицей на тихоокеанское побережье Северной Америки в 1930 г., где распространился от Калифорнии до Британской Колумбии. В начале XX века японские специалисты акклиматизировали его на Гавайских островах, где сейчас имеются свои популяции. Перелов и нерегулярное пополнение популяции *R. decussates* (европейский петушок) привело к тому, что в европейских водах начали акклиматизировать и культивировать *R. philippinarum*. Этот вид как объект аквакультуры был завезен в Португалию, Ирландию, Испанию, Италию. Тихоокеанский петушок растет быстрее европейского, менее требователен к условиям содержания и потому ему отдают предпочтение при культивировании в европейских странах, чем *R. decussates*.

Получение посадочного материала (личинок и молоди) возможно как в результате сбора молоди в естественных условиях, так и в контролируемых (заводских) условиях. Основным источником получения молоди петушков в последние годы - это искусственное разведение путем выращивания личинок в контролируемых условиях. Рекомендуется подращивать молодь в контролируемых условиях до размера 10-15 мм, когда она становится более жизнестойкой, и затем высаживают ее на дно. Чаще всего моллюсков длиной 6-7 мм высаживают сначала в сетчатый мешок с ячейей 4 мм (1,5x2 м), а затем помещают при плотности посадки 3000 шт./м² на дно моря. Лучше всего выбирать места, защищенные от ветров, приливов и отливов, волн. Можно использовать пруды, где выращивают устриц, площадью около 400 м², садки, специальные деревянные многоярусные ящики, обычные рыбоводные пруды (на дно укладывают полосы специальной сетки и высаживают на нее моллюсков, присыпав их сверху слоем песка). Подходящие грунты для петушка - песчано-гравийные с примесью мелкой ракушки.

Урожай собирают либо ручным способом (грабли с экскаваторным ковшом, или голыми руками), либо механическим (специальными машинами, оснащенными гидравлическими драгами, которые имеют ленточный конвейер).

За основу биотехнологии культивирования тихоокеанского петушка в нашей стране взяты как традиционные методы, используемые в странах Дальнего Востока, так и современные методы, применяемые во Франции и США. Для создания плантаций тихоокеанского петушка в зал. Петра Великого пригодны обширные песчаные мелководья в заливах Посьета, Славянском, Амурском, Угловом и Уссурийском. Продолжительность выращивания тихоокеанского петушка в мелководных бухтах зал. Петра Великого составляет 2,5 года. Урожай можно собирать круглый год, но наиболее благоприятным периодом является сентябрь - октябрь и апрель - май. При выращивании моллюсков на дне продуктивность может составлять до 2-2,5 кг с одного квадратного метра, а в садках – в 5 раз больше.

В Китае в основном молодь собирают в естественных условиях. Для этого существует специальный метод, который включает несколько этапов: подготовка водоема для сбора молоди, уборка хищников из водоема и регулярное техническое обслуживание водоема. Пруды с небольшой глубиной (до 1,5 м) устраивают в нижней приливной зоне, из них удаляют конкурентов и хищников. В эти пруды дополнительно можно заселить одноклеточные водоросли рода *Chaetoceros*, которые подходят в качестве питания как для личинок, так и для молоди. Каждый пруд используется для получения молоди 2-3 раза в год. С одного гектара такого пруда можно получать от 75 до 150 млн. молоди петушка размером 0,5 см. Молодь вырастает за один год до 1,5 см, затем ее рассаживают, и еще за один год она вырастает до 3,5 см, т.е. достигает товарного размера.

В европейских странах и в Северной Америке молодь получают в основном в заводских условиях.

Отлов производителей. В апреле при температуре воды 12 °С - 15 °С производится сбор производителей с искусственных плантаций. Используют моллюсков с размером раковины 30-40 мм (рисунок 81).



Рисунок 81 – Производители тихоокеанского петушка

Для адаптации производителей помещают в емкости с морской водой при той же температуре и солености, что и в естественных условиях. В это период их не кормят, а воду меняют один раз в день на 1/3 или 1/2 объема емкости. Вода в емкостях должна хорошо аэрироваться. Адаптация производителей длится 30-40 дней, при этом температуру воды постепенно поднимают до 20 °С.

Стимуляция нереста. Прошедших адаптацию производителей петушка подвергают стимуляции к нересту. Существует два метода.

Температурный, когда моллюсков осушают (держат без воды) от 6 до 10 часов (в зависимости от размеров моллюска). Во время обсыхания в помещении должна быть высокая влажность воздуха. После обсушки моллюсков помещают в бассейны, где температура воды составляет 23 °С - 25 °С, и оставляют на 30-60 мин.

Химический, когда применяют химические реагенты ($\text{NH}_3 \times \text{H}_2\text{O}$ или H_2O_2). H_2O_2 добавляют в воду до концентрации 4 моль/л, и в этот раствор опускают

моллюсков на 15-60 мин. Реагент $\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$ разбавляют в воде до концентрации 30 моль/л, и опускают в этот раствор моллюсков на 15-20 мин.

Производителей, не приступивших к нересту в течение 3-5 ч, отбраковывают. После окончания нереста моллюсков удаляют, а полученную суспензию яйцеклеток и спермы используют для оплодотворения. Оплодотворение осуществляется в емкостях, где происходил нерест.

Содержание эмбрионов и личинок. Оплодотворенные яйцеклетки помещают методом фильтрации воды через сито с размером ячеек 40 мкм в 10-литровые емкости. В этих емкостях личинки развиваются до стадии велигер. На стадии велигер личинок пересаживают в другие емкости с плотностью 3 шт./мл.

Кормят личинок в первую неделю развития каждый день из расчета 30 кл./мл. Следующие две недели (до метаморфоза) личинок кормят через день. Личинок на стадии педивелигер подсчитывают и перевозят в водоемы для заселения (рисунок 82).

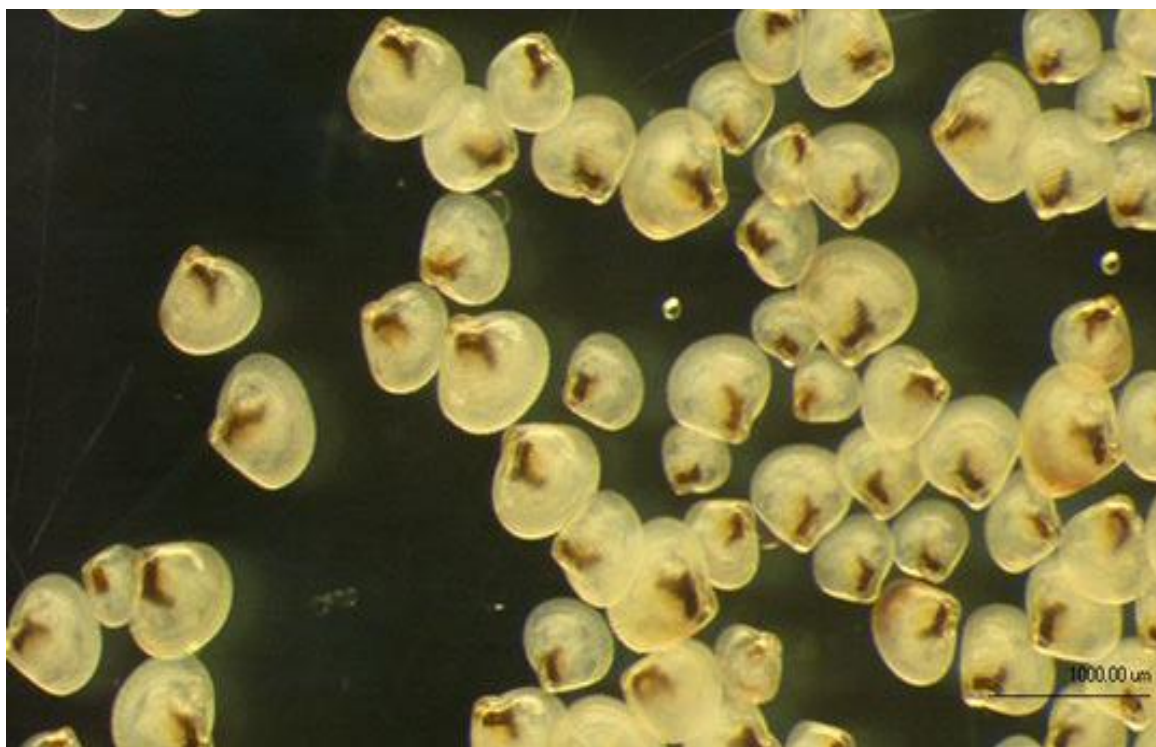


Рисунок 82 – Молодь тихоокеанского петушка

Требования к качеству воды. Выращивание личинок осуществляется в фильтрованной морской воде, пропущенной сначала через песчано-гравийный фильтр, а затем через фильтр мелкой очистки с размером пор 10-20 мкм. Температура воды должна поддерживаться на уровне 20 °С - 28 °С. В бассейне воду аэрируют и доводят до 90-100 % насыщения кислородом. Соленость должна быть не менее 24-35 ‰.

При выращивании личинок петушка морскую воду необходимо заменять каждый день на 0,5-1 объема воды. Смена воды в емкостях с личинками должна осуществляться до кормления, чтобы предотвратить вымывание корма.

Для культивирования личинок используют бассейны с закругленными углами, так как они максимально приближены к естественной среде обитания личинок и обеспечивает их перемещение в вертикальном слое воды. В квадратных или прямоугольных сосудах личинки скапливаются в углах, что ведет к их гибели. Лучше использовать высокие емкости: большой столб воды в емкостях обеспечивает минимальное нахождение плавающих личинок у дна. Изготавливают бассейны из цемента. Перед использованием бассейны предварительно в течение нескольких дней выдерживают в морской воде. Всю посуду тщательно моют с использованием нетоксичных веществ, например бикарбоната натрия (питьевая сода), затем промывают горячей водой.

Режим кормления. Начиная со стадии велигер, личинок кормят планктонными водорослями, разведение которых начинают во время сбора производителей. В качестве кормов до стадии оседания личинок применяют смесь двух видов водорослей *Isochrysis*, *Phaeodactylum*. На стадии оседания личинок кормят смесью водорослей *Nitzshia* + *Phaeodactylum*. Корм добавляют после смены воды. Плотность водорослей для кормления должна составлять от 3 тыс. до 10 тыс. кл./мл. Личинок кормят три раза в сутки, количество кормов определяется по скорости развития личинок, интенсивности их питания и плотности посадки. В качестве корма можно использовать такие водоросли, как *Pavlova lutherii* и *Tetraselmis suecica*, *Chaetoceros lictans*, *C. gracilis* и др.

Температуру воды контролируют ежедневно - она должна быть в пределах от 23 °С до 25 °С, колебание температуры не должно превышать 1 °С, а соленость - в пределах 26-32 ‰.

За 1-2 суток до начала оседания личинок устанавливают в емкости с личинками субстраты для их оседания или коллекторы. Примерно через 20 дней после оплодотворения, когда личинки достигнут стадии педивелигера (длина раковины 125 мкм), для сбора оседающей молодежи в емкости необходимо установить коллекторы - мешочки из крупноячеистой дели. Можно использовать мешочки, наполненные тонким слоем песка (рисунок 83). Смену воды в емкостях с момента оседания личинок необходимо проводить трижды в день. Корм подают ежедневно.

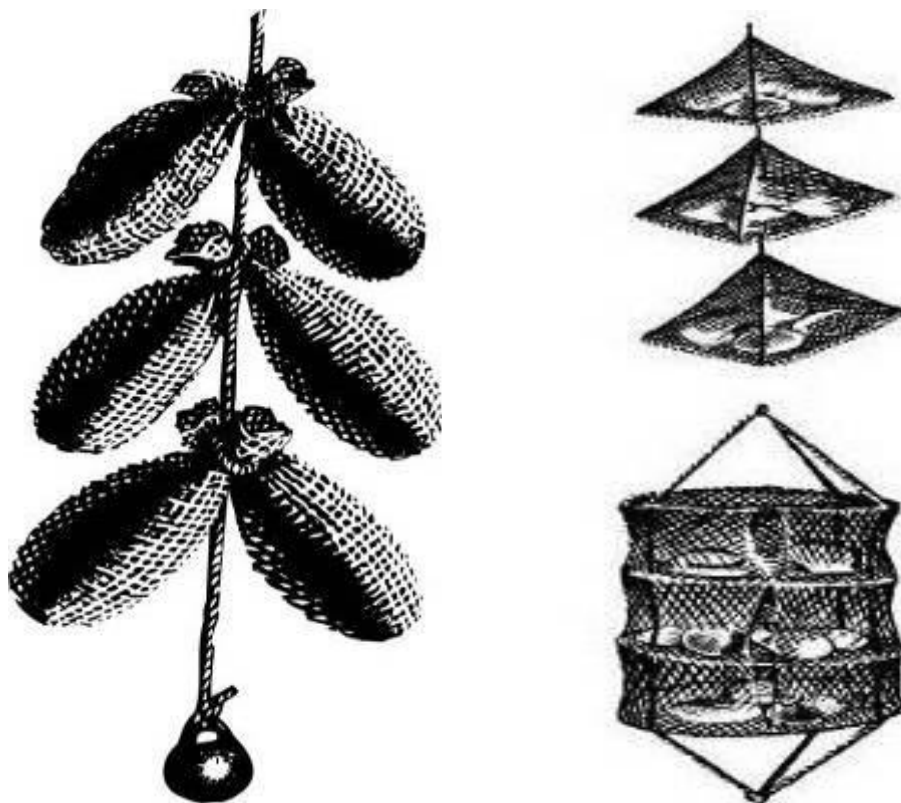


Рисунок 83 – Коллекторы для сбора личинок и подращивания молоди тихоокеанского петушка

Через 1-1,5 месяца при размере раковины 2,5 мм молодь петушка пересаживают в море в донных садках (рисунок 84). Молодь необходимо

подрощивать в искусственных условиях до размера 10-15 мм, когда она становится более жизнестойкой, и затем высаживать ее на дно.

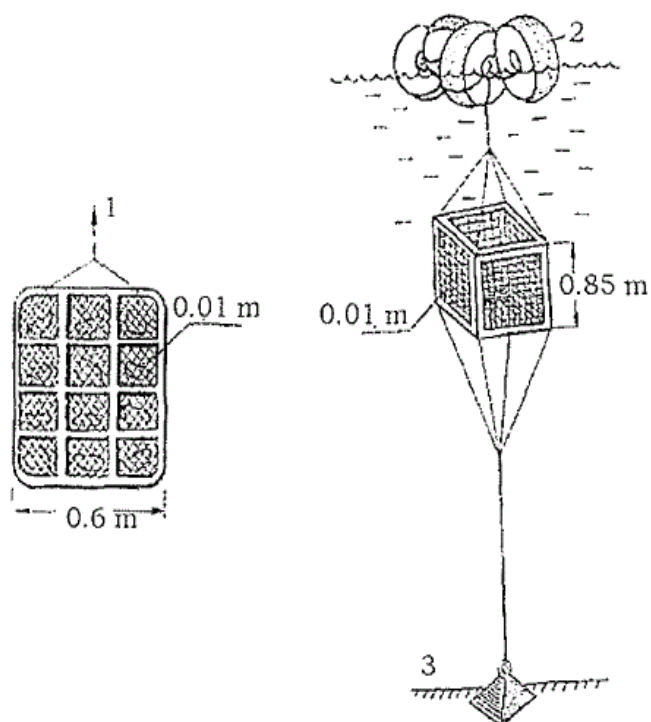


Рисунок 84 – Садки для выращивания тихоокеанского петушка и способ его установки (1 – конец к плоту; 2 – поплавки; 3 – якорь)

Вопросы для самопроверки:

1. Какова биология морского ушка?
2. Как выращивают морское ушко?
3. Опишите особенности биологии, экологии, распространения, размножения тихоокеанского петушка.
4. Каковы особенности культивирования тихоокеанского петушка?
5. Какие требования к условиям выращивания морского ушка и тихоокеанского петушка необходимо соблюдать?
6. Как проводится стимулирование нереста производителей тихоокеанского петушка?

6 Лабораторная работа № 6

Культивирование красных водорослей

Цель: изучить методику культивирования водорослей на примере красных водорослей. По таблицам и рисункам познакомиться с биологией багрянок.

Материалы и оборудование: плакаты, фотографии, модели оборудования.

Задание:

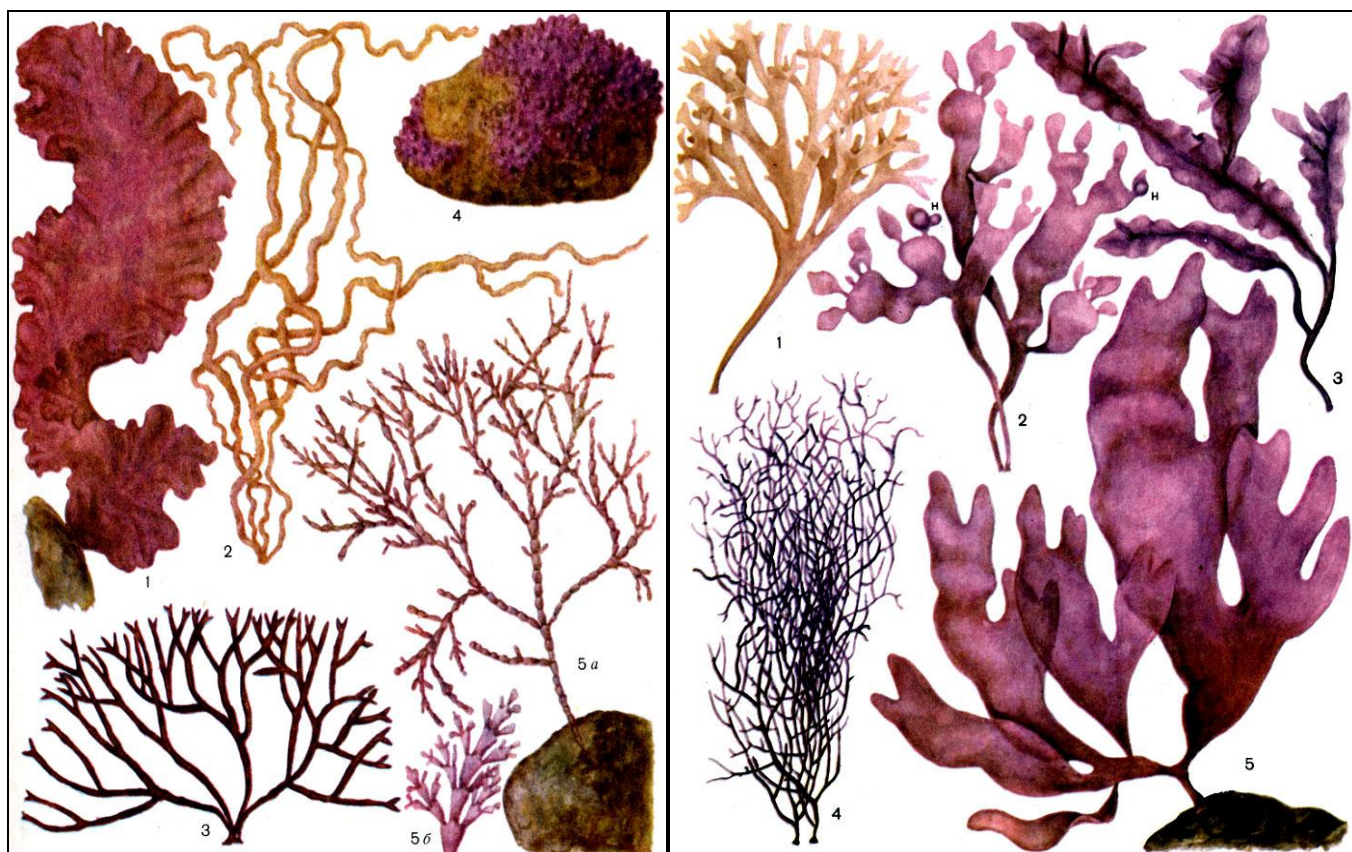
1. Познакомиться с особенностями биологии, экологии, распространения порфиры, грацилярии бородавчатой, анфельции, законспектировать материал и зарисовать внешний вид этих водорослей.

2. Изучить технологию культивирования красных водорослей. Законспектировать материал.

3. Подготовить сообщение по теме «Культивирование эухеумы, фулцеллярии, глойопелтиса, хондруса».

Теоретический материал

Красные водоросли, или багрянки (Rhodophyta). Среди красных водорослей имеются одноклеточные, колониальные и многоклеточные представители с коккоидным, нитчатым, гетеротрихальным, псевдопаренхиматозным и паренхиматозным типами дифференциации таллома. Однако подавляющее большинство имеют псевдопаренхиматозные талломы, возникающие за счет переплетения боковых ветвей либо одной оси, неограниченно нарастающей с помощью верхушечной клетки, либо многих таких осей. Красные водоросли относительно небольших размеров — от нескольких сантиметров до 2 м (рисунок 85).



1 - порфира лопастная, 2 - немалион червеобразный, 3 - полиидес округлый, 4 - литотамний, 5 - кораллина целебная (а - внешний вид, б - отдельная ветвь, увел.); 1 - хондрус курчавый, 2 - филлофора Броди (н - нематей), 3 - филлофора ребристая, 4 - анфельция складчатая, 5 - родимения дланевидная

Рисунок 85 – Разнообразие красных водорослей

Для красных водорослей характерно полное отсутствие в жизненном цикле жгутиковых стадий и центриолей. Хлоропласты, как правило, парietальные, многочисленные, в виде зерен или пластинок. В хлоропластах красных водорослей помимо хлорофилла а и каротиноидов содержатся еще и водорастворимые пигменты: фикоэритрины красного цвета, фикоцианины и аллофикоцианин синего цвета. От соотношения пигментов зависит окраска таллома, варьирующая от малиново-красной (преобладание фикоэритрина) до голубовато-стальной (при избытке фикоцианина). Хлоропласты одеты оболочкой из двух мембран, содержат

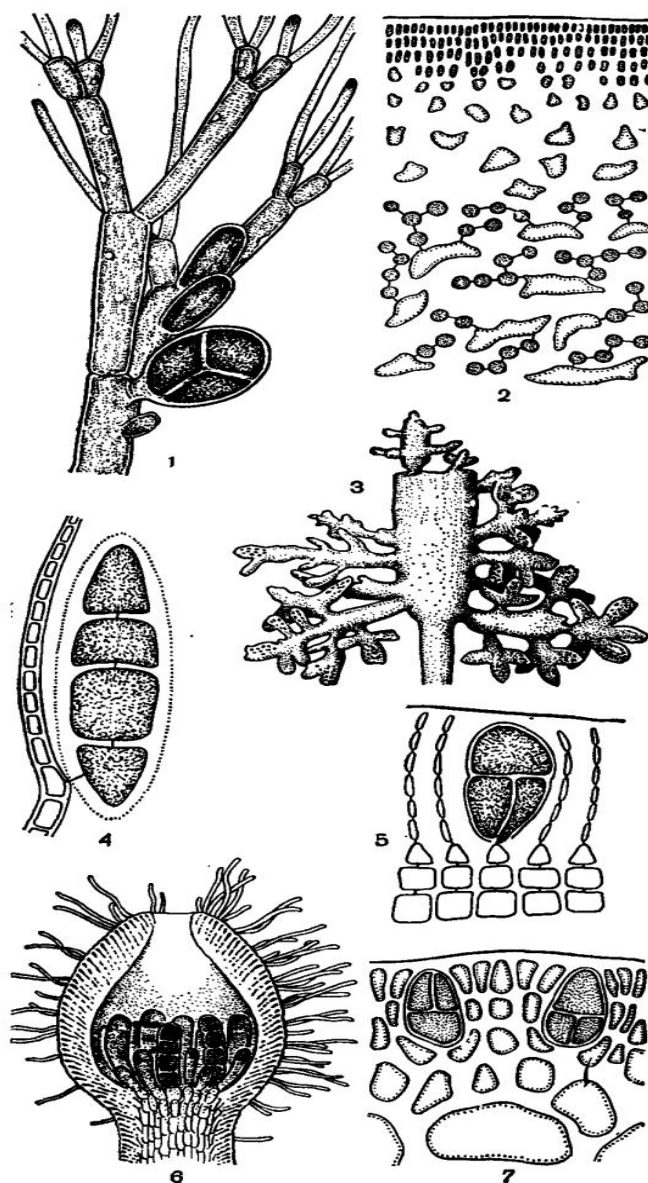
одиночные тилакоиды, на поверхности которых локализованы фикобилисомы. Запасной продукт — полисахарид «багрянковый крахмал», от йода приобретающий буро-красный цвет. Зерна багрянкового крахмала откладываются в цитоплазме всегда вне связи с пиреноидами и хлоропластами.

Клетка красных водорослей одета оболочкой, пектиновые и гемицеллюлозные компоненты которой сильно набухают и часто сливаются в общую слизь мягкой или хрящеватой консистенции, заключающую протопласты. Нередко в стенках откладывается известь.

Клетки одно- и многоядерные, митоз закрытый, без центриолей. Цитокинез идет за счет впячивания цитоплазматической мембраны. На месте вакуоли в перегородке формируется пора, которая закрывается белковой поровой пробочкой. Наличие поровых соединений — отличительная особенность красных водорослей, имеющая также значение для разграничения порядков.

Размножение у красных водорослей — вегетативное, бесполое и половое, преобладает жизненный цикл спорический с тремя многоклеточными фазами, две из которых диплоидные. Редукционное деление связано с образованием спор бесполого размножения. Бесполое размножение красных водорослей осуществляется посредством неподвижных клеток, развивающихся из содержимого спорангия в числе одной — тогда их называют моноспорами — или четырех — тогда говорят о тетраспорах. Тетраспоры формируются на диплоидных бесполом растениях — спорофитах (тетраспорофитах). В тетраспорангиях перед образованием тетраспор происходит мейоз (рисунок 86).

Половой процесс — своеобразная оогамия. Женский орган — карпогон. У большинства красных водорослей (флоридей) он состоит из расширенной базальной части — брюшка и отростка — трихогины (отсутствующей у бангиевых). Карпогон обычно развивается на особой короткой карпогонной ветви. Сперматангии — мелкие бесцветные клетки, содержимое которых освобождается в виде мелких, голых, лишенных жгутиков мужских оплодотворяющих элементов — спермациев (рисунок 87).

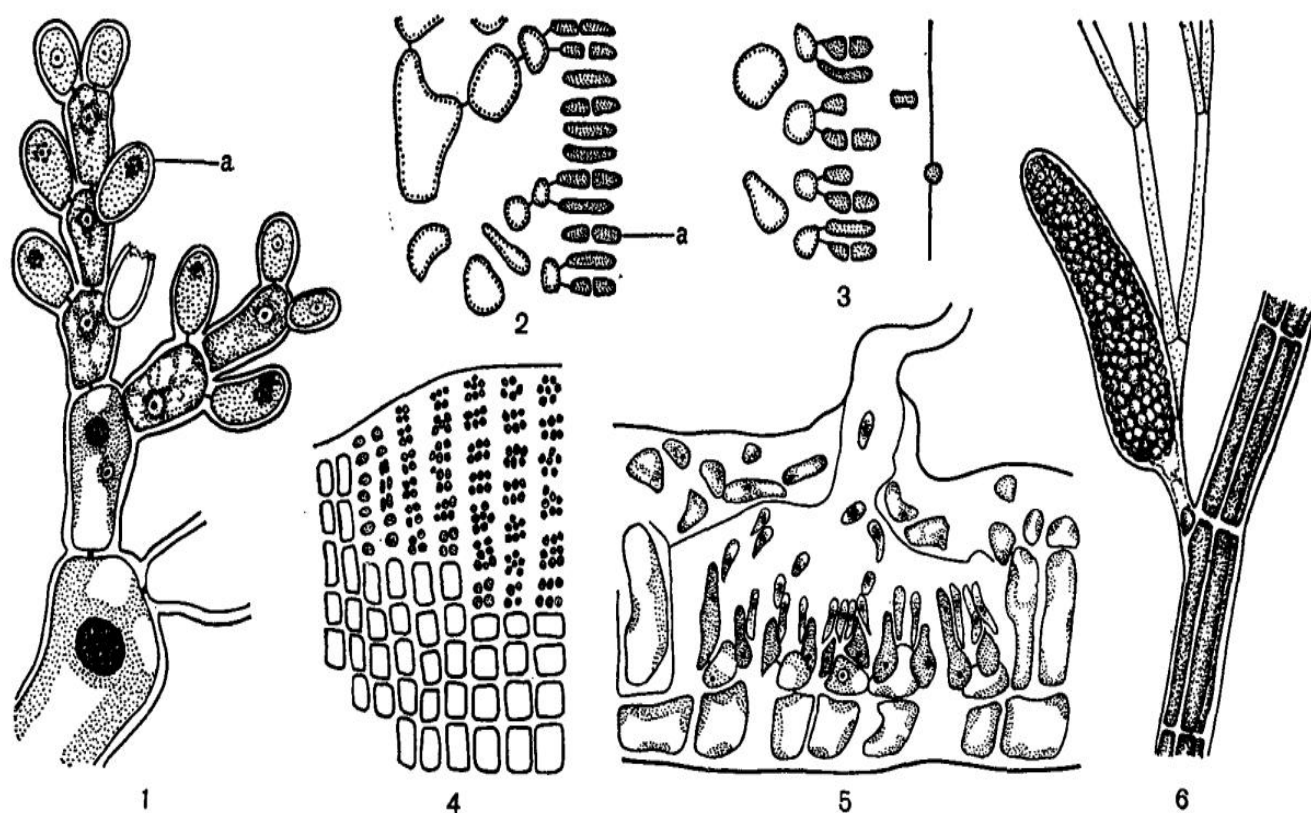


1 – *Callithamnion*; 2 – *Iridaea*; 3 – веточка *Gelidium* с тетраспорангиями; 4 – *Gruoria*; 5 – *Peyssonnelia*; 6 – концептакул с тетраспорангиями *Corallina*; 7 – *Gracilaria*

Рисунок 86 – Тетраспорангии красных водорослей

Выпавшие из сперматангиев спермации пассивно переносятся токами воды и прилипают к трихогине. В месте контакта спермация и трихогины их стенки растворяются, и ядро спермация перемещается по трихогине в брюшную часть карпогона, где сливается с женским ядром. После оплодотворения базальная часть

карпогона отделяется перегородкой от отмирающей трихогины и претерпевает дальнейшее развитие, приводящее к образованию карпоспор.



1 – Nematolium; 2, 3 – Gelidium; 4 – Peyssonnelia; 5 – концептакул со сперматангиями Fosiella; 6 – Polysiphonia

Рисунок 87 – Сперматангии (а) красных водорослей

Обитают красные водоросли главным образом в морях, реже встречаются в пресных водах. Они прикрепляются к камням, ракушкам, другим водорослям, являясь, как правило, эпифитами, однако известны и эндофиты и даже паразиты. Многие красные водоросли живут на больших глубинах (100-200 м) при наличии подходящих грунтов и хорошей прозрачности воды. Чаше всего заросли красных водорослей кончаются на глубине 20-40 м. Глубоководные формы отличаются особенно яркой окраской. Нередко в пределах одного и того же вида глубоководные

особи имеют ярко-малиновые талломы, тогда как мелководные особи окрашены в желтоватый цвет.

Объектами культивирования для получения желирующих веществ или агара являются несколько видов порфиры, грацилярии и эухеумы, реже анфельция, хондрус, гелидиум, фуцеллярия, хипнея, глойопелтис, родимения и другие виды.

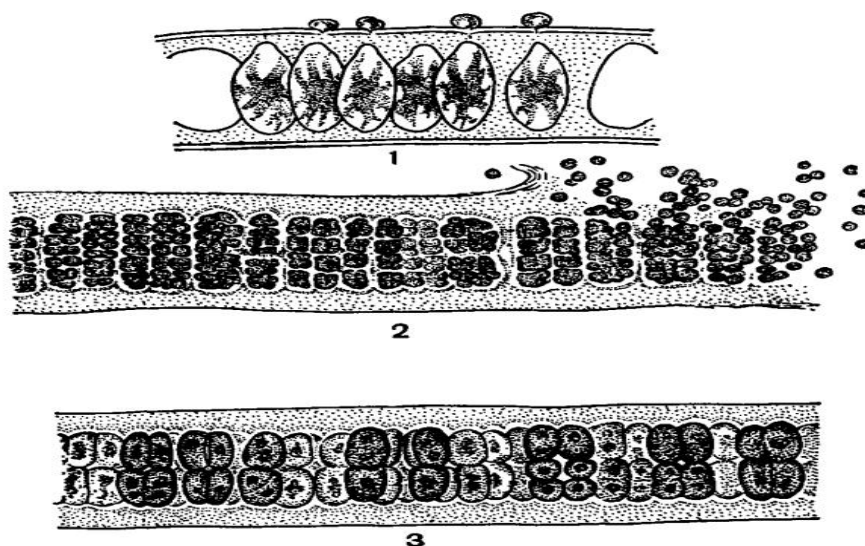
Порфира (Porphyra). Порфира - род многоклеточных красных водорослей. В настоящее время известно 25 видов водорослей данной группы (рисунок 88). Эта водоросль встречается в морях с умеренным климатом. Многие виды порфиры являются съедобными, например, порфира лопастная, нори и др. Их специально выращивают в восточных странах (Китае, Японии) для приготовления суши, роллов, салатов. В европейских странах порфиру чаще используют как кормовое растение и заготавливают для сельскохозяйственных животных. Ценность данных водорослей обусловлена повышенным содержанием в тканях талломов белка, витаминов и микроэлементов.



Рисунок 88 – Порфира лопастная (*Porphyra laciniata*)

Водоросли из рода порфира распространены в прибрежной полосе морей. Обычно это довольно крупные растения, слоевища которых могут достигать в длину одного метра, иногда более. Внешне эти водоросли выглядят как тонкие, широкие волнистые пластинки, иногда со складками, могут быть с цельными или с рваными краями. Таллом порфиры в большинстве случаев имеет розовато-красную окраску, но может быть голубоватого или бурого цвета.

Строение. В отличие от бурых водорослей, у порфиры в пищу используют не спорофит, а гаметофит. Слоевища гаметофита порфиры имеют вид тонкой волнистой пластинки длиной обычно не более 30 см. У основания пластинки имеется маленький черешок с плоской подошвой, которой пластинка крепится к твердому субстрату. Размножение порфиры осуществляется половым и вегетативным путем (фрагментами слоевища). При половом размножении отдельные клетки образуют половые органы сперматогонии (мужские) и карпогоны (женские). В них развиваются мужские (спермации) и женские (карпоспоры) половые клетки. Спорофиты имеют нитевидную форму и в развитой фазе (конхоцелис) обитают на раковинах моллюсков, так как для их развития необходим углекислый газ. Бесполое размножение происходит при помощи моноспор (рисунки 89, 90).



1 – с карпогонами; 2 – со сперматангиями; 3 – с карпоспорам

Рисунок 89 – Поперечный срез пластины порфиры

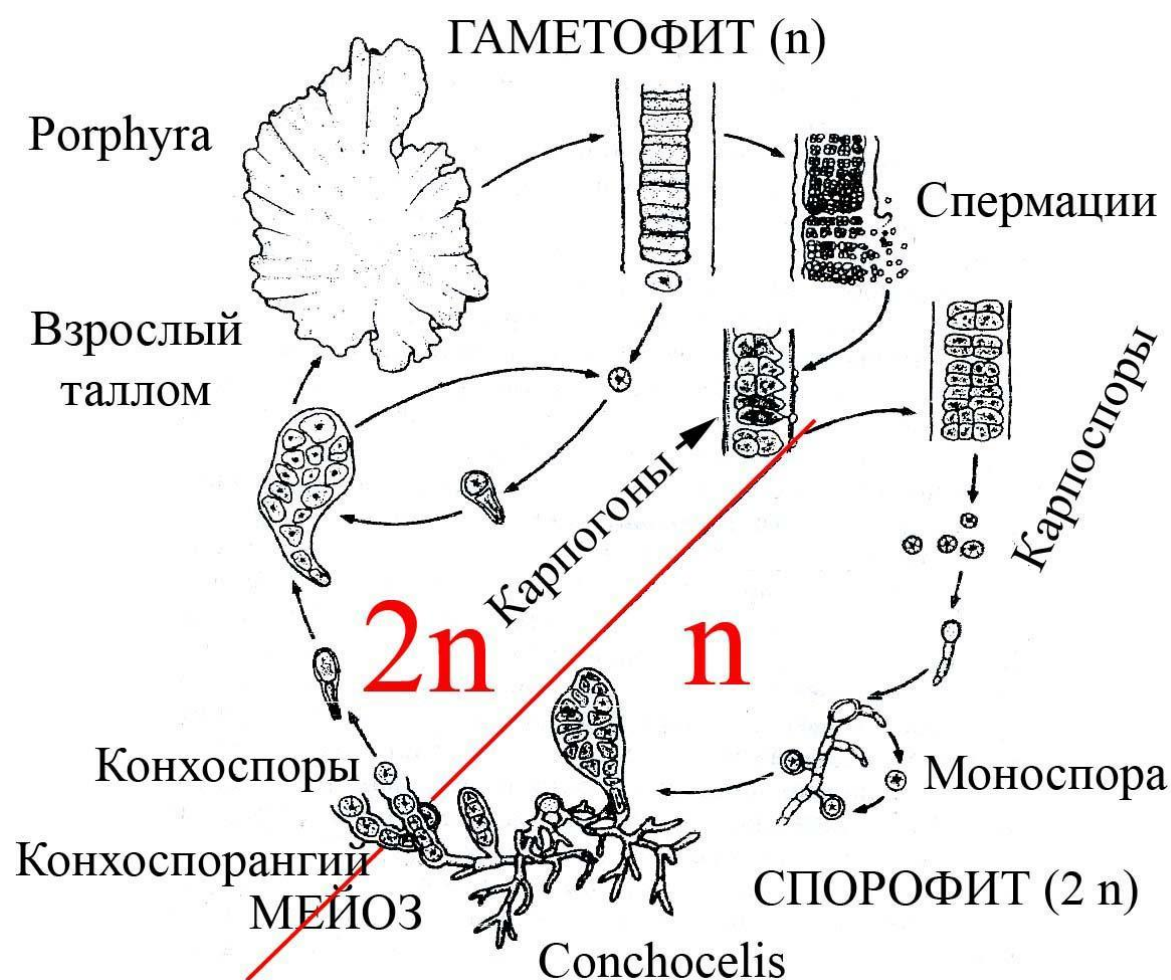


Рисунок 90 – Жизненный цикл порфиры

В клетках этих водорослей имеются хлоропласты, содержащие набор пигментов, определяющих окраску талломов. Также в каждой из клеток происходит накопление багряноквого крахмала, краснеющего при соприкосновении с йодом, растворенным в морской воде.

Культивирование. Порфира среди красных водорослей занимает одно из первых мест по объему выращивания. В ней содержатся до 40 % белка (от сухой массы), витамины и ценные для человека микроэлементы. Культивируют ее в странах Юго-Восточной Азии и др.

В Японии субстратом для выращивания порфиры служат сети из синтетических материалов длиной 15-45 м и шириной 1,2-2,4 м, с ячейей 15x15 см, натянутые на бамбуковые рамы. Рамы в горизонтальном положении крепят на

вбитые в дно шесты с таким расчетом, чтобы в прилив они затоплялись, а в отлив обсыхали, или сооружают полуплавающие или плавающие установки (рисунки 91, 92).

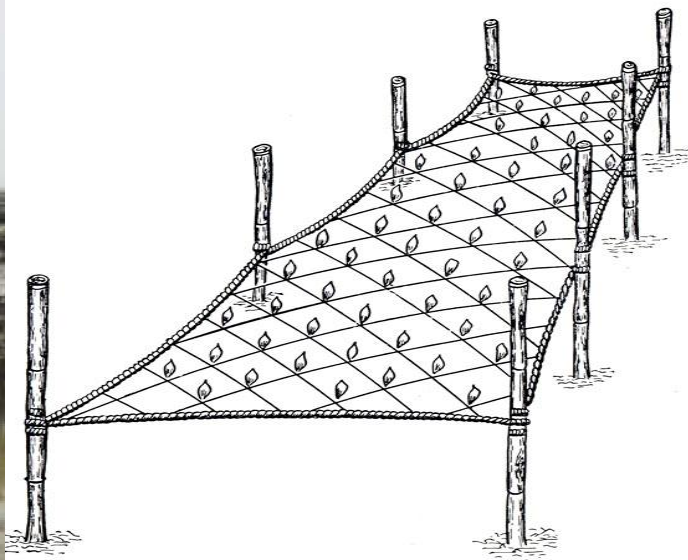


Рисунок 91 – Сети, натянутые на рамы, для культивирования порфиры



Рисунок 92 – Плавающие установки для культивирования порфиры

Для сбора посадочного материала в естественных зарослях или искусственных посадках порфиры устанавливают коллекторы — связки раковин устриц, морского гребешка и других моллюсков, или виниловые пленки, покрытые кальциевыми гранулами (рисунок 93). Слоевища порфиры (гаметофиты) в период размножения (январь-апрель) освобождают карпоспоры, которые оседают на коллекторах. В море нитевидные конхоцелисы, развивающиеся из оплодотворенных карпоспор, начинают расти в марте-апреле.



Рисунок 93 — Коллекторы для сбора посадочного материала порфиры

Далее коллекторы переносят в бассейны с фильтрованной стерильной морской водой (рисунок 94). Для ускорения роста конхоцелиса в воду добавляют соли азота, фосфора, микроэлементы. В бассейнах конхоцелисы выращивают с зимы до сентября. В оптимальных условиях развитие конхоцелиса заканчивается за 50-60 суток. Нитевидная стадия длится 20-26 суток, формирование спорангиальных ветвей — 8-33 суток при температуре 20 °С - 25 °С. Стадия конхоспор длится 1-7 суток при температуре 15 °С - 20 °С. Оптимальная освещенность для развития различных фаз конхоцелиса 1500-6000 лк. На каждой раковине с конхоцелисами площадью 40 см² развивается 10 млн. конхоспор.



Рисунок 94 – Бассейны с коллекторами для культивирования порфиры

В сентябре коллекторы с конхоцелисами переносят в море или специальные бассейны, где они при понижении температуры воды до 21 °С - 22 °С и ниже продуцируют конхоспоры. Предварительно вымоченные в морской воде сети размещают в море или бассейнах и туда же помещают коллекторы с конхоцелисом, продуцирующим зрелые конхоспоры. Конхоспоры закрепляются на сетях спустя 1-

2 ч. Максимальное количество конхоспор прикрепляется при освещенности 2500-5000 лк и снижается при более слабой или более интенсивной освещенности.

После закрепления конхоспор сети в сентябре-октябре при температуре ниже 22 °С переносят в море для выращивания растений до товарной массы. Сети ставят на 10 см выше, а после декабря опускают на 20 см ниже среднего уровня моря, и во время отлива они на 4-4,5 ч остаются сухими. На 10 см сети прикрепляются по 1-2 тыс. растений. Слоевища товарной порфиры лучше растут при температуре 17 °С - 20°С, пониженной солености и высоком содержании питательных веществ, т.е. в прибрежной полосе около устья рек. Для того чтобы водоросли периодически осушались, кроме стационарных установок в литорали, применяют плавающие и полуплавающие установки типа плотов с ножками необходимой длины, для того чтобы в мелководных участках моря во время отлива они становились на дно (рисунки 95, 96).



Рисунок 95 – Установка сетей с конхоспорами порфиры в море

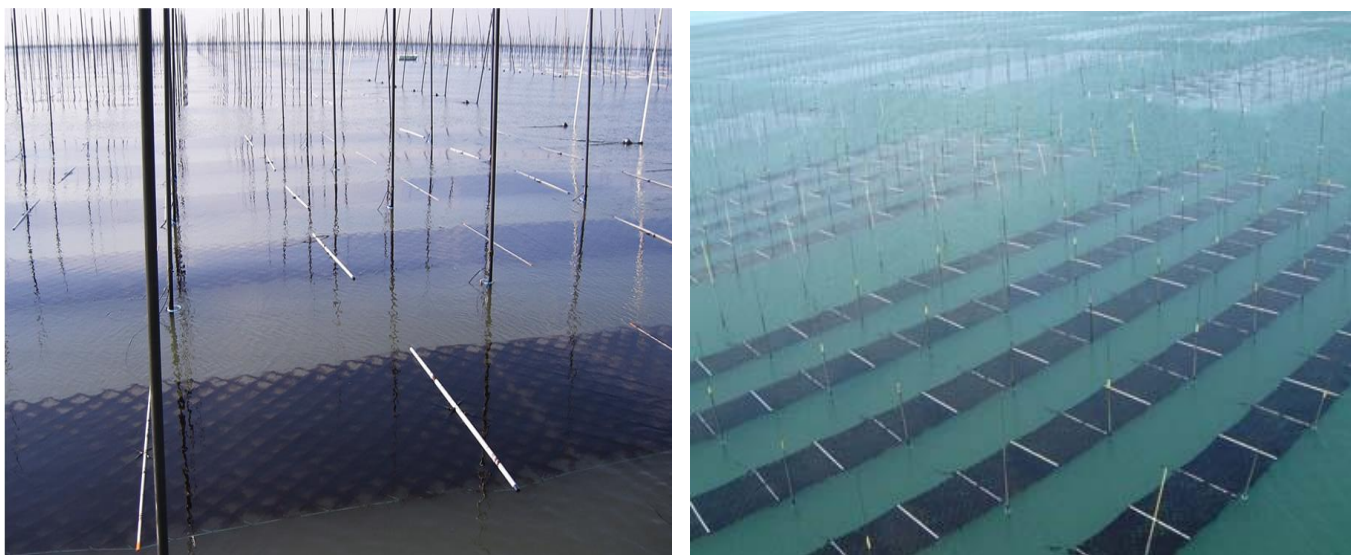


Рисунок 96 – Выращивание товарной порфиры в море

Практикуется также метод «плавающих сеток». Он заключается в закреплении сеток (используют также волокна кокосовой пальмы, искусственные волокна) на плавучих стволах бамбука, которые удерживаются якорями. Во время отлива они осушаются, а в прилив плавают на поверхности воды.

Порфира растет быстро. Через 50-60 суток талломы водорослей достигают в длину 15-20 см, и тогда снимают первый урожай. За период с ноября — декабря по март собирают два — четыре урожая или по 35-105 кг сырых водорослей с каждой сети размером 18 x 2 м.

Некоторые сети с проростками упаковывают в полиэтиленовые мешки и замораживают при температуре от -20 °С до -25 °С. По мере необходимости эти сети выставляют в море. Урожай порфиры собирают с помощью стригущих механизмов или вакуумного насоса. Талломы сразу промывают сначала морской, потом пресной водой, обсушивают, подают на машины для изготовления специальных брикетов — листов, которые затем досушивают в сушилках (рисунок 97).

Серьезную опасность для порфиры в процессе выращивания представляют красная гниль и хитридиевая болезнь. Красная гниль передается через споры при температуре 24 °С - 28 °С, низкой солености и густых посадках. На листовых

пластинах порфиры образуются пятна со светло-зеленой серединой. Красную гниль лечат или предупреждают это заболевание обработкой слоевищ в течение 12-23 ч аминокислотами — гистидином, метионином, тирозином.



Рисунок 97 – Сбор урожая порфиры

Конхоцелис поражается заболеванием «желтая пятнистость». Это заболевание вызывается повышенными (1,25 г/л и более) концентрациями растворенного органического вещества (РОВ), выделяемого слоевищами порфиры. Симптомы болезни исчезают при снижении концентрации РОВ и значительно усиливаются при ее увеличении. Симптомы болезни отсутствуют при pH 5 и сохраняются в щелочной среде.

Хотя выращивание порфиры уже давно поставлено на промышленную основу, исследования по совершенствованию этого процесса продолжаются. Особенно много делается в области гибридизации, по созданию искусственных сред для выращивания порфиры на стадии конхоцелиса, изучаются ее болезни и возможность сохранения зрелых талломов в живом состоянии в течение круглого года. Ведутся работы по выращиванию порфиры из спор до товарного размера в искусственных условиях при продувке среды воздухом, обогащенным CO₂, при температуре 11 °C - 18 °C, освещении флюоресцентными лампами, что приводит к

значительному увеличению урожайности. Проводятся опыты по получению конхоцелиса в течение круглого года.

Грацилярия бородавчатая (*Gracilaria verrucosa*) в странах юго-восточной Азии используется в пищу, в народной медицине как общеукрепляющее средство. Служит сырьем для получения агара, пищевых и кормовых добавок, содержит минеральные вещества, белковые компоненты с антибиотической активностью, витамины группы В, фикоколлоиды (рисунок 98).



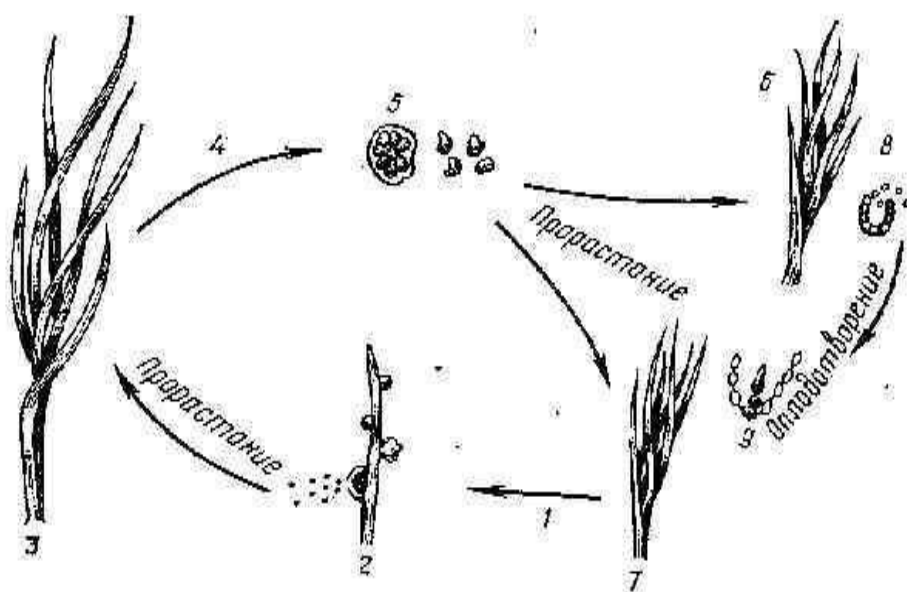
Рисунок 98 – Грацилярия бородавчатая

Искусственно выращивают пять видов грацилярии. Из пяти выращиваемых видов предпочтение отдается прикрепленной (Японское море) и неприкрепленной (Черное море) формам грацилярии бородавчатой. Это теплолюбивый вид, распространенный на мелководье субтропической области океана. У берегов нашей

страны промысловых скоплений этой водоросли нет. Северная граница распространения грацилярии — Японское и Черное моря.

Строение и жизненный цикл. Слоевище грацилярии разветвленное, цилиндрическое или плоское, хрящеватое, пурпурно-красное, выцветающее до зеленоватого цвета, длиной 20-40 см, иногда до 100 см. Ветвление неправильно поочередное. Ветви не более 2 мм толщиной, длинные, заостренные к вершине и суженные в основании, покрытые веточками сходного строения. Прикрепляется растение подошвой. Встречаются неприкрепленные формы. Появление цистокарпов придает растению бородавчатый вид.

Жизненный цикл грацилярии длится 4-5 месяцев (рисунок 99). Она обладает высоким темпом роста, нетребовательна к условиям среды, эвритермна (8 °С - 30 °С), эвригалинна (5-35 ‰), растет на мелководьях даже в загрязненных водах.



1 – карпоспорофит; 2 – карпоспоры; 3 – тетраспорофит; 4 – мейоз; 5 – тетраспорангии; 6 – мужской гаметофит; 7 – женский гаметофит; 8 – антеридии; 9 – карпогоний

Рисунок 99 – Цикл развития грацилярии

Известны две формы грацилярии: прикрепленная (Японское море) и неприкрепленная (Черное море). Неприкрепленная форма грацилярии обычно стерильна и размножается только вегетативно. В цикле развития прикрепленной грацилярии происходит чередование изоморфных поколений: гаметофита и спорофита, размножение половое, бесполое, вегетативное. В Японском море в естественной популяции грацилярии одновременно присутствуют мужские гаметофиты, карпоспорофит, развивающийся на женском гаметофите, и тетраспорофит (бесполое поколение, образующее тетраспоры). В мае на женском гаметофите развивается карпоспорофит, представленный цистокарпом (женским половым органом) с диплоидными карпоспорами.

Прикрепленная форма грацилярии обладает высоким потенциалом размножения. В одном цистокарпе образуется от 200 до 2000 карпоспор, или 1,5 млн. карпоспор на 1 г слоевища грацилярии. Карпоспоры прорастают в бесполое поколение — тетраспорофит с гаплоидными тетраспорами. Тетраспоры прорастают в мужские и женские гаметофиты, на которых развиваются половые клетки антеридии и карпогонии, после оплодотворения цикл повторяется. Растения мужских гаметофитов более мелкие, чем карпоспорофиты. В популяции преобладают тетраспорофиты.

Созревание половых и бесполовых клеток растянуто по времени, поэтому трудно установить границу между весенне-летним и осенним поколениями. Первое поколение грацилярии в Японском море появляется в апреле из спор перезимовавших растений. Растения в период своего максимального развития достигают в длину 0,6-1 м. Весеннее поколение начинает отмирать в августе, а в конце сентября появляется второе поколение, часть которого зимует.

Оптимальные условия для роста и развития грацилярии следующие: температура 15 °С - 25 °С, глубина около 1 м, соленость 25-29 ‰. Масса грацилярии при высокой температуре возрастает на 15-20 % в сутки, а при 15 °С слоевища увеличиваются в длину на 2,4-5 см в неделю.

Культивирование. Грацилярию неприкрепленной формы культивируют тремя способами: на дне мелководных, хорошо прогреваемых лагун и

искусственных прудов; на сетях и веревках в толще воды; в специальных емкостях в строго регулируемых условиях (рисунок 100).



Рисунок 100 – Культивирование грацилярии в толще воды

При выращивании грацилярии в прудах и лагунах оптимальная соленость составляет 25 ‰, температура — 20 °С - 25 °С. В прудах периодически меняют воду для поддержания необходимых солености и содержания питательных веществ, температуры, вносят азотные, фосфорные и органические удобрения. Иногда лежащие на дне неприкрепленные растения прикрывают сверху старыми сетями, чтобы они не перемещались и не сбивались в кучу.

Для борьбы с обрастаниями в пруды запускают некоторые виды рыб, креветок, крабов, которые питаются этими обрастаниями. Затем рыб из пруда удаляют, иначе они уничтожат и выращиваемые водоросли.

Биотехнология культивирования грацилярии на сетях и веревках примерно такая же, как и для порфиры. Но при выращивании грацилярии используют пучки водорослей длиной около 2,5 см, которые вплетают в веревки и сети. Посадочный материал собирают на мелководье. Сети растягивают на кольях, вбитых в грунт весной на мелководье на глубине 0,1-0,3 м. Через 2-3 месяца снимают урожай, который может достигать 3,5 кг с 1 погонного метра веревки. Одна из основных

проблем выращивания грацилярии в Японском море — получение посадочного материала. Естественные заросли грацилярии там малочисленны и не могут обеспечить ее промышленное культивирование посадочным материалом при вегетативном размножении. В Черном море грацилярия растет на веревках круглый год. Максимальный рост в августе - октябре, после чего грацилярию снимают, так как она начинает отрываться от веревок.

Анфельция (*Ahnfeltia*) — многолетняя водоросль, живущая до 10 лет. Слоевище кустистое, упругое, плотнохрящеватое, сильно перепутанное, длиной 10-25 см, темно-фиолетовое. Ветвление неправильное или дихотомическое, встречается розеточное. Ветви жесткие, цилиндрические, у основания толщиной 0,5-1 мм. Органов прикрепления нет. Растет анфельция в сублиторали на глубинах от 2-3 до 25-30 м, на илистых и илисто-песчаных фунтах. Массовые скопления формируют пласт толщиной от 5 до 40 см и более.

В морях России обитают и являются объектом промысла два вида анфельции: в Белом море анфельция складчатая (*Ahnfeltia plicata*) (прикрепленная форма); в дальневосточных морях анфельция тобучинская *Ahnfeltia tobuchiensis* (неприкрепленная форма) (рисунок 101).

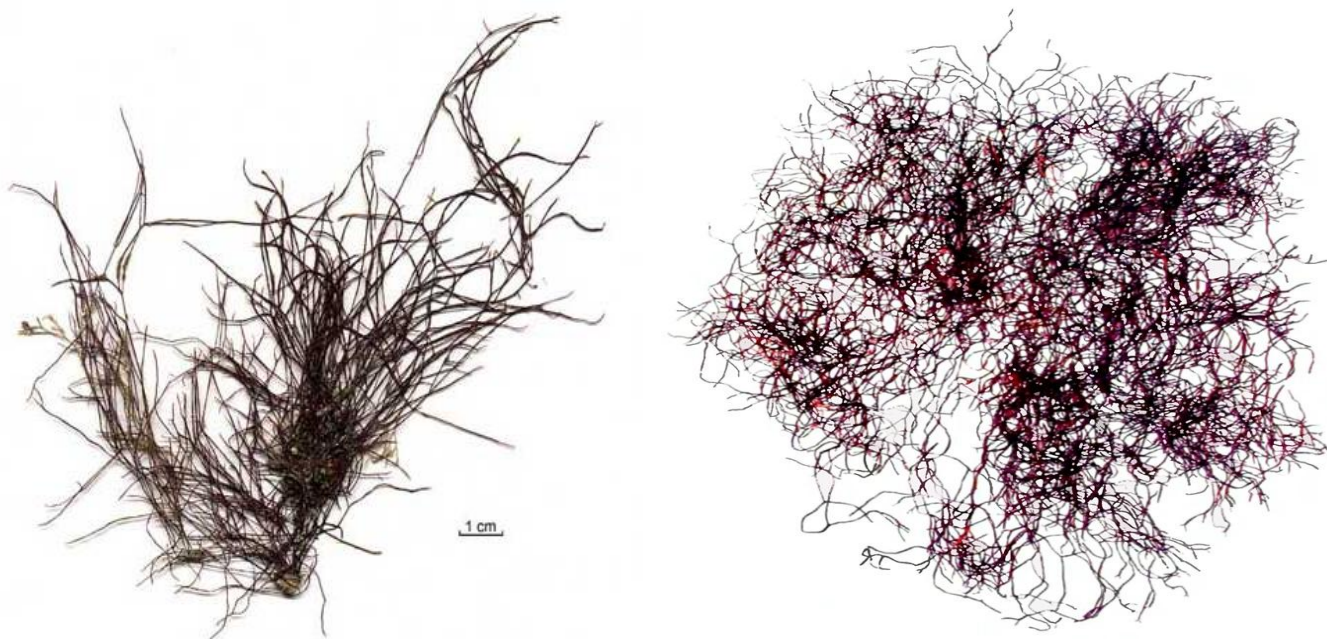


Рисунок 101 – Анфельция складчатая и анфельция тобучинская

Неприкрепленная форма анфельции образует пласт на песчано-илистых грунтах при скорости течения 8-16 см/с на глубине 2-38 м в бухтах залива Петра Великого (Японское море), лагуне Буссе (остров Сахалин) и заливе Измена (Южные Курильские острова). Размножение вегетативное. Биомасса составляет 0,1-22 кг/м², высота пласта 5-40 см.

Прикрепленная форма анфельции, обитающая в Белом море, прикрепляется к твердым грунтам на глубине 1-5 м с помощью подошвы. Размножение вегетативное и моноспорами.

Жизненный цикл. Цикл развития анфельции включает взрослый спорофит, образующий спорангии (нематии), в которых формируются моноспоры. Вышедшие из спорангия моноспоры оседают на дно и через несколько дней образуют нити из 2-4 клеток. Из апикальных клеток нитей образуется однослойный диск, от которого затем разрастаются нити, дающие дополнительные клеточные диски. На нитях образуются крупные шарообразные скопления клеток диаметром до 0,5 мм. Через два года на шарообразных образованиях (иногда на дисках) образуются полусферические нематии с тетраспорангиями и тетраспорами внутри. Созревшие тетраспоры выходят из спорангиев, оседают на субстрат и через несколько дней прорастают, образуя многослойный диск диаметром 5-10 мм. Через несколько месяцев на диске появляются проростки талломов анфельции, разрастаясь и ветвясь, они образуют взрослый спорофит.

Культивирование. Попытки культивирования анфельции в искусственных условиях не увенчались успехом из-за низкой скорости роста и больших энергетических затрат. Тем не менее путем использования специального состава питательной смеси и обогащения воды углекислотой были получены показатели прироста фитомассы, превышающие в десятки раз приросты в море. Однако в настоящее время разработаны и применяются биотехнологии экстенсивного культивирования анфельции.

При выращивании в море неприкрепленной формы анфельции ее подсевают на участки пласта в количестве 250-300 кг/м², сильно истощенные промыслом, а также создают новый пласт в местах с условиями окружающей среды,

благоприятными для развития этой формы анфельции. Однако создать новый пласт или существенно увеличить биомассу на обловленном пласте очень трудно.

Конструкции для закрепления анфельции на дне могут представлять собой специальные ячейки - садки, обтянутые делью прямоугольные каркасы из проволоки, а также барьеры-заградители, препятствующие сносу водорослей. Большое значение имеют мероприятия по сохранению существующих скоплений анфельций: защита от загрязнений, гидротехнического строительства и др.

Вопросы для самопроверки:

1. Назовите объекты разведения красных водорослей.
2. Опишите особенности жизненного цикла багрянок.
3. Какова технология культивирования порфиры?
4. Назовите болезни красных водорослей?
5. Назовите особенности выращивания грациллярии.
6. Каковы особенности культивирования анфельции?
7. С какой целью культивируют красные водоросли?

7 Лабораторная работа № 7

Культивирование живых кормов: жаброногие ракообразные

Цель: изучить методику культивирования живых кормов на примере жаброногих ракообразных.

Материалы и оборудование: плакаты, фотографии, модели оборудования.

Задание:

1. Познакомиться с особенностями биологии, экологии, распространения артемии салины, законспектировать материал и зарисовать внешний вид.
2. Изучить технологию культивирования жаброногих ракообразных. Законспектировать материал.
3. Подготовить сообщение по теме «Культивирование равноногих ракообразных и амфипод».

Теоретический материал

При подращивании личинок и выращивании молоди рыб в бассейнах основной трудностью является обеспечение их полноценными, сбалансированными по основным компонентам и содержащими все необходимые вещества кормами.

Лучшими кормами являются живые корма, планктонные и донные беспозвоночные, которыми личинки и мальки питаются в естественных условиях. Эти корма содержат необходимые для рыбы элементы питания, хорошо усваиваются, развивают у рыб рефлекс охоты. Ежегодная потребность рыбоводства в мелком живом корме исчисляется сотнями тонн.

На первый взгляд, наиболее простым и удобным способом массового получения живого корма является его вылов из естественных водоемов. Но таким способом нельзя обеспечить гарантированное стабильное получение живого корма в нужные для рыбоводства сроки и в необходимом количестве. Кроме того, из

естественных водоемов вместе с кормовыми организмами могут быть занесены хищные и паразитарные организмы.

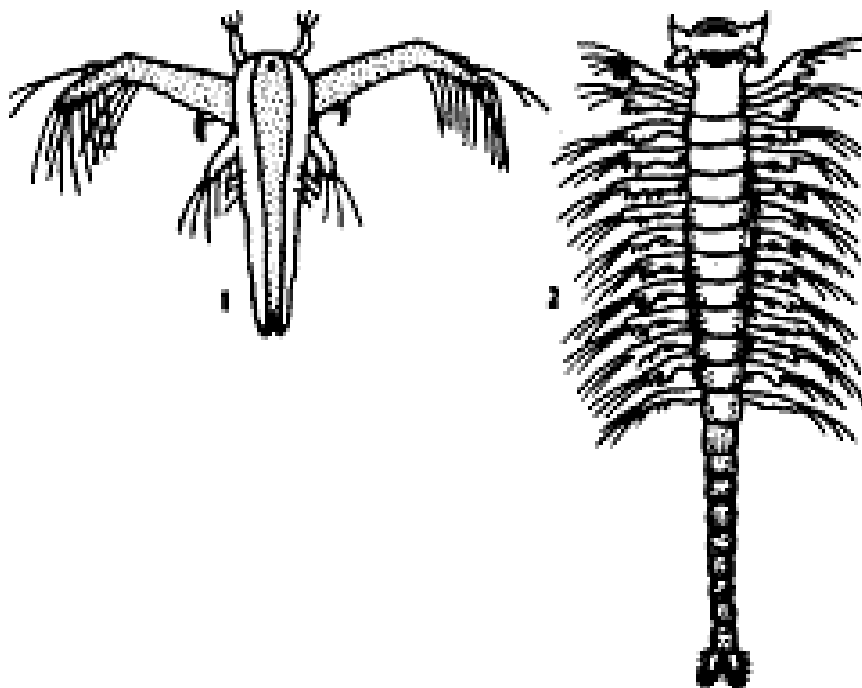
Основной путь массового, гарантированного получения живого корма – искусственное его разведение. В 1960 г. К.А. Воскресенский и А.Ф. Гунько предложили использовать для кормления молоди рыб жаброногого рачка *Artemia salina*, который откладывает громадное количество покоящихся яиц и обитает в ультрагалинных водоемах. Полученные из яиц науплиусы артемии являются хорошим стартовым кормом для ранней молоди рыб (рисунок 102).



Рисунок 102 – Жаброногие рачки *Artemia salina*

Артемия салина. Биологические особенности (по С.В. Пономареву, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахаревой). Рачок *Artemia salina* относится к классу ракообразных, подклассу жаброногих, отряду жаброногов (рисунок 103). Рачок широко распространён в ультрагалинных водоёмах различных континентов. В России артемия обитает в солёных водоёмах побережья Азовского, Чёрного и Каспийского

морей, Крымского полуострова, степной части Украины, в солёных водоёмах Кавказа, Казахстана, Киргизии, Западной Сибири, Алтая, Дальнего Востока. Является наиболее ценным живым кормом для молоди рыб, объект экспорта.



1 – науплий; 2 – взрослый рачок

Рисунок 103 – Артемия салина

Тело *Artemia salina* разделено на голову, грудь и брюшко. Грудной отдел состоит из одиннадцати сегментов, где находится по паре листовидных ножек. Придатки грудных ножек выполняют дыхательную функцию, служат для движения и отфильтровывания пищи. Брюшко состоит из 8-ми 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, оперённые многочисленными щетинками.

Окраска артемии определяется характером потребляемой пищи, а также концентрацией растворённого в воде кислорода и варьирует от зеленоватой до красной. В зависимости от степени солёности водоёмов артемия образует различные морфологические расы. При высоком уровне солёности уменьшается размер рачков, происходит редукция каудальной фурки и щетинок на ней, а также другие морфологические изменения, связанные с уменьшением поверхности тела.

Артемия салина может размножаться половым путём и партеногенетически, то есть без участия самцов. Яйцевой мешок самок имеет округлую форму (рисунок 104). На свободном конце мешка имеется отверстие, через которое при размножении выбрасываются наружу яйца или выходят науплиусы. Одна самка может давать до 170 яиц или науплиусов за одну кладку и около 30 кладок в течение своей жизни.



Рисунок 104 – Яйцевой мешок самки *Artemia salina*

Для рыбоводства используют покоящиеся (диапаузирующие) яйца артемии. В таких яйцах эмбрионы покрываются плотными оболочками на стадии гаструлы, и

дальнейшее развитие прекращается, то есть наступает диапауза. Диаметр диапаузирующих яиц обычно равен 0,2 мм, массы сырых яиц — 0,004 мг, сухих — 0,002 мг. Масса оболочки составляет примерно 30 % массы яйца. Цвет яиц варьирует от светло-серого до тёмно-коричневого (рисунок 105).



Рисунок 105 – Яйца *Artemia salina*

Находящиеся в покоящихся яйцах эмбрионы могут переносить неблагоприятные внешние условия, они выдерживают значительное засыхание и могут находиться в сухом состоянии в течение нескольких лет, переносят нагревание до 130 °С, сохраняют жизнеспособность при понижении температуры до -196 °С. После периода диапаузы при благоприятной температуре и высоком содержании в воде кислорода и прочих оптимальных условиях в яйце продолжается развитие эмбриона, которое завершается в течение 48 ч. Оболочка яйца разрывается, и науплиусы выходят во внешнюю среду. Вылупившиеся из яйца науплиусы имеют длину 0,45 мм, сырая масса равна 0,01 мг, сухая — 0,003 мг.

Сроки массового появления науплиусов из перезимовавших яиц артемии в природных ультрагалинных водоёмах зависят от климатических характеристик

местности. Так, в солёных озёрах Крыма науплиусы артемии появляются обычно в марте, в солёных озёрах Западной Сибири и Казахстана — в середине мая.

Метаморфоз науплиуса во взрослого рачка при оптимальных условиях продолжается 17-25 дней, личинки проходят 15 стадий развития. Внешний вид науплиусов отличен от взрослых рачков. Их тело имеет только зачаточную сегментацию, зачатки антенн и плавательных ножек, один личиночный глаз. Далее строение личинки усложняется и она превращается во взрослого рачка. Длительность жизни взрослых артемий достигает четырёх месяцев (рисунок 106).

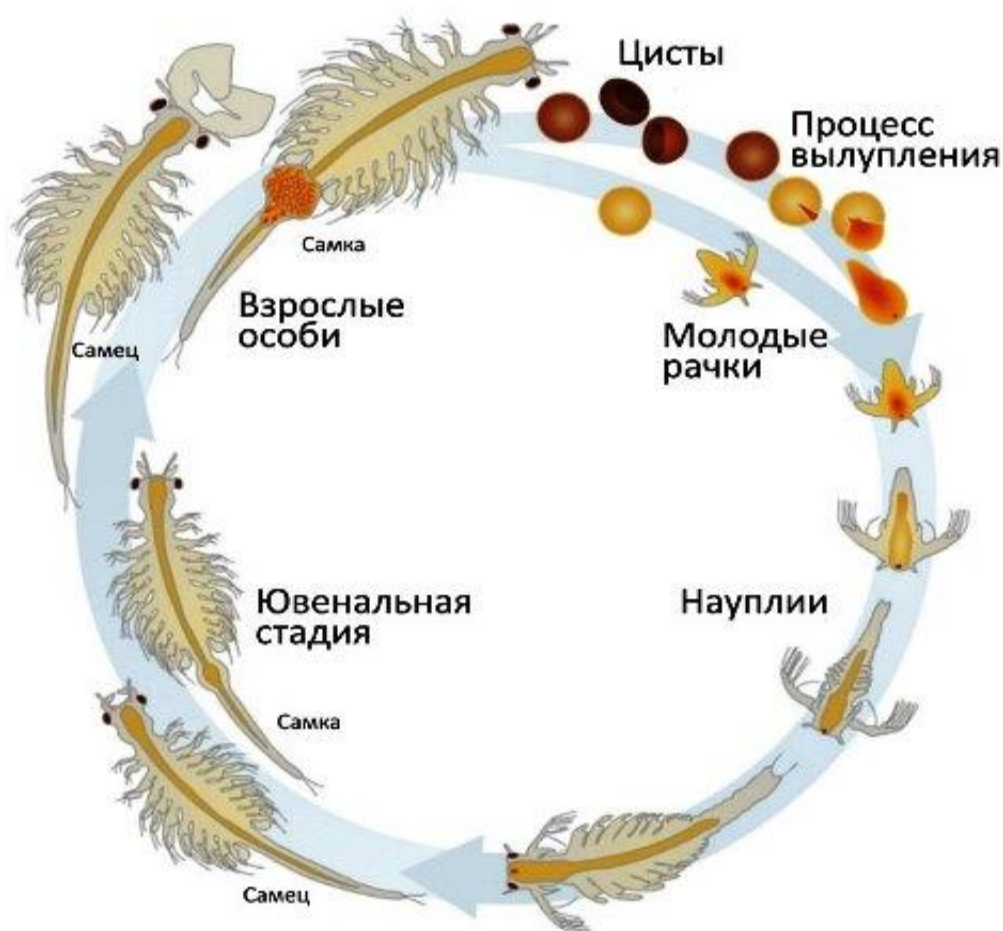


Рисунок 106 – Жизненный цикл *Artemia salina*

Артемия является активным фильтратором, она прогоняет воду через отсеживающий аппарат грудных ножек, так происходит отделение пищевых частиц

от воды. Пищей для артемии в водоёмах служат бактерии, планктонные водоросли и детрит.

В теле артемии содержится 84,63 % влаги, в сухом веществе 43-50 % протеина, 1,0-1,5 % полиненасыщенных жирных кислот, обладающих высокой биологической активностью ряда ω 3.

Заготовка диапаузирующих яиц. Яйца артемии салина заготавливают на ультрагалинных водоёмах. Сбор диапаузирующих яиц из воды можно осуществлять, начиная со второй половины лета, все осенние и зимние месяцы и ранней весной до прогревания воды до 10 °С - 14 °С. Массовая заготовка яиц артемии происходит в конце лета и осенью. Скопления яиц артемии происходит под воздействием гидрометеорологических факторов (ветер, волнения, течения) и морфологических особенностей водоёма (степень изрезанности береговой линии). Основная часть выметанных яиц артемии всплывает в верхние слои плотной осенней рапы, преобладающие в период заготовки ветры сгоняют яйца артемии к подветренным берегам ультрагалинных водоёмов, яйца концентрируются в прибрежной полосе, и выбрасываются волнами на берег. В России и за рубежом работают хозяйства, в том числе фермерские, по заготовке диапаузирующих яиц на продажу. Основным покупателем этих яиц в мировой аквакультуре является Китай.

До заготовки обнаруженных скоплений яиц, следует определить степень их доброкачественности. Для этого яйца раздавливают между двумя предметными стёклами и рассматривают в лупу при 10-15-кратного увеличения. Наличие жирных пятен свидетельствует о том, что яйца живые. Часть яиц опускают в прозрачный сосуд (пробирка, стакан) с пресной водой. Скорлупа всплывает в верхние слои воды, доброкачественные яйца опускаются на дно. Кроме этого небольшое количество яиц зажимают между подушечками пальцев, затем производят несколько перетирающих движений. Яйца просматривают непосредственно на пальце через лупу 10-15-кратного увеличения. Если материал скатывается в веретёнца или рассыпается на чешуйки — сбор недоброкачественный, если остался в виде отдельных яиц — сбор доброкачественный.

Участки скоплений яиц обычно расположены полосой параллельно береговой линии. Их собирают следующим образом: при наличии мощных выбросов совками или совковыми лопатами собирают яйца с примесями в тару и выносят за пределы прибойной зоны, при небольшой мощности собирают ленты выбросов в кучи за пределами прибойной зоны, затем погружают в тару для транспортировки (рисунок 107).

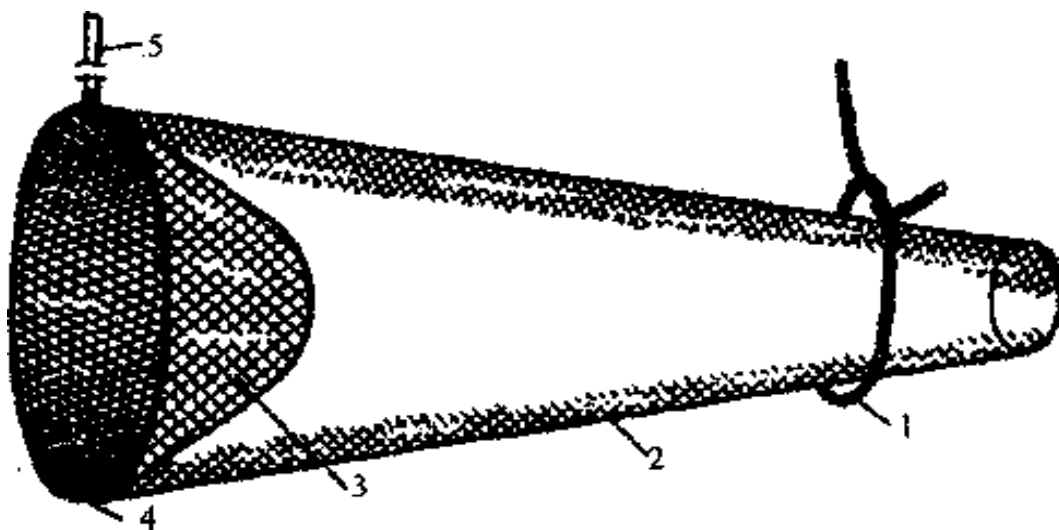


Рисунок 107 – Сбор яиц артемии

Сбор яиц артемии из поверхностных слоев рапы обычно производят волокушами, сачками, ловушками и другими отцеживающими орудиями лова, которые могут быть пассивными (установка ловушек на пути дрейфа яиц) или активными.

Ниже приводится описание конструкции сачка, разработанной во ВНИИПРХе (рисунок 108). Сачок состоит из рукоятки, навинчивающейся на резьбовой выступ

входного кольца сачка, входного кольца диаметром 40-50 см, к которому крепятся накопитель, сороуловитель.



1 – петля; 2 – корпус; 3 – внутренний сачок; 4 – обруч; 5 – ручка

Рисунок 108 – Сачок для сбора яиц артемии

Входное отверстие сачка перекрыто сороуловителем, выполненное в виде входящего в сачок неглубокого мешка. При заготовке яиц артемии салина для кормления личинок рыб важно определять процент вылупления личинок. Яйца, собранные летом или осенью, без специальной обработки дают 3-5 % выхода. Выход яиц, собранных ранней весной до массового вылупления науплиусов в естественных водоёмах, бывает сравнительно высокий и достигает 60-70 %, однако при хранении процент выхода понижается и достигает такой же величины, как и у летне-осенних яиц.

Качество покоящихся яиц и выход при их инкубации зависит от условий хранения. Хорошие результаты получают при охлаждении яиц в растворе поваренной соли при 10-100 % солёности и температуре от -1 °С до -20 °С в течение 80-90 дней. Известен способ хранения яиц в вакууме в глицерине.

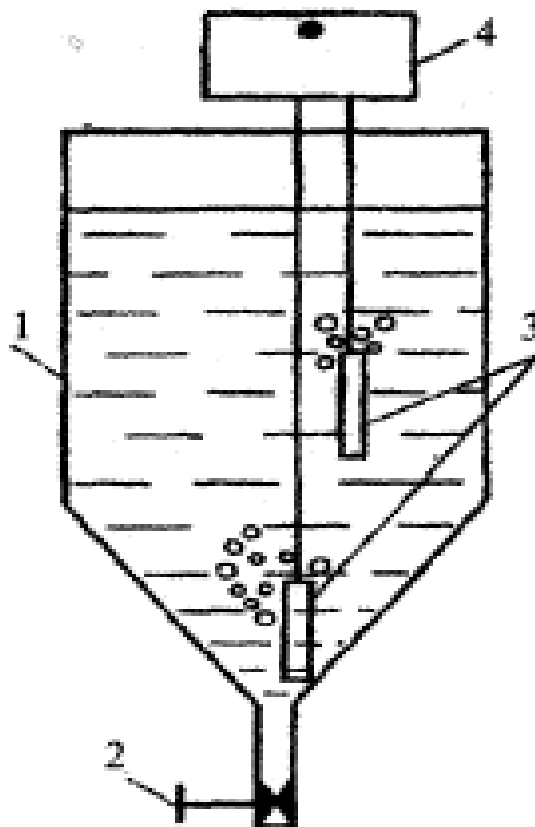
Инкубация яиц и получение науплиусов. Для получения науплиусов следует инкубировать покоящиеся яйца. Оптимальными условиями для вылупления науплиусов из покоящихся активированных яиц является: температура 25 °С - 27 °С, солёность 30-50 ‰ и высокое содержание кислорода — не менее 6-7 мг/л. Выход науплиусов при этих условиях происходит через 48 ч. после закладки яиц в инкубационные аппараты. Инкубацию можно проводить и при более низкой (до 15 °С - 16 °С) температуре, но время инкубации при этом удлиняется.

Яйца артемии инкубируют в 3-5 %-ном растворе поваренной или глауберовой соли. Для инкубации яиц необходимо высокое содержание кислорода в воде, которое обеспечивается непрерывной подачей воздуха или кислорода в солевой раствор с находящимися в нём яйцами. Соотношение массы яиц и солевого раствора, в зависимости от аэрации, выражается величиной 8-15 г/л.

В качестве инкубатора могут быть использованы различные инкубационные ёмкости, в том числе стеклянные сосуды или сосуды оргстекла ёмкостью 40-100 л, представляющие собой сочетание с конусом (рисунок 109). Сток раствора из этих аппаратов производится через нижнее отверстие, которое заканчивается металлической трубкой с одетым на ней резиновым шлангом с зажимом. Также успешно применяют аппараты такой же конструкции, изготовленные из полиэтиленового рукава, который при этом складывают вдвое внутрь. Эффективны и аппараты шириной 50 см, длиной 120 см. В середине нижнего края полиэтиленового рукава припаивают металлическую трубку, на конце которой надет резиновый шланг длиной 25 см. Аппараты устанавливают в стойке. К нижней перекладине стойки прикрепляют дель, которая служит опорой аппарата. Верхний край аппарата прикрепляют к верхним перекладинам. Инкубацию можно также проводить в ваннах или прямооточных лотках.

По завершении инкубации и выхода науплиусов компрессор отключают, диффузор вынимают из сосуда, через 10-15 мин. содержимое сосуда без поверхностного слоя (где находится пустая скорлупа) сливают через сачок из газа № 60 и переносят в такой же аппарат с пресной водой. Там происходит окончательное

отделение науплиусов от яиц и скорлупы. При высоком качестве яиц отделение чистых науплиусов не представляет больших трудностей, используют сифон.



1 – корпус; 2 – сливной кран; 3 – распылитель; 4 – компрессор

Рисунок 109 – Устройство для получения науплиусов артемии

Определение массы выловленных рачков производят двумя путями: по численности и массе одного рачка; прямым взвешиванием. Средний суточный съём науплиусов составляет 9-10 г/л. Науплиусы артемии используют для кормления личинок рыб в первые дни активного питания.

Декапсулирование яиц. Яйца артемии покрыты двумя оболочками: наружной, плотной серого цвета, не разрушаемой пищеварительными ферментами личинок рыб, и внутренней прозрачной, которая переваривается в их кишечнике. Декапсуляция разрушает только наружную оболочку, а внутренняя остаётся целой.

Разрушение оболочки происходит путём её окисления гипохлоритом кальция $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ и кальцинированной содой Na_2CO_3 . Выпускаемый промышленностью, гипохлорит кальция содержит 18-40 %, а импортные образцы — 60 % активного хлора. Окислитель упакован в мешки, деревянные и металлические барабаны, имеет белый и серый цвета. Для целей декапсуляции могут использоваться все выпускаемые образцы окислителя, однако предпочтительнее использовать гипохлорит, содержащий 40 % активного хлора и упакованный в оцинкованные барабаны.

Декапсуляцию яиц проводят в аппаратах (1) ВНИИПРХа (рисунок 110). Верхний, расположенный в стороне от нижнего, снабжён зажимом (2), а нижний — краном (3), соединёнными резиновыми шлангами (4). Отношение высоты конуса к диаметру верхнего аппарата должно быть 1:1. В конус верхнего аппарата вмонтирован прозрачный полихлорвиниловый шланг (5) сечением не менее 10 мм. На свободном конце шланга прикреплён крючок (6), которым он фиксируется в кольце (7). Наружная стенка верхнего аппарата градуирована делениями через 10 л (8). Аппараты устанавливают в металлических стойках-треногах (9). Могут быть и другие способы установки.

В нижний аппарат помещают мешок с коническим дном (10), сшитый из мельничного газа №40-№46, размером, соответствующим форме аппарата, но высотой на 15 см короче его. К месту соединения цилиндрической и конической частей мешка прикрепляется металлическое кольцо (11), изолированное химически инертным материалом сечением 6 мм. К верхней части мешка крепятся капроновые оттяжки (12), заканчивающиеся крючками (6), при помощи которых он фиксируется на кольцах (7).

Мешок необходимо шить капроновыми нитками, а ещё лучше рыболовной леской сечением 0,1- 0,15 мм.

Водоснабжение декапсуляционной установки обеспечивает кран-«гусак» (13), соединённый резиновым шлангом (4) с водопроводом (14). Растворение декапсулирующих веществ, очистку яиц от оболочек и декапсуляцию проводят перемешиванием сжатым воздухом (15), оборудованным краном (16). В аппараты

воздух подаётся по хлорвиниловым шлангам (17), оканчивающимися барботерами (18). Барботер изготовлен из медных трубок. К осевой трубке сечением 8 мм припаиваются под углом 120° три горизонтальных отводка и один торцевой сечением 4 мм. К отводкам прикрепляются аквариумные распылители.

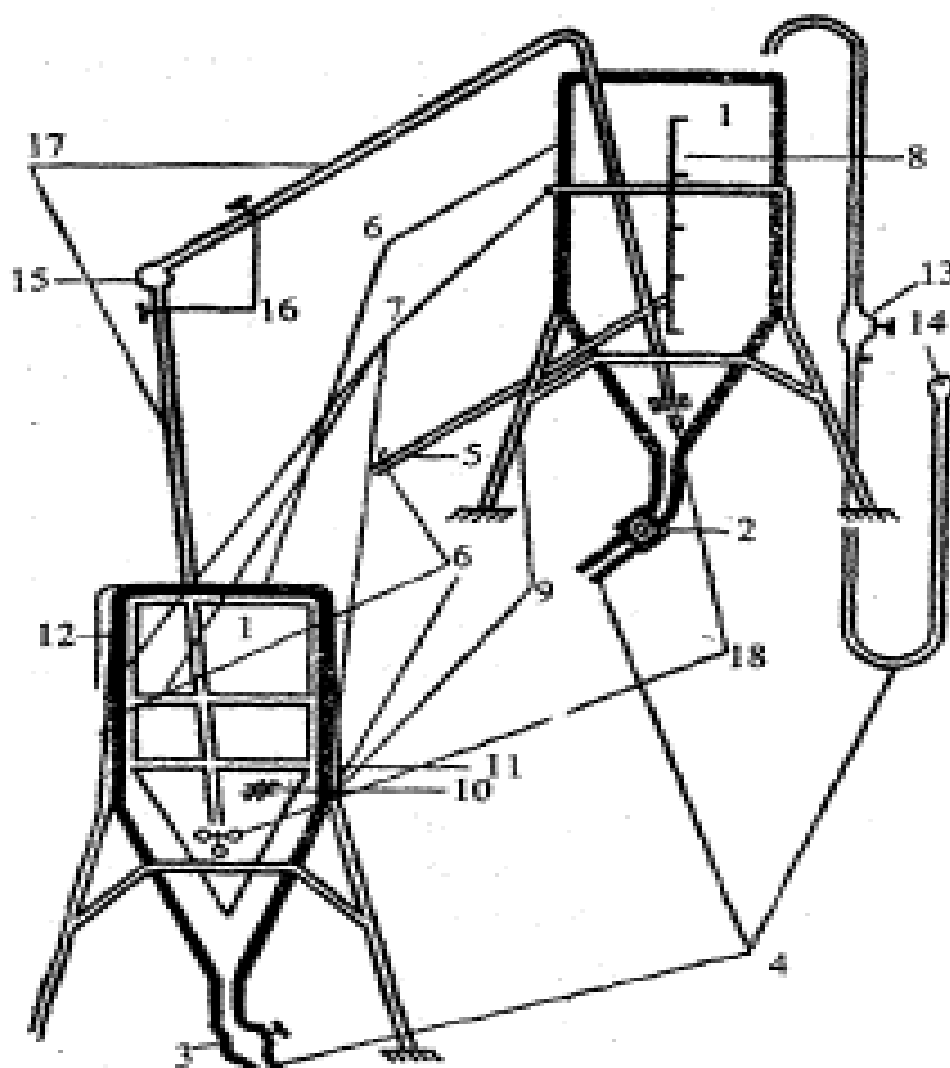


Рисунок 110 – Схема установки для декапсуляции яиц артемии

Вблизи от декапсуляционной установки оборудуют весовую, где устанавливают весы с ценой деления не более 10 г, располагают декапсуляционные материалы, тару и совок, изготовленные из некоррозионных материалов.

Вопросы для самопроверки:

1. Опишите основные биологические особенности артемии салина.
2. Где заготавливают яйца артемии салина?
3. Каковы особенности культивирования артемии?
4. Что можно использовать в качестве инкубатора для яиц артемии салина?
5. Как проводят декапсуляцию яиц артемии салина?

Список использованных источников

1. Арзамасцев, И.С. Основы аквакультуры: учебное пособие / И.С. Арзамасцев, В.А. Раков, А.П. Жук, В.А. Брыков. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. – 64 с.
2. Биологические основы марикультуры: сб.науч.тр. / под ред. Л.А. Душкиной. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – 320 с.
3. Ботаника: Курс альгологии и микологии / под. ред. Ю.Т. Дьякова – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 559 с.
4. Дальневосточный трепанг: краткий справочник для сотрудников таможенных органов / сост.: С.Н. Ляпустин, П.В. Фоменко; под общ. ред. В.И. Дьякова; Российская таможенная академия, Владивостокский филиал. – Владивосток: ВФ РТА, 2008. – 40 с.
5. Жизнь растений в 6-ти томах. / гл. ред. А.А. Федоров. Т. 3 Водоросли. Лишайники / под ред. М.М. Голлербаха – М.: Просвещение, 1977. – 487 с.
6. Инструкция по биотехнологии культивирования тихоокеанской устрицы. – Владивосток: ФГУП ТИНРО-центр, 2011. – 28 с.
7. Инструкция по технологии получения жизнестойкой молоди трепанга в заводских условиях. – Владивосток: ФГУП ТИНРО-центр, 2012. – 81 с.
8. Касьянов, В.Л. Размножение иглокожих и двустворчатых моллюсков / В.Л. Касьянов, Л.А. Медведев, Ю.М. Яковлев, С.Н. Яковлев. – М.: Наука, 1980. – 204 с.
9. Ким, Г.Н. Марикультура: учебное пособие / Г.Н. Ким, С.Е. Лескова, И.В. Матророва. – М.: МОРКНИГА, 2014. – 273 с.
10. Козлов, В.И. Аквакультура: учебник / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин. - М. : КолосС, 2006. - 446 с.
11. Левин, В.С. Камчатский краб *Paralithodes camtschatica*. Биология, промысел, воспроизводство / В.С. Левин. – Ижица, 2001. – 198 с.

12. Левин, В.С. Дальневосточный трепанг. Биология, промысел, воспроизводство / В.С. Левин. – СПб.: Голанд, 2000. – 200 с.
13. Лескова, С.Е. Гидробиотехнические сооружения, применяемые в марикультуре для выращивания беспозвоночных и макроводорослей / С.Е. Лескова, Г.Г. Калинина, С.И. Масленников. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2009. – 23 с.
14. Лескова, С.Е. Экология и биологические основы культивирования тихоокеанского петушка *Ruditapes Philippinarum*: автореф. дис. ... канд.биол.наук / ДВФУ. – Владивосток, 2012. – 20 с.
15. Мирошникова, Е.П. Основы аквакультуры : учеб. пособие для вузов / Е.П. Мирошникова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - 207 с.
16. Морская аквакультура / под ред. П.А. Моисеева. – М.: Агропромиздат, 1985. – 253 с.
17. Овсянникова, Е.В. Особенности раннего онтогенеза гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* в искусственных условиях: автореф. дис. ... канд.биол.наук / ФГБОУ ВО «АГТУ». – Астрахань, 2005. – 24 с.
18. Пономарев, С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре: Учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. – М.: МОРКНИГА, 2013. – 417 с.
19. Пономарев, С.В. Марикультура. Культивирование креветок: учеб.пособие / С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2005. – 72 с.
20. Пономарев, С.В. Фермерское рыбоводство / С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина. – М.: КолосС, 2008. – 347 с.
21. Раков, В.А. Биологические основы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg) в заливе Петра Великого: автореф. дис. ... канд.биол.наук / ДВФУ. – Владивосток, 1984. – 24 с.
22. Серпунин, Г.Г. Биологические основы рыбоводства / Г.Г. Серпунин. – М.: Колос, 2009. – 384 с.

23. Статкевич, С.В. Экологические аспекты культивирования гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii* (Deman, 1879) в условиях Крымского полуострова: автореф. дис. ... канд.биол.наук / ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН». – Нижний Новгород, 2017. – 23 с.