

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ



---

Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура»

# **С О В Р Е М Е Н Н Ы Е   Т Е Х Н О Л О Г И И В   А К В А К У Л Ь Т У Р Е**

**У ч е б н о е   п о с о б и е  
для обучающихся по направлению подготовки  
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»  
(уровень бакалавриата)**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2 0 1 8**

**Нечаева Т. А., Рыбалова Н. Б., Темирова С. У.** Современные технологии в аквакультуре: Учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» (уровень бакалавриата). – СПб. : СПбГАУ. – 2018. – 92 с.

**Рецензенты:**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры птицеводства и мелкого животноводства **А. Г. Бычаев**;

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры птицеводства и мелкого животноводства **С. Л. Сафронов**.

В учебном пособии освещены вопросы садкового рыбоводства, в т. ч. в морских условиях, культивирование новых объектов аквакультуры, таких как тилапия, канальный сом и др. Приведены методы выращивания водных беспозвоночных и водорослей. Учебное пособие предназначено для обучающихся по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биологические ресурсы и аквакультура» (квалификация (степень) «бакалавр»).

Рекомендованы изданию и публикации на электронном носителе для последующего размещения в электронной сети СПбГАУ согласно соответствующему договору Учебно-методическим советом СПбГАУ, протокол № 8 от 2 ноября 2017 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Введение.....                                           | 2  |
| 1.Морское рыбоводство (марикультура).....               | 3  |
| 2.Выращивание камбалы.....                              | 11 |
| 3.Выращивание кефали.....                               | 29 |
| 4.Выращивание желтохвоста.....                          | 35 |
| 5.Выращивание рыбы фугу.....                            | 36 |
| 6.Выращивание тунцов.....                               | 38 |
| 7.Выращивание морских окуней.....                       | 41 |
| 8.Выращивание рыб семейства сельдевых.....              | 42 |
| 9.Выращивание красного и черного тая.....               | 44 |
| 10.Выращивание лаврака и дорадо.....                    | 46 |
| 11.Выращивание помпано.....                             | 47 |
| 12.Выращивание трески.....                              | 49 |
| 13.Выращивание пятнистой зубатки.....                   | 53 |
| 14.Перспективные объекты пресноводной аквакультуры..... | 55 |
| 15.Культивирование иглокожих.....                       | 60 |
| 16.Культивирование ракообразных.....                    | 62 |
| 17.Культивирование морских моллюсков.....               | 69 |
| 18.Культивирование водорослей.....                      | 79 |
| Список литературы.....                                  | 90 |

## ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Современные технологии в аквакультуре» является овладение знаниями в области современных технологий аквакультуры, включая изучение современных индустриальных технологий выращивания рыб и других гидробионтов.

Задачами дисциплины являются изучение:

- современных индустриальных технологий выращивания рыб;
- изучение современных технологий выращивания других гидробионтов.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

*а) профессиональные (ПК):*

- готовность к эксплуатации технологического оборудования в аквакультуре (ПК-5);
- готовность к участию в выполнении проектно-исследовательских работ с использованием современного оборудования (ПК-12).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

***знать:***

- современное оборудование для искусственного воспроизводства и товарного выращивания гидробионтов;
- современное оборудование, применяемое в аквакультуре.

***уметь:***

- применять современную биотехнику и оборудование для искусственного воспроизводства и товарного выращивания гидробионтов;

- использовать методологию проектирования рыбоводных заводов и нерестово-выростных хозяйств на стадии проектного задания.

**владеть:**

- современными методами выполнения технологических процессов при искусственном воспроизводстве и выращивании гидробионтов;

- методикой выполнения проектно-изыскательских работ с использованием современного оборудования.

## **1. МОРСКОЕ РЫБОВОДСТВО (МАРИКУЛЬТУРА)**

**Цель занятия.** Изучить рыбоводство в морских условиях.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

Морское товарное рыбоводство активно развивается в последние 35 лет. Благоприятные термический и солевой режим в Азовском, Каспийском и Черном морях позволяют создать здесь товарные осетровые хозяйства. В Балтийском, Баренцевом, Белом морях, а также в морях Дальнего Востока имеются необходимые условия для развития товарного лососеводства.

**Морское рыбоводство (марикультура)** – часть аквакультуры, занимающаяся разведением и выращиванием гидробионтов в морских и солоноватых водоемах.

Объектами марикультуры являются радужная форель, атлантический лосось, камбалы, кефаль, полосатый окунь, мидии, морские окуни.

В марикультуре можно выделить три основных вида хозяйств: пастбищное, нагульное (товарное) и полносистемное.

**Пастбищное морское рыбоводство** основывается на искусственном воспроизводстве различных рыб,

выращивании молоди до жизнестойких стадий и возраста за счет естественных кормовых ресурсов.

**Нагульное (товарное) выращивание**, а также выращивание в **полносистемных хозяйствах** проводится в основном в садках. Садки - основа морской аквакультуры. Для предохранения от разрушения садков в штормовую погоду устанавливают специальные плавучие волноломы, которые ослабляют напор волн и улучшают условия эксплуатации садковых хозяйств в море.

**Выращивание в садках в морских условиях** возможно при солености 5 – 35 промилле. Садки удобно размещать в закрытых заливах (фьордах) глубиной более 5 м. Температурный режим воды 8 - 20<sup>0</sup>С. В условиях марикультуры выращивают форель, атлантического лосося, осетровых, морских рыб (камбала, палтус).

В современной практике рыбоводства широкое распространение получили плавающие **надводные** и погружные **подводные** садки.

Выращивание товарной рыбы в морских хозяйствах осуществляется в **круглых** и **многоугольных** садках или в **полигональных морских садках**. Выбор садков зависит от вида выращиваемой рыбы. Для товарного выращивания лососевых рыб применяются круглые или полигональные морские садки.

**Погружные садки.** Для выращивания рыбы на участках, не защищенных от штормового и ветрового воздействия, используются **«ныряющие» садки**, которые могут погружаться на глубину до 3 м, а также **волноустойчивые подводные садки**, которые устанавливаются на глубине от 5 до 50 м. Садки комплектуются системой автоматики, позволяющей проводить кормораздачу и контролировать процесс выращивания.

Морские садковые хозяйства для выращивания товарной рыбы имеют ряд преимуществ:

1. Для их создания требуется меньше времени и начальных капитальных вложений, чем для аналогичных по мощности пресноводных прудовых хозяйств.

2. Постройка и установка садков осуществляется без применения сложных, дорогостоящих агрегатов.

3. Садковые хозяйства не занимают значительных земельных площадей.

4. Не используют пресную воду (рис. 1).

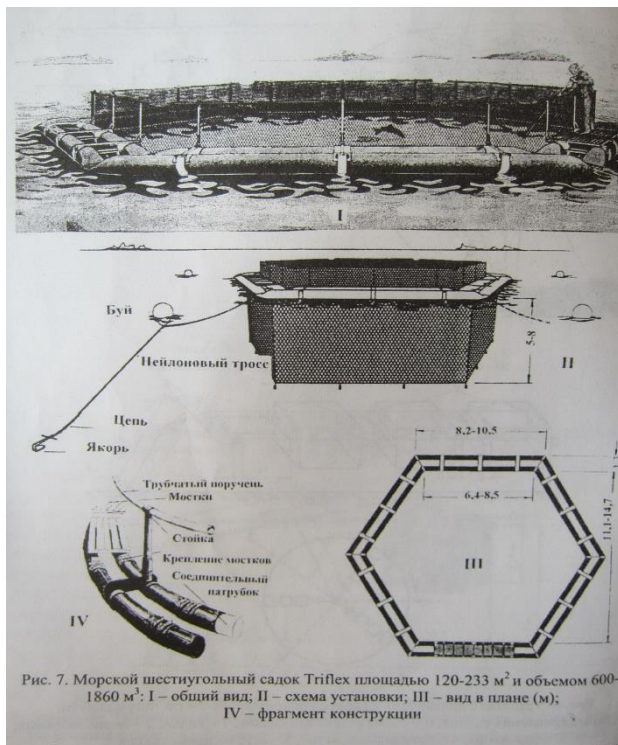


Рисунок 1 - Морской садок

Большие промышленные комплексы включают в себя не только садковое, но и прибрежное бассейновое хозяйство. Развитие индустриальных методов в морском рыбоводстве позволяет перейти к массовому воспроизводству и товарному выращиванию лососевых и осетровых рыб.

**Морская ферма «плавающий остров»** крупные хозяйства мощностью 200 – 250 т. Вся система обслуживания размещается на плоту в центре острова. Плот имеет рабочие площади для хранения корма, топлива, оборудования, установки компрессора и генератора. Здесь располагаются комната для персонала и кухня. Садки крепятся вдоль «крыльев», на торце одного из них находится причал для рабочего катера (рис. 2).



Рисунок 2- Морская ферма «плавающий остров»

Нагульное морское рыбоводство основано на выращивании рыб до товарной массы с использованием посадочного материала, выращенного в данном хозяйстве или завезенного из других хозяйств. Выращивание осуществляют помимо садков также в бассейнах, отделенных от моря заливах, фьордах, лагунах и лиманах (лагунное или лиманное рыбоводство). Отгораживание производится с помощью нейлоновых или металлических сетных полотен, поддерживаемых деревянными или бетонными сваями; нижняя часть сетки удерживается грузами, а верхняя на 0,5 – 1,0 м возвышается над водой.

На Балтийском море (Эстония) участок 1,5 га отгорожен с помощью ряжевой плотины (из бревен и крупных камней). Плотина защищает от действия волн и хорошо пропускает воду.

Пруды и бассейны обеспечиваются водой при приливах и отливах. Если естественный водообмен не обеспечивает нормального кислородного режима, то применяются различные аэраторы. Бассейновый метод позволяет использовать для рыбоводства засоленные прибрежные земли.

Недостатки – слабая циркуляция воды, взмучивание воды, наносы песка при штормах. При водоснабжении прудов и бассейнов механическим путем эксплуатационные расходы довольно высоки.

Лучшие условия среды обеспечиваются при садковом выращивании. Однако садки сложно обслуживать в шторм, кроме того, необходимы достаточные глубины под садками. Для установки садков пригодны закрытые акватории моря, но с достаточной циркуляцией воды для поддержания нормального содержания кислорода и выноса продуктов обмена и остатков корма.

Выращивание рыбы в нагульных морских хозяйствах осуществляется с применением искусственных кормов, при постоянном контроле за состоянием среды, проведении лечебно-профилактических мероприятий.

**Полносистемные рыбоводные хозяйства** – в них содержатся маточные стада рыб. В таких хозяйствах требуется проведение селекционно-племенной работы.

В морской аквакультуре значительное место занимает выращивание лососевых рыб.

**Морское выращивание товарной форели** является одним из наиболее перспективных направлений морского рыбоводства. Затраты окупаются в течение 2 – 6 лет. Товарная продукция – в первый год работы хозяйства.

Взрослая радужная форель переносит соленость до 35 промилле, годовики – 20 – 25 промилле, сеголетки – 12 – 14 промилле, личинки – 5 – 8 промилле. Если предполагается выращивание годовиков форели при солености 35 промилле, необходимо в течение 2 недель провести акклиматизацию молоди в бассейнах и прудах с солоноватой водой, либо в опресненных заливах или лиманах.

Пересадку в морскую воду лучше проводить весной (март – апрель) или осенью (сентябрь – ноябрь), когда физиологическое состояние рыб позволяет легче перенести воздействие изменившихся солености и температуры. Для зарыбления используют годовиков массой 40 – 60 г или двухгодовиков массой 300 – 350 г.

Переводить на морское выращивание можно полноценную молодь, различия в индивидуальных размерах у которой не выше 25 – 30%.

При переводе форели в морские садки в прибрежных зонах Балтийского, Азовского, Каспийского морей не возникает проблем с солевой адаптацией, так как соленость не превышает 6 – 13%.

При выращивании форели в морской воде активизируются физиологические процессы. В результате улучшаются аппетит и усвоение пищи, интенсифицируется белковый обмен и повышается темп роста. Это связано с глубокой морфофизиологической перестройкой организма рыб при переводе из пресной в морскую воду. В морской воде благодаря изменению осмотических процессов усваиваются жизненно важные ионы и микроэлементы, активизирующие деятельность ферментативной системы организма.

**Структура морского хозяйства.** Садковые нагульные хозяйства имеют садковый комплекс, склад кормов, склад оборудования, инвентаря и материалов, холодильник, административно-хозяйственный комплекс, пирс, гараж, плавсредства. В садковый комплекс кроме садков входят системы их заякорения, плавучие волноломы и средства сигнализации. Акватория, занятая садковым комплексом, должна быть ограждена сигнальными буйами и цветными сигнальными огнями.

**Выбор участков для морских садковых хозяйств.** Необходимо учитывать температурный режим, погодные и гидрологические факторы.

**Место установки садков должно соответствовать следующим требованиям:**

- защищено от господствующих ветров;
- исключены заморные явления;

Необходимо учитывать ледовую обстановку, схему выращивания выстраивать в соответствии с погодными условиями.

Наиболее подходят для садкового выращивания рыб бухты и заливы, защищенные от ветров, волнения и сильных приливо-отливных течений. Сочетание защищенных заливов с близко расположенными глубоководными зонами позволяет проводить

выращивание в штормовые периоды года в защищенных участках заливов и бухт, и содержать рыб в садках в глубоководных зонах в жаркий период для предохранения от перегрева и опасных болезней.

Садки для молоди нужно устанавливать в местах с оптимальным температурным режимом ( $12 - 18^{\circ}\text{C}$ ). Для форели массой  $50 - 100$  г этот диапазон может быть гораздо шире, так как она легче переносит повышение температуры воды и сохраняет повышенную пищевую активность при понижении температуры.

Устанавливать садки лучше на глубинах  $6 - 8$  м. Скорость течения при выращивании годовиков от  $0,05 - 0,3$  м/с, для рыб старших возрастов  $- 0,05 - 0,5$  м/с. При более сильном течении повышенная активность рыб приводит к излишним тратам корма, слабое течение вызывает заморные явления.

Садковое выращивание осуществляется только в чистой воде. Наличие в воде фенолов, солей тяжелых металлов и других токсических веществ в концентрациях, превышающих предельно допустимые, делают невозможным использование загрязненных участков моря.

При выборе площадок для береговых сооружений нужно учитывать возможность доставки кормов, посадочного материала, вывоза выращенной продукции. Наиболее пригодны ровные площадки, позволяющие создать питомные и зимовальные цеха и осуществлять полносистемный цикл выращивания.

Молодь осетровых рыб при зарыблении морских садков должна иметь массу не менее  $5 - 10$  г и быть приучена искусственному корму. Надо помнить, что молодь осетровых легко травмируется. При солёности воды более 5 промилле молоди требуется предварительная адаптация. Все рыбоводные процедуры проводить только до кормления.

На зимовку осетровых переводят в пресноводные зимовальные пруды. Оставлять на зиму садки в прибрежной зоне нельзя из-за сильных ветров и неустойчивого ледового режима. Сезон выращивания в садках с апреля по октябрь. Цикл выращивания до получения товарной рыбы длится три сезона.

### **Вопросы**

1. Назовите объекты садкового выращивания в море.
2. Чем обуславливается экономическая эффективность выращивания рыбы в морских условиях?
3. Перечислите особенности конструкции морских садков.
4. Назовите преимущества и недостатки садкового рыбоводства в море.
5. Перечислите факторы, ограничивающие размещение садков в зимний период.

## **2. ВЫРАЩИВАНИЕ КАМБАЛЫ**

**Цель занятия.** Изучить особенности выращивания камбалы.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

Одной из возможностей решения проблемы функционирования доходного прибрежного рыболовства является искусственное выращивание и выпуск молоди ценных рыбных объектов для пополнения запасов естественной популяции.

К таким объектам относятся морская камбала и камбала-тюрбо, запасы которой находятся в настоящее время в депрессивном состоянии. Камбала-тюрбо является одним из самых ценных объектов рыбного промысла в Балтийском море.

Воспроизведенную в искусственных условиях молодь тюрбо успешно можно использовать для пастбищной марикультуры и для товарного рыбоводства. В поддержку усилий на проведение исследования в этом направлении свидетельствуют следующие факторы:

- тюрбо не совершает дальних миграций, и искусственно выращенная молодь будет концентрироваться преимущественно в районах выпуска, т.е. в российских водах, занимая свободную пищевую нишу (тюрбо питается шпротом и песчанкой, которые недоиспользуются хищниками);

- выпущенная молодь вступает в промысел на 4 год жизни, при длине 35-45 см и массе 0,8-1,5 кг, промысловый возврат от выпущенной в море молоди тюрбо может составить 10-12%;

- в условиях фермерских хозяйств тюрбо набирает товарную массу 1,2 кг, за 18 месяцев при выращивании в закрытых морских садках, и за 12-14 месяцев при выращивании в наземных установках замкнутого цикла с управляемым температурным режимом.

Выращивание камбалы тюрбо в аквакультуре позволит обеспечить ее воспроизводство в российских водах юго-восточной части Балтийского моря.

**Нерест в искусственных условиях.** Производителей камбалы отлавливают в море донным тралом. Отлов осуществляется в сентябре – октябре либо непосредственно в период нереста. Морская камбала нерестится с января по март, тюрбо – с марта – апреля по июнь. Из уловов отбираются самки с длиной тела не менее 36 – 52 см, весом не менее 650 – 1650 г, самцы с длиной тела не менее 30 – 35 см, весом не менее 350 – 450 г.

При искусственном нересте получение икры проводится от самок камбалы, созревающих естественно, а также при гормональной стимуляции созревания

внутримышечными инъекциями суспензии гипофизов самцов своего вида либо хорионическим гонадотропином (отечественный препарат).

**Естественный нерест.** Производителей помещают в бассейны с морской водой для естественного нереста при температуре 8 - 12<sup>0</sup>С. Соотношение полов 1:1, 1:2. Затем производителей отлавливают, а икру для дальнейшего развития переносят в инкубационные аппараты.

Возможен искусственный нерест, когда производителей выдерживают в бассейнах до созревания. Можно использовать стимуляцию созревания производителей тюрбо с помощью изменения фотопериода и температуры. При этом методе световой период увеличивают с 8 до 16 часов, а температуру постепенно поднимают до нерестовой 12,5 – 15,5<sup>0</sup>С. Плотность посадки 30 – 35 кг/м<sup>3</sup>. Содержание кислорода 7,8 – 8,2 мг/л при расходе воды 60 л/мин.

При длительном выдерживании производители нуждаются в кормлении. В качестве корма рекомендуется использовать рыбу (мойва), моллюсков, ракообразных (креветки). Как показали наблюдения, в январе – феврале при температуре до 1,5<sup>0</sup>С рыбы не питаются, в марте – июне питаются, так же как и особи, не участвующие в нересте. Осеменение икры производится сухим или полусухим способом.

Инкубация икры производится в лотках, разделенных сеткой из капронового сита, размером 5х1,2х1,2 м либо в аппаратах Вейса объемом 10 л. В один лоток помещается 30 – 40 тыс. икринок. Плотность посадки икры в аппараты Вейса 1 – 2 тыс.шт. на литр, т.е. 10 - 20 тыс.шт. на инкубационный аппарат. Скорость водообмена в аппаратах 0,7 л/мин (10 об/сутки) – 2 л/мин.

Температура воды при инкубации икры морской камбалы 6 - 12<sup>0</sup>С. Температура воды при инкубации икры

тюрбо 12 - 14<sup>0</sup>С с постепенным повышением температуры к концу инкубации до 15 – 16<sup>0</sup>С. Соленость 16 - 18‰.

Механическую очистку осуществляют пропусканием воды через многослойный песчано-ракушечный фильтр, задерживающий крупные частицы, а затем через систему микрофильтров, задерживающих механические частицы размером свыше 3 мкм. После механической очистки воду обеззараживают с помощью ультрафиолетового облучения. Продолжительность инкубации икры камбалы тюрбо при температурном режиме 12 – 16<sup>0</sup>С составляет 5 суток. Если инкубация происходит при низких температурах воды (6<sup>0</sup>С), ее продолжительность достигает 20 суток. Продолжительность инкубации икры морской камбалы при 6<sup>0</sup>С составляет 18 - 25 суток. При достижении длины эмбриона около 3 мм происходит вылупление (рис. 3).



Рисунок 3- Вылупление эмбрионов камбалы из икры

Выход личинок составляет 60 - 50% от заложенной на инкубацию икры. Повышенный отход икры объясняется уничтожением нежизнеспособных эмбрионов в период инкубации. Морскую воду, используемую для инкубации икры, а также для выращивания личинок и культивирования живых кормов, перед подачей в производственные емкости подвергают предварительной подготовке, которая включает механическую очистку, обеззараживание и термостатирование.

Выклюнувшихся личинок выдерживают в инкубационных аппаратах в течение двух суток до момента, когда при остановке подачи воды и воздуха личинки начинают собираться в плотный рой. Сконцентрировавшихся личинок стаканом переносят на несколько часов емкости объемом 6 л, которые помещают в выростных бассейнах, для акклиматизации личинок к условиям выращивания. Длина личинок после выклева 2,8 мм. Выход личинок после выдерживания составляет 55%

**При соблюдении указанных условий инкубирования общее микробное число в инкубационных аппаратах не превышает 500 кл/мл.**

Вылупившиеся предличинки симметричны. Глаза черные, с металлическим блеском. Предличинки держаться у поверхности воды, желточным мешком кверху. На второй день они опускаются на дно, а затем пассивно всплывают желточным мешком вверх. Однако подвижность их ограничена и большую часть времени они находятся в «висячем» состоянии. Наблюдается положительный фототаксис. При неравномерном освещении предличинки собираются у стенок на освещенных участках, располагаясь друг над другом в несколько рядов. Это может быть причиной их массовой гибели вследствие кислородного голодания.

После акклиматизации личинок пересаживают в выростные бассейны объемом  $1,5 \text{ м}^3$ , заполненные обеззараженной водой. Выращивание личинок может вестись по полуинтенсивной и интенсивной схеме. При полуинтенсивной – личинки культивируют при низкой плотности (2-5 экз./литр) в большом объеме ( $50 \text{ м}^3$ ), а в интенсивной – плотности посадки значительно выше - 15-20 экз./л либо 30 экз./л., и используют емкости объемом от  $1,5 \text{ м}^3$  до 20 - 30  $\text{м}^3$ . В обеих системах температура воды держится на уровне 18-20°C.

Для выращивания морской камбалы и камбалы тюрбо мы рекомендуем бассейны объемом  $1,5 \text{ м}^3$ , оборудованные сливным устройством, позволяющим регулировать уровень воды. Плотность посадки от 20 до 30 экз./л (30 - 45 тыс.шт. на бассейн). Скорость водообмена в начале выращивания составляет 0,5 – 0,8 л/мин (0,3 – 0,5 об/сут) – 3л/мин., постепенно увеличиваясь по мере нарастания численности микроорганизмов до 5,2 л/мин (4–5 об/сут.) на начальных стадиях метаморфоза, выдерживая концентрацию микробных клеток не более 1 – 1,5 тыс. кл/мл.

На третьи сутки наблюдается высокая плавательная активность предличинок. Размер желточного мешка уменьшается на 50 – 60%. У тюрбо желточный мешок небольшой и в течение 5 дней полностью рассасывается, это осложняет выращивание, так как примерно через 60-72 часа личинка должна начать переход на внешнее питание. Успех разведения на этом этапе зависит от того, как быстро личинки получают подходящие им по размерам и по химическому составу пищевые организмы (коловратки, науплии и метанауплии артемии салина).

Предличинки начинают питаться. Пятисуточные предличинки совершают энергичные движения, направленные на поиски и захват пищи. При этом они

часто опускаются на дно, где подбирают и интенсивно заглатывают корм. Размеры пищевых организмов не должны превышать 120-250 мкм. Необходимо в этот период обеспечить каждой личинке рацион более 100%, примерно 160 коловраток на личинку.

В выростные емкости за 5 – 6 суток до посадки личинок вносят микроводоросли *Chlorella* или *Nanochloris* до плотности  $(0,2 - 0,4) \times 10^6$  клеток/мл, а через 2 – 3 суток коловраток из расчета 0,5 экз/мл. На 5-8 сутки у личинок начинается заполнение воздухом плавательного пузыря, и для уменьшения отхода в этот период, необходимо удалить бактериальную пленку с поверхности воды.

В процессе подрачивания личинок в емкости дополнительно вносят микроводоросли для поддержания их плотности на первоначальном уровне и коловраток, поддерживая концентрацию 3 – 5 экз/мл, по достижении личинками возраста 9 суток вносят науплии рачка артемия салина, а начиная с возраста 13 суток – метанауплии артемия салина, по поедаемости. В возрасте 9 суток у личинок закладываются плавниковые лучи.

Большое значение для выживания личинок имеет плотность корма, так как энергетические затраты личинки на его захват должны быть минимальными. При плотности посадки личинок 10-20 шт./л оказалось достаточным поддерживать с 4-5 дня жизни личинок постоянную плотность коловраток 3-4 шт./мл. На 10-11 сутки в бассейны с личинками вносят науплии артемии 1-2 экз./мл.

Выращивание личинок тюрбо желательно проводить при температуре воды 17<sup>0</sup>С, возможно ее постепенное повышение до 20 - 22<sup>0</sup>С к возрасту 20 суток и круглосуточном освещении 1 – 2 тыс. лк. Выращивание личинок морской камбалы проводят при температуре воды 8 - 17<sup>0</sup>С, Ежедневно контролируют содержание микроорганизмов.

С момента внесения науплий артемии салина наблюдается увеличение скорости накопления микробных клеток, являющееся следствием накопления продуктов метаболизма как науплиев, так и личинок, служащих питательной средой для развития микроорганизмов.

При достижении общего микробного числа 1 тыс. м. кл. /мл при возрасте личинок 22 суток воду дважды в сутки спускают до 4/5 объема и удаляют микрофлору со стенок бассейнов. Водообмен увеличивают до 20 - 21 л/мин. (24 об./сутки). Плотность посадки снижают до 2,0 тыс. шт./м<sup>3</sup>, отход при пересадке – 10%. Освещение круглосуточное, температура воды 20<sup>0</sup>С, кормление подрощенными науплиями артемия салина. Выживаемость личинок к моменту их перевода на искусственный корм составляет 80%. У личинок тюрбо при длине 7,5 мм, температуре 7,8<sup>0</sup>С начинается ассиметрия глаза, которая заканчивается при длине 16,2 мм.

**Культивирование живых кормов.** Личинки камбалы нуждаются в живом корме. Микроводоросли и коловратки культивируют в отдельных закрытых емкостях в полностью обеззараженной воде в течение 6 дней. Перед внесением в емкости для выращивания личинок содержание микробных клеток в культуре микроводорослей не должно превышать 40 м.кл./мл.

Культивируют также артемию салина. Внесение живых кормов не изменяет микробиологическую обстановку.

**Выращивание личинок.** У тюрбо на 19-е сутки начинается метаморфоз. На 25-й день происходит перемещение правого глаза личинок к вершине головы. Метаморфоз полностью завершается в возрасте 30 – 35 суток. В возрасте 25 – 30 суток личинки переходят от пелагического к донному образу жизни. У личинок увеличивается высота тела, и они начинают плавать на

правом боку. У морской камбалы метаморфоз начинается на 35-е сутки и заканчивается на 55-ый день. О начале метаморфоза свидетельствует чередование периодов плавания с периодами покоя – личинки по 5 – 10 мин. лежат на дне. Затем периоды покоя увеличиваются, а периоды плавания сокращаются. Личинки продолжают питаться науплиями и метанауплиями артемия салина, совершая для этого скачкообразные броски в сторону живого корма и изгибая S-образно свое тело (рис. 4).

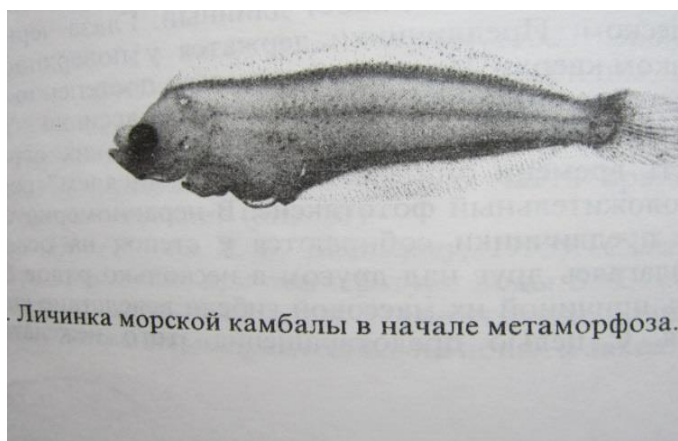


Рисунок 4 – Личинка камбалы в начале метаморфоза

В это время их переводят на питание искусственными кормами, давая корм вместе с подрощенной артемией, постепенно сокращая количество и частоту внесения артемии и увеличивая внесение искусственного корма. Длина личинок по окончании метаморфоза 23 мм у тюрбо и 11,0 – 11,6 мм у морской камбалы. Личинки тюрбо в этот период достигают массы 50-70 мг. После окончания метаморфоза молодь имеет листовидную форму с выраженной внешней асимметрией.

Для повышения жизнестойкости личинок в корма добавляют витамины, главным образом витамин С (аскорбиновую кислоту) и витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин). Рекомендуются искусственные сухие гранулированные корма – корма для тюрбо производства фирмы БиоМар (Дания). Для кормления молоди тюрбо массой до 1 г используют корма Биомар Ларвива (самый мелкий корм) и Иницио Плюс 0,5 (где 0,5 - размер гранул в мм); для кормления молоди массой от 1 до 20 г используют корма Иницио Плюс 0,8; Иницио Плюс 1,1; Иницио Плюс 1,5; Иницио Плюс 1,9. Для кормления крупной молоди массой от 4,5 г до 600 г используют корма Эфико Сигма 3,0; Эфико Сигма 6,5; Эфико Сигма 9,0. Для кормления товарной рыбы массой от 600 г до 2,0 кг используют корма Эфико Сигма 12,0 и Эфико Сигма 15,0.

Выращивание молоди тюрбо ведут в неглубоких бассейнах в относительно контролируемых условиях до массы 5-10 г или 80-100 г. Перешедших на питание искусственным кормом личинок пересаживают в бассейны объемом 1,5-2 м<sup>3</sup> и кормят только искусственным кормом. Можно использовать бассейны большего объема (10-30 м<sup>3</sup>), но в них сложнее осуществлять контроль за условиями выращивания. Рацион в пределах 30 - 40% от массы тела. Водообмен от 25 до 40 л/мин. Плотность посадки – 500 шт./м<sup>3</sup>. В возрасте 2,0-2,5 месяцев мальки приобретают внешний вид взрослых камбал и достигают массы 2 – 2,5 г (тюрбо), 0,280 г (морская камбала). Выживание на этом этапе составляет 40 - 50% (рисунок 5).



Рис. 23. Малек морской камбалы. Возраст 3 мес.

Рисунок 5 – Малек камбалы

### **Выращивание молоди и товарной продукции.**

Личинок, достигших массы 2,0-2,5 г, можно продолжают выращивать в бассейнах, в прудах с морской водой. Выращивание камбалы тюрбо до массы 80-100 г длиться течение 4-6 месяцев.

В садках, установленных в море, выращивается камбала, достигшая веса 100-150 г. Для выращивания камбалы используются плавучие автономные сетные осетровые садки с плотным дном, со специальным отверстием в середине садка для удаления загрязнений. Они пригодны для рыб, поедающих корм со дна, т. е., для камбал. Такие садки изготовляют из комбинированного капронового материала: стенки из дели с ячейей 3,6-6,5 мм, дно - из сита №7-10. Дно садка имеет небольшой уклон к центру. В центре имеется капроновая вставка («окно») размером 2х2 м из капроновой дели 3, -6,5 мм. В морских хозяйствах используются садки диаметром 7 – 10 м и объемом 300-700 м<sup>3</sup>. Плотность посадки должна быть рассчитана так, чтобы камбала распределялась по дну

садка и не создавала скоплений, когда рыбы начинают располагаться друг на друге.

Примерная плотность посадки сеголеток массой 100-150 г в садках 1-2 кг/ м<sup>2</sup> и не более 300 - 400 шт./ м<sup>2</sup>. Плотность посадки двухлеток в садках 2-3 кг/ м<sup>2</sup>. Конечная плотность к концу выращивания не должна превышать 7-10 кг/ м<sup>2</sup>.

Возможно также зарыбление молодью камбалы отгороженного, защищенного участка морской акватории (заливы, бухты, эстуарии). Плотность посадки – 100 тыс. шт./га. Излишки рыбоводной продукции на этом этапе могут быть использованы для пополнения запасов камбалы в Балтийском море путем выпуска в естественные условия.

Выращивание камбалы в садках или на отгороженных участках морской акватории должно осуществляться с учетом температурного режима и ледовой обстановки.

Бухты и заливы, предназначенные для выращивания камбалы, должны соответствовать следующим требованиям:

- не иметь антропогенного загрязнения;
- обладать высокой биологической продуктивностью;
- иметь достаточно ровное дно, позволяющее использовать невод.

Такие бухты отгораживаются дамбой или сеткой, в них выпускаются полученные личинки. Выпуск необходимо приурочить к тому времени, когда в бухтах имеются необходимые кормовые объекты. В результате может быть решена проблема кормления молоди камбалы за счет использования живых кормов наряду с искусственными, и, соответственно, снижения затрат.

При использовании для выращивания камбалы береговых бассейнов или плавучих садков искусственное

кормление является практически единственным источником питания рыб, однако выращивание осуществляется в легко контролируемых условиях, что позволяет значительно снизить потери как молоди, так и товарной продукции.

При зимнем выращивании необходимо учитывать температуры воды и ледовую обстановку в зоне расположения хозяйства. При этом наиболее удобно производить перемещение рыбы из садков, потери при пересадке минимальны.

Отлов камбалы, содержащейся на огороженных участках акватории, может быть осуществлен по-разному. Если бухта имеет чистое, ровное дно, для вылова используют невод, для сеголеток – мальковый невод. Отлов может быть приурочен к естественным осенним кормовым миграциям. В огораживающих бухту сетях или дамбах устанавливаются ловушки, изготовленные по типу мереж. Рыбы, перемещаясь к выходу из бухт, попадают в ловушки, откуда их выбирают и помещают в бассейны для дальнейшего товарного выращивания.

Но наиболее эффективно выращивание камбалы до достижения товарной массы 1,0-2,0 кг в бассейнах, установленных на берегу. Для этого используют круглые бетонные бассейны площадью 20-40 м<sup>2</sup> при содержании кислорода в воде более 5 мг/л. Плотность посадки тюрбо массой 20-50 г составляет 10-50 кг/м<sup>2</sup>, массой до 500 г – 20-30 кг/м<sup>2</sup> и на заключительном этапе выращивания - 30-50 кг/м<sup>2</sup>. Для получения товарной массы камбалы тюрбо 500 г за 260 суток необходима температура 17°C. При более низкой температуре 11-14°C сроки выращивания увеличиваются. Оптимальные температуры воды для выращивания находятся в диапазоне от 14-18°C, в то время как допустимый диапазон – 11-23°C.

При оптимальной температуре за два года выращивают тюрбо от малька массой 10 г до рыбы товарной массы 2,8 кг, а от 1,5-2,0 г – до 2,0 кг. На таких хозяйствах достигается обычный цикл выращивания продолжительностью два-три года. Товарной массой считается рыба с массой тела 1,5-2,0 кг. Таким образом, в условиях рыбоводного хозяйства выращивание камбал до товарных размеров продолжается в течение двух лет, вместо пяти лет в море. С экономической точки зрения наиболее перспективным объектом для товарного выращивания является тюрбо, так как быстрее растет и эффективнее усваивает корм.

**Технические средства марикультуры.** Все применяемые технологии выращивания камбал можно подразделить две группы: экстенсивные и интенсивные. В соответствии с этим определяются технические средства и их уровень в каждом конкретном случае.

Получить реальную экономическую отдачу возможно только на предприятиях индустриальной марикультуры, которые позволяют реализовать биологический потенциал выращиваемых гидробионтов на всех стадиях их онтогенеза и найти техническое воплощение оптимальных условий выращивания. Один из путей достижения рентабельности выращивания гидробионтов в индустриальных установках – увеличение технологических циклов выращивания в год. Это позволяет добиться равномерной загрузки установки и очистных сооружений.

Современные установки по выращиванию камбал включают:

1. Систему биологической очистки воды.
2. Систему механической фильтрации.
3. Систему физической адсорбции.
4. Дезинфекционную систему.

5. Систему регулирования газообмена.

6. Систему рыбоводных емкостей.

Биологическая очистка предполагает минерализацию азотосодержащих органических соединений, после которой следует нитрификация и диссимилиация. Эти процессы, проходящие в биофильтре, идут согласованно и последовательно, но их скорость зависит от температуры, pH, растворенного в воде кислорода и ее солености.

Механическая очистка позволяет удалить из воды известь. Обычно биологическая и механическая очистка проходят на гравийных фильтрах одновременно. Помимо гравийных фильтров существуют песчаные, дающие быструю и более тонкую очистку воды. Самая тщательная очистка воды осуществляется в диатомовых фильтрах.

Растворенное органическое вещество может удаляться в пеноотделительных колонках и с помощью активированного угля.

*Дезинфекция.* Обычно для дезинфекции используют ультрафиолетовое излучение (УФ) или озонирование. Существуют стандартные промышленные установки УФ и озонирования.

*Газообмен и насыщение воды кислородом.* Этот процесс обозначает проникновение газов из воздушной среды в водную и наоборот. Решается он с помощью аэрации, насыщающей воду  $O_2$  и удаляющей  $CO_2$ . Один из наиболее простых способов газообмена и насыщения воды кислородом – использование эрлифтов. В настоящее время широко используют оксигенаторы насыщающие воду чистым кислородом и позволяющие добиться 200-300% насыщения.

В каждом конкретном случае конструкция и мощность выше описанных систем зависит от вида выращивания и объема выращивания камбал.

Для инкубации икры, выращивания молоди и живых кормов лучше всего использовать одно здание, включающее в себя 4 отделения:

- инкубационный цех, включающий в себя собственно инкубационное отделение и отделение для выдерживания производителей;
- выростной цех, где производится подращивание личинок и возможно содержание в зимний период товарной рыбы;
- цех живых кормов;
- административное отделение.

В хозяйстве должен находиться склад для кормов, включая помещение для хранения медикаментов (его можно разместить в основном корпусе), склад рыбоводного инвентаря, гараж.

Для обслуживания садков необходим оборудованный причал и плавсредства.

Правильно подобранное рыбоводное оборудование облегчает наиболее трудоемкие процессы в садковом хозяйстве: монтаж и разборку садков, их зарыбление, облов, уход за рыбой и кормление, сортировки, проведение лечебно-профилактических мероприятий, и т.д. При подборе материала учитывают проницаемость его для воды и отсутствие токсичности для рыбы. В садковом рыбоводстве используются разные материалы – металлические и пластмассовые листы и сетки, деревянные решетки, капроновые сита и дель.

Из хорошо проницаемых материалов в отечественном рыбоводстве наиболее распространена капроновая дель. Минимальный размер ячеей отечественной дели 3,6 мм. По мере роста рыбы используют садки из дели с возрастающим размером ячеей. Для крупных рыб применяют садки с ячеей 12 – 20 мм.

К слабопроницаемым материалам относят капроновое сито. Максимальный размер ячеей в сите №7 –

1,364 мм, минимальный в сите №77 – 0,064 мм. В процессе выращивания камбалы сита могут быть использованы для изготовления сачков и т. д.

Непроницаемые материалы (металл, пластмассы) используют для бассейнов, инкубационных аппаратов и другого оборудования, предназначенного для инкубации икры и подращивания молоди. К береговым рыбоводным сооружениям и оборудованию относятся инкубационные и мальковые участки, оснащенные рыбоводным оборудованием, располагаемым как на берегу, так и в прибрежье водоема; пруды биологической очистки малькового участка; водопроводящая и водоотводящая сеть; насосная станция. Вода может поступать самотеком и закачиваться насосами. Водозаборный оголовок оснащен гравийным фильтром. Гравийный фильтр на водозаборе препятствует попаданию паразитов в бассейны, а наличие прудов биологической очистки позволяет сбрасывать чистую отработанную воду, а также шире применять лечебные препараты.

Поступление воды из водоема происходит через гравийный фильтр по водопроводу из материала, не поддающегося коррозии (асбоцементные, полиэтиленовые трубы и др.), затем она попадает в инкубационные аппараты и рыбоводные бассейны. В гравийном фильтре между двумя каркасными стенками из нержавеющей стальной сетки находится слой гравия толщиной 40 – 50 см с частицами размером 5-15 мм. При скорости фильтрации воды 0,5-0,8 л/(с\*м<sup>2</sup>) в систему не проникают зоопланктон и крупный фитопланктон.

При кормлении мальков в бассейнах живым кормом можно использовать специальные фильтры, которые пропускают воду, но удерживают корм. Фильтры устанавливаются внутри бассейнов на сливе. В фильтре поверх нержавеющей металлической сетки закрепляется

капроновое сито №32, которое хорошо удерживает большинство форм зоопланктона.

В садковом хозяйстве необходимо иметь хорошо работающее и удачно подобранное вспомогательное оборудование и удобно расположенные хозяйственные сооружения.

Для проведения различных рыбоводных работ служит рыбоводный причал, имеющий площадку, позволяющую проводить монтаж и сборку 2-3 садков одновременно. Причал оборудуют надлежащим комплектом механизмов и приспособлений: приспособления для загрузки лодок кормами, для сортировки и взвешивания рыбы, подъемные механизмы, ванны для лечебно-профилактических обработок и емкости для дезинфекции рыбоводного оборудования, лебедки для транспортировки садков и др. На причал должен въезжать живорыбный транспорт для загрузки и выгрузки рыбы. Рыбоводный причал, таким образом, служит для механизации наиболее трудоемких работ в садковом хозяйстве.

В хозяйстве необходимо иметь холодильник, оборудованный морозильными камерами.

Склад рыбоводного инвентаря представляет собой помещение для хранения различного рыбоводного инвентаря и садков.

Хозяйство должно иметь различные плавсредства (весельные и моторные лодки), быть оборудовано бакенами, ограждающими акваторию садков и прожекторами для освещения садков в ночное время. Наличие удобных плавсредства облегчает уход за рыбой, а именно – кормление, к концентрации рыбы в садках при облове и смену садков.

В хозяйстве должны быть лабораторные и бытовые помещения. При необходимости может быть оборудована компрессорная станция с воздухопроводом.

### **Вопросы**

1. Какой параметр среды важно контролировать именно на всех этапах выращивания молоди камбалы?
2. Какие живые корма используются при кормлении молоди камбалы?
3. Какие садки используются для выращивания камбал?
4. Какая стадия развития, характерна для личинок камбалы.
5. Опишите схему современной установки по выращиванию камбал.

## **3. ВЫРАЩИВАНИЕ КЕФАЛИ**

**Цель занятия.** Изучить выращивание кефалей в искусственных условиях.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

Кефали – преимущественно морские и солоноватоводные рыбы. Большинство видов обитает в тропической и субтропической зонах. Отличаются высоким темпом роста, ценным мясом, относительно большой пластичностью к температурному и газовому режиму; эвригалинны, плодовиты.

Большинство кефалей питается детритом, обрастаниями, перифитоном и слабо конкурирует в питании с другими видами рыб. Поэтому эти рыбы играют важную роль в поликультуре рыбохозяйственных водоемов. Черноморские кефали – сингиль, лобан и остронос (акклиматизированы в Каспийском море);

дальневосточная кефаль – пиленгас (акклиматизирован в Азовском море).

Кефалевые выростные хозяйства существовали в Азово-Черноморском бассейне в течение многих столетий. Кефалевыростные хозяйства использовали естественную популяцию кефалей, богатую кормовую базу водоемов. Их рыбопродукция, находясь в зависимости от урожайности поколений кефали в море и погодных условий, редко бывала высокой. Начиная с шестидесятых годов, совокупность неблагоприятных антропогенных и природных факторов привела к тому, что запасы черноморских кефалей снизились. Из-за отсутствия мальков – посадочного материала – кефалеводство в отдельных хозяйствах стало нерентабельным. Они приходили в упадок и ликвидировались. Выходом из сложившейся ситуации может стать искусственное разведение кефалей.

Однако традиционные методы пастбищного кефалеводства не позволяют контролировать процесс выращивания, не обеспечивают достаточно полное изъятие товарной рыбы из водоема. Значительная часть кефали остается в лиманах и гибнет в зимний период. В результате промвозврат в лучшие годы редко превышает 30-50%.

Такое положение недопустимо при зарыблении лиманов дорогостоящей молодью кефали, полученной в искусственных условиях. Поэтому представляется важным разработать методы контролируемого товарного выращивания ее в водоемах разного типа. Перспективным в этом отношении может стать выращивание кефали в садках, прудах либо изолированных участках лагун.

В хозяйствах выращивают заходящих в лиманы и лагуны перезимовавших в море годовиков или отлавливаемую во время миграций молодь. Осенью, во время миграции в море, достигших товарной массы рыб

вылавливают. Существуют также кефалевые зимовально-лиманские комплексы с двухлетним оборотом и кефалево-карповые хозяйства. Кефалевые хозяйства пастбищно-заводской аквакультуры – на стадии проектирования. Так как большинство кефалей не переносят понижения температуры воды до 4-5<sup>0</sup>С, одной из основных задач является организация зимовки.

**Лобан и остронос.** Молодь вылавливают или запускают из моря осенью, помещают в специальные зимовальные комплексы с артезианской водой, расположенные в павильонах. Весной выпускают в лиманы или солоноватоводные пруды и выращивают до товарной массы.

Производителей лобана отлавливают в июле – августе во время хода на нерест. Стимуляцию созревания проводят путем инъекции гонадотропина или гипофиза своего вида. Семенники самца берут путем вскрытия, у самки икру отцеживают либо отбирают, вскрывая брюшную полость. Осеменение проводят «мокрым» способом.

Икру инкубируют в аппаратах ВНИИПРХа при слабой аэрации или проточности либо в плоских емкостях объемом 100-150 л с обязательной аэрацией при температуре воды 23-24<sup>0</sup>С. Личинок помещают в выростные емкости, в которые предварительно вносят морские одноклеточные водоросли – хлореллу или монохризис.

Кормовые организмы – трохофоры мидий и коловраток вносят на 3 – 4 день после вылупления. На 10 – 12 день вносят однодневные науплии артемии салина. В течение всего периода выращивания личинок в корм вводят зоопланктон. Молодь лобана можно кормить мидиевым фаршем в количестве 20-30% от массы тела.

Жизнестойкую молодь выращивают в солоноватоводных прудах и в береговых бассейнах, кормят искусственными кормами. Подращивают молодь в спускаемых и не спускаемых прудах глубиной 30-40 м, площадью 0,1 – 0,5 га, богатых детритом и илом. Перед выпуском молодь акклиматизируют к условиям пруда и выращивают до осени. Для пересадки на зимовку ее отлавливают мальковой волокушей либо вылавливают при спуске пруда. Зимой содержат в зимовалах с искусственным подогревом воды, или при подаче воды с температурой 5-10°C. В качестве корма в этот период используют фарш, рыбную или соевую муку, комбикорм, зерновую муку.

После зимовки самотеком выпускают в нагульный лиман либо выращивают в поликультуре с карпом и растительноядными рыбами в солоноватоводных и пресноводных морских прудах площадью 0,5-1 га. Кормом служит детрит, лобаны едят также зообентос и зоопланктон. Можно кормить карповым комбикормом из расчета 2 – 5 % от массы тела.

При снижении температуры до 6-7°C пруд спускают, кефаль вылавливают волокушей или ставными неводами. В районе каналов, соединяющих лиман с морем, кефаль ловят ставными сетями.

Опыты по контролируемому товарному выращиванию кефалей проводились в 1986-1987 гг. на лиманах северо-западной части Черного моря - Хаджибейском и Будацком (Шаболатском). У Хаджибейского лимана непосредственной связи с морем нет. У Шаболатского лимана связь с морем периодически осуществляется по каналам.

В качестве рыбопосадочного материала использовали молодь трех видов черноморских кефалей. Цикл выращивания лобана и остроноса включал два этапа:

зимовку сеголетков в зимовальном комплексе Экспериментального кефалевого завода (ЭКЗ) и последующее их товарное выращивание, сингиля - только товарное выращивание. Годовиков кефали этого вида ловили весной в прилегающих к лиманам акваториях Черного моря.

Зимнее содержание - в специальных зимовалах и бассейнах, выполненных из бетона, где установлена проточность воды.

Летнее выращивание кефали осуществляли в сетчатых садках и садках из железобетона с хорошим водообменом, а также на отгороженном участке лагуны. Садки из капроновой дели имели прямоугольную форму. Крышка к садку пришивалась наглухо. Кормление рыбы в садке осуществлялось с помощью специальных рукавов. Зимующих сеголетков кефали лобана и остроноса подкармливали сушеным гаммарусом, дафнией, гранулированным кормом рецепта РК-С. Суточный рацион составлял 11-15% массы рыб.

Фактором, определяющим успешность зимовки, является соленость воды. На основании имеющихся данных можно предположить, что более высокая соленость предпочтительна и способствует лучшему физиологическому состоянию рыб. Оказалось, что крупные размеры и высокое содержание жира в тканях являются основным критерием успешной зимовки годовиков лобана. Так, с декабря по апрель при самых суровых условиях погибло 73,5% годовиков из естественной популяции и только 41% полученных в искусственных условиях. Первая группа была в 2,1 раза мельче и имела содержание жира в 1,4 раза ниже.

Сравнительно небольшие размеры перезимовавших годовиков кефали не позволяют сразу после зимовки помещать их на выращивание в делевые садки на

изолированные участки лимана. Поэтому в мае мальков подращивали в пластиковых бассейнах объемом 1,5 м<sup>3</sup> с хорошим водообменом. Рыб кормили 3-4 раза в день артемией, гранулированными кормами, а также пастообразным кормом на основе фарша из шпрота или хамсы (50%) с добавлением пшеничной муки (10%), комбикорма (20%) и детрита либо водорослей (20%). Суточный рацион сингиля и остроноса составлял 20-25, лобана - 25-30 % массы тела. Поедаемость зависела от вида корма, температуры и прозрачности воды. Мальки предпочитали живую артемию, гомогенизированный пастообразный корм и гранулированный корм Ст-4Аз. В температурном диапазоне 20-26°C поедательность корма обычно была полной, однако снижалась в пасмурные либо штормовые дни, когда подаваемая в бассейны вода была мутной. Наряду с задаваемым искусственным кормом молодь кефали охотно поедала планктонных ракообразных, попадавших в бассейн с водой, а также обростания. Выживаемость рыбы по сравнению с пастбищным выращиванием возрастает в 2-3 раза.

### **Вопросы**

1. Какие виды кефали выращиваются в условиях морской аквакультуры?
2. Назовите особенности выращивания кефали в лиманах.
3. Какие корма можно использовать при культивировании кефали?
4. Опишите осуществление искусственного нереста кефали.
5. Какой способ используется при осеменении икры кефали?

#### 4. ВЫРАЩИВАНИЕ ЖЕЛТОХВОСТА

**Цель занятия.** Изучить выращивание желтохвоста в искусственных условиях.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

В Японии одним из наиболее массовых объектов товарного рыбоводства в отгороженных участках моря является желтохвост, или сериола. Желтохвоста, который отличается нежным и вкусным мясом, выращивают на изолированных участках в сублиторальной зоне под защитой стационарных дамб со шлюзами.

Впервые эту рыбу стали культивировать еще в 1927 году на острове Сикоку. Спрос на нее рос из года в год, и одновременно увеличивалось число рыбоводных ферм. В 1985 году «урожай» желтохвоста составил 140 тыс. т. Распространена эта теплолюбивая рыба в Восточно-Китайском море и в Японском у побережья России, в летнее время встречается у берегов Приморья. У взрослых особей длиной до одного метра черновато-синяя спина, светлое брюхо и бока с желтоватой полосой, плавники розовые. Молодые рыбы, ярко окрашенные, имеют золотистый цвет тела с 5—8 поперечными красновато-коричневыми полосами.

Для зарыбления отгороженных участков молодь желтохвоста длиной от 2 до 16 сантиметров отлавливают весной в специальными сетями в прибрежных районах моря и выращивают в садковых товарных хозяйствах. Так как в уловах встречаются особи разной длины, сразу после отлова их необходимо рассортировать по размерам во избежание каннибализма. Затем личинок помещают в садки из нейлоновой ткани, площадь которых от 20 до 50 м<sup>2</sup>, а высота 1-3 м. Кормят личинок желтохвоста в момент перехода на активное питание личинками устриц, через 3-5

сут. начинают давать коловраток брахионус, позже в рацион добавляют мелких копепод (часто из отловленного в море зоопланктона). Подрощим малькам желтохвоста скармливают личинок малоценных рыб; а через месяц после начала выращивания начинают приучать к искусственному корму, который изготавливают в виде фарша из малоценных рыб, а также начинают давать комбинированные кормосмеси, приготовленные на основе рыбной муки и других сухих компонентов.

В течение полугода (а иногда и целого года) рыба нагуливает товарную массу, которая бывает около двух килограммов. Значительная часть японских морских рыбоводных хозяйств сосредоточена вдоль Юго-Западного побережья Внутреннего моря, где температура воды выше, чем на открытых участках побережья. В этой зоне имеется несколько заливов и проливов, которые отгорожены дамбами со шлюзами, сделанными из камня, земли или бетона. Каждый такой отгороженный дамбой участок моря представляет собой своеобразную рыбную ферму с полным циклом выращивания и нагула ценных пород рыб.

### **Вопросы**

1. Назовите основные этапы выращивания желтохвоста.
2. Какие сложности отмечены при выращивании желтохвоста?
3. Какие корма используются на разных этапах выращивания желтохвоста?

### **5. Выращивание рыбы фугу**

**Цель занятия.** Изучить особенности выращивания рыбы фугу.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

Фугу обитают в умеренной зоне, ценятся в Японии, Корее и Китае. В их теле содержится яд – тетродотоксин, который в несколько раз сильнее цианистого калия. Рыба, очищенная от кожи, брюшины и должным образом приготовленная, ценится гурманами. Повара, допускаемые к приготовлению фугу, должны иметь специальный диплом.

Производителей отбирают в мае – июне из промысловых уловов. Плодовитость 300-500 тыс. икринок. Икру оплодотворяют на промысловых судах мокрым способом путем отцеживания икры и молок. Выживаемость эмбрионов 90-95%.

После набухания икру в полиэтиленовых мешках с морской водой (50 тыс. шт./л) перевозят в инкубационные цеха. Доинкубация – в проточных бассейнах, плотность посадки – 5 - 10 тыс. шт./л, температуры воды около 20°C. Выклев личинок через 10 суток, составляет 40-60%. В первые 7 суток личинок содержат без проточности, позже – с водообменном 8 раз в сутки. Плотность посадки – 100 шт./л в емкостях около 5 л, температура воды 17-20°C. Личинки с трудом переходят на смешанное питание, отход до 90%. Начиная с 7 суток при длине 3,5-4 мм личинок кормят науплиями баянуса, на 10 – 11 сутки – науплиями артемия салина. Через 2-3 недели в корм 3-4 раза в сутки добавляют рыбный фарш. В возрасте одного месяца молодь размером 25 мм и единичной массой 3 г полностью переходит на этот корм.

Товар фугу выращивают в прудах и плавучих садках при температуре воды 14-20°C, содержании кислорода не менее 4 мг/л и солености 20-24 промилле. Плотность посадки в прудах – 0,05 кг/м<sup>3</sup>, в садках – 0,01 кг/м<sup>3</sup>. Корм – малоценная нежирная свежая рыба, кормление 2-4 раза в сутки. Кормовой коэффициент около 4. Растет медленно. Через 18 месяцев достигает массы 1 кг,

через 28 месяцев - 2 кг. Выживаемость товарной рыбы – до 70%. Из инфекционных болезней наиболее распространен вибриоз.

### **Вопросы**

1. Назовите основные этапы выращивания фугу.
2. Какие корма используются на разных этапах выращивания фугу?
3. Какое заболевание представляет опасность при выращивании фугу?

## **6. ВЫРАЩИВАНИЕ ТУНЦОВ**

**Цель занятия.** Изучить особенности выращивания тунцов.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

Выращиванием тунцов начали заниматься в Японии в 70-е гг. 20 века, а в последнее время это направление марикультуры развивается особенно быстро.

**Синеперый тунец** выращивается в Австралии. Рыб массой 10 – 18 кг вылавливают в январе – марте кошельковыми неводами и транспортируют в них к буксируемым садкам. Для подсчета количества тунцов используют подводные камеры (батискафы).

На фермах тунцов помещают в плавучие сетные садки диаметром 40 – 50 м. Кормят 2 раза в день 6 дней в неделю рыбой и кальмарами. Отход 3 – 7 %. Водолазы регулярно определяют количество погибшей рыбы и проверяют состояние якорей и сетей. После 3 – 9 месяцев выращивания тунцов реализуют в свежем, охлажденном или замороженном виде, практически вся продукция поставляется в Японию.

**Обыкновенный тунец** выращивается в акватории Средиземного моря (Хорватия, Испания, Италия, Мальта,

Марокко). Молодь отлавливают кошельковыми неводами и транспортируют в них к плавучим садкам в открытом море. На Мальте молодь помещают в садки в мае – июне и содержат до октября – января. В Хорватии мелких тунцов (менее 10 кг) выращивают более 2 лет. Тунцов массой 10-200 кг содержат в больших плавучих сетных садках диаметром 50 м и более, глубиной 15-25 м, кормят мелкой морской рыбой и кальмарами. За период выращивания на ферме масса тунцов увеличивается на 25%. В настоящее время разработкой биотехники выращивания тунцов активно занимается лаборатория университета «Кинки» в приморском городе Кусимото на юге острова Хонсю в Японии. Для кормления используют крупную скумбрию.

Тунцы – один из объектов лаборатории аквакультуры, расположенной на острове Осима вблизи от Кусимото, которая добилась положительных результатов в разведении в искусственных условиях не только тунца, но и других морских промысловых рыб, а также лангустов. Здесь впервые добились полного цикла культивирования тунцов – от получения икры до выращивания взрослых особей весом до 200 кг. Однако себестоимость этой рыбы выше, чем выловленной в море. Отходы в процессе выращивания очень велики. В основном тунцы получают травмы от столкновения со стенками садков. Выживаемость тунцов до достижения товарной массы составляет всего 40%. В течение трех – четырех лет тунцы достигают массы 100 кг. В садках рыба не может активно двигаться, поэтому мясо тунцов, выращенных в условиях аквакультуры, более мягкое.

Исследования по выращиванию тунца в лаборатории университета «Кинки» были начаты еще в 70-е годы XX века. В 1979 году в океане была выловлена самка тунца пятилетнего возраста, которая отложила икру при содержании в искусственных условиях. В течение

многих лет производителей тунцов приходилось отлавливать в море. Только в 2002 году была получена икра от самки тунца, выращенной в условиях аквакультуры.

В Австралии (Компания Clean Seas Tuna) создано маточное стадо **южного синеперого тунца**. Было произведено более 50 млн. оплодотворенных икринок и 30 млн. личинок, а молодь достигла 2,5 см в длину за 28 дней, сообщает *The Port Lincoln Times*. Обычно синеперый тунец вырастает до 10 кг за первый год жизни. **Clean Seas** рассчитывает организовать выращивание южного синеперого тунца в больших масштабах.

В Хорватии создается полносистемное хозяйство для разведения атлантического синеперого тунца (работы университета Сплит). За последние несколько лет количество атлантического синеперого тунца значительно сократилось из-за интенсивного промысла.

На морской ферме в Хорватии во время проведения опытного исследования по созданию условий для разведения тунца с закрытым жизненным циклом свыше 800 производителей содержалось в садках с 2006 года. И лишь в начале лета 2009 года успешно прошел естественный нерест. Гормональные инъекции не применялись. Икра тунца была собрана и затем проинкубирована в лаборатории университета в Сплите, получены мальки.

### Вопросы

1. Какие виды тунцов разводят в условиях аквакультуры?
2. Опишите особенности выращивания тунцов в аквакультуре.

## 7. ВЫРАЩИВАНИЕ МОРСКИХ ОКУНЕЙ

**Цель занятия.** Изучить особенности выращивания морских окуней.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

### **Полосатый окунь**

Ценная промысловая эвригалинная рыба, завезена на юг России и Украину в 60 – 70 гг. для акклиматизации в Азово-Черноморском бассейне и в качестве объекта аквакультуры (рыбопитомник «Горячий ключ»). В Темрюкском рыбопитомнике была разработана методика воспроизводства и выращивания этой рыбы.

В качестве производителей используют пятилетних самок и самцов. Для стимуляции нереста проводят ступенчатую инъекцию ацетонированного гипофиза карпа. Икру получают путем сцеживания либо нереста производителей в бассейнах.

Инкубация проводится в аппаратах Вейса, длится 48-50 ч. Выживаемость предличинок 24%. Масса предличинок 1,2 мг. На 5 сутки начинается кормление. В сетчатые садки из газа, где содержатся личики, вносят коловраток и мелких ветвистоусых ракообразных. Через 30 суток при массе 115 мг личинок переносят в пруды. Выживаемость молоди при прудовом выращивании 80%.

Полосатого окуня можно выращивать в поликультуре с карпом и растительноядными рыбами. Полосатый окунь представляет собой перспективный объект пастбищной аквакультуры в естественных и искусственных водоемах. Полосатый окунь выращивается в море в сетных садках. При искусственном выращивании масса двухлеток 0,5 кг, трехлеток – 1-1,5 кг.

### **Белый морской окунь.**

Обитает в прибрежных водах Африки, Южной Азии и Австралии. Достигает средней массы 130 кг. Высоко поднимается в реки.

Белого морского окуня разводят в Индии в Бенгальском заливе, в Таиланде, Вьетнаме и Индонезии – в прудах и садках с пресной водой. Молодь отлавливают в августе – сентябре в речках и лагунах. Питается в толще воды и на глубине моллюсками, ракообразными, червями и рыбой. Нельзя выращивать вместе с креветками. Необходимы сортировки для предотвращения каннибализма. За первый год выращивания окунь достигает массы 0,5 кг.

### **Вопросы**

1. Опишите особенности культивирования полосатого окуня.
2. Опишите особенности культивирования белого морского окуня.

## **8. ВЫРАЩИВАНИЕ РЫБ СЕМЕЙСТВА СЕЛЬДЕВЫХ**

**Цель занятия.** Изучить особенности выращивания рыб семейства сельдевых.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

**Марикультура сельди в Белом море.** Сельдь было основной промысловой рыбой Белого моря до середины 60 гг.. XX века. Интенсивный промысел подорвал ее запасы. Кроме того, в 1959 – 1961 гг. на Белом море и у побережья Западной Европы погибла морская трава зоостера, на которую сельдь откладывала икру. В настоящее время заросли зоостеры восстанавливаются, но в тот момент существование сельди оказалось под угрозой.

Появилась идея заменить исчезнувшую зоостеру искусственными нерестилищами из мелкоячеистой капроновой дели.

Эти работы были проведены научными сотрудниками Беломорской биологической станции Зоологического института РАН и исследователями из ПИНРО в Кандалакшском заливе. Искусственные нерестилища из капроновой дели, установленные под лед в местах весеннего подхода сельди, покрывались слоем икры, которая успешно развивалась. Выклев личинок превышал 90 %. Выживаемость личинок составляла 95%, на естественных нерестилищах она не превышала 25%.

Искусственные нерестилища были изготовлены в ПИНРО и представляли собой стенку из капронового полотна длиной 20 м, посаженного по всей длине по верхнему и нижнему краю на капроновые веревки. Снизу к нему привязывались грузы. В дальнейшем с 1982 года были использованы нерестилища-ловушки. При этом делью огораживается значительный участок, внутри которого расставляются нерестилища. В результате икрой покрываются и нерестилища, и сети загородки. После этого важно вовремя извлечь субстрат с икрой из ловушки и поместить его в море. Слой икры не должен быть слишком плотным, так как это может привести к ее гибели. В 1985 г. удалось перейти к производственному уровню марикультуры.

В 90-х гг. развитие марикультуры сельди приостановилось. Продолжение этой перспективной деятельности будет способствовать увеличению численности важного промыслового объекта.

**Хильса.** Рыба из семейства сельдевых. Резкое снижение запасов этих рыб делает актуальным их выращивание в аквакультуре. В Индии в промышленных масштабах выращивают хильсу из р. Ганг. Хильса –

анадромный вид, обитает вдоль побережья Бенгальского залива. Созревание на втором году жизни; средний вес самки 2,5 кг, самца – 0,7 кг. Отличается высокой жирностью мяса. Питается планктоном.

Производителей отлавливают в реке. Икру отцеживают и оплодотворяют «мокрым» способом. Рабочая плодовитость – 100 тыс. икринок, развитие 18 часов. Инкубация в аппаратах Вейса, выживаемость при инкубации 85-95 %. Эмбрион хильсы проходит 16 стадий развития. Молодь подращивают в садках, корм – мелкий зоопланктон. Выживаемость 30-50%.

### Вопросы

1. Опишите особенности марикультуры сельди в Белом море.
2. Опишите особенности культивирования хильсы.

## 9. ВЫРАЩИВАНИЕ КРАСНОГО И ЧЕРНОГО ТАЯ

**Цель занятия.** Изучить особенности выращивания рыб семейства сельдевых.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

Морских рыб красного тая и черного тая особо ценят и культивируют в Японии.

**Красный тай** – обязательная рыба на столе в дни семейных торжеств. Производителей вылавливают в море. У рыб хорошо развит половой диморфизм. Икру отцеживают на борту судна и оплодотворяют «сухим» способом. Пелагическая икра инкубируется в бассейнах с проточной морской водой и соленостью 34 промилле.

Личинок подращивают в больших бассейнах, вода в которые поступает через песчаные фильтры для предотвращения попадания крупного зоопланктона.

Личинок кормят науплиями копепод, икрой морских ежей, глохидиями устриц, коловратками. В возрасте 20 суток личинки переходят к донному образу жизни, питаются полихетами и мукой из креветок. Мальков кормят фаршем из нежирной рыбы.

Красный тай очень чувствителен к загрязнению воды, поэтому необходим контроль качества водной среды.

Товарную рыбу содержат в садках, кормят фаршем или гранулированными кормами. Товарной массы красный тай достигает через 12 – 18 месяцев.

**Черный тай** – менее прихотливая рыба, перспективна для марикультуры Дальнего Востока.

Производителей отлавливают в апреле – июне и помещают в бассейны с замкнутой циркуляцией воды. Соленость 25 – 33 промилле, температура – 20°C. Самок инъецируют синагорином. Созревание – через 40-50 часов после инъекции. Икру отцеживают, оплодотворяют «сухим» или «мокрым» способом. Инкубацию икры и подращивание личинок проводят в одних и тех же бассейнах, разделенных на несколько сообщающихся при необходимости секций, что позволяет содержать икру в чистой воде. Вылупление через 40 часов.

Бассейны ярко освещают, чтобы облегчить личинкам поиски корма. Глубина бассейна 0,7 м. На 2 день после вылупления личинки переходят на смешанное питание. Подращивание длится 35 – 40 суток, после чего молодь зарыбляют водоемы и садки.

### **Вопросы**

1. Опишите особенности культивирования красного тая.
2. Опишите особенности культивирования черного тая.

## 10. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ЛАВРАКА И ДОРАДО

**Цель занятия.** Изучить особенности выращивания лаврака и дорады.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

*Обыкновенный лаврак* обитает в Атлантике, включая Средиземное и Черное моря. Стайная рыба, хищник. Нерестится у берегов, в опресненной зоне, икра пелагическая. Лаврака активно разводят во Франции и странах Средиземноморья. Средняя масса 10-12 кг. Выход филе 40%. Пригоден для различных способов переработки (соление, копчение и т. д.). Не требует особых условий содержания, может быть объектом марикультуры в России.

Производителей отлавливают в море зимой. Самок инъецируют гонадотропином. Нерест естественный или искусственный. Осеменение «сухим» способом. Регулируя световой режим и температуры воды можно сдвигать сроки нереста.

Инкубацию проводят в бассейнах или аппаратах, длительность 90-100 часов.

Личинок подращивают в тех же бассейнах при интенсивном водообмене 45-70 суток. Корм – зоопланктон (коловратки, артемия салина на разных стадиях). Бассейны для подращивания представляют собой бетонные или пластиковые цилиндрические емкости длиной 0,5-1 м с центральным вытоком. Водоподача идет под углом, обеспечивающим вращательное движение воды. В таких же бассейнах выращивают товарную рыбу. Для выращивания в море используют садки, что более выгодно. Лаврака выращивают также и в лагунах. В пруды с соленой водой вселяют молодь лаврака массой 80 г.

Плотность посадки 2 тыс. шт. на га. Выживаемость рыб массой 200 – 300 г составляет 40 – 50 %.

Рыбу надо сортировать, для предотвращения каннибализма. Выращивание при температуре 11 – 25<sup>0</sup>С.

**Дорада** по технологии выращивания близка к лавраку. Распространена в Атлантике и Средиземном море, заходит в Черное море. Средняя масса 10 кг, питается моллюсками, каракатицами, ракообразными, рыбой. Держится у гранитных крутых берегов.

Ценится в странах Средиземноморья, может быть объектом марикультуры в России. Выращивают дораду во Франции и в Италии. Искусственное воспроизводство по такой же схеме, как и у лаврака. Продолжительность инкубации 90-100 часов. Все остальные рыбоводные процессы идентичны. За двухлетний период выращивания рыба достигает средней массы 250-300 г.

Интересная особенность дорады в том, что эти рыбы – гермафродиты. При этом одна часть железы созревает как женская, давая икру, после чего вторая часть железы превращается в семенник.

### **Вопросы**

1. Опишите особенности выращивания лаврака.
2. Опишите особенности выращивания дорады.

## **11. ВЫРАЩИВАНИЕ ПОМПАНО**

**Цель занятия.** Изучить особенности выращивания помпано.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

**Помпано.** Рыбы рода помпано (или трахинотус) обладают хорошими вкусовыми качествами, обитают на

прибрежных мелководьях и перспективны для выращивания в закрытых лагунах.

**Синий помпано** – бентофаг и хищник, обитает в тропической и субтропической зонах Атлантики.

**Сенегальский помпано** – обитает в тропических водах Западной Африки.

**Азиатский помпано** – встречается в Индийском океане и в западной части Тихого океана. Наибольшая концентрация у острова Тайвань.

**Большой помпано** – обитает у берегов Америки и Багамских островов. Масса 20 кг.

**Обыкновенный помпано** – объект выращивания у берегов США (штат Флорида). Созревает на втором году жизни, нерестится с февраля по сентябрь. Молодь отлавливают в море, когда она концентрируется на восточном побережье США. Длина молоди весной 3 см, летом 10 см, питается ракообразными и рыбой, предпочитает океаническую соленость.

Товарную рыбу выращивают в бассейнах, прудах, огороженных сетками участках моря при температуре воды 15-30°C и океанической солености. Рыбы угнетенно чувствуют себя при содержании кислорода ниже 3 мг/л. Корм – фарш из сорной рыбы или комбикорм, содержащий 30% протеина.

При плотности зарыбления 120-150 тыс. шт./га товарная продукция составляет 5 тонн. За год помпано достигают массы 0,5-0,9 кг.

### Вопросы

1. Какие виды помпано выращиваются в аквакультуре?
2. Опишите особенности выращивания помпано в аквакультуре.

## 12. ВЫРАЩИВАНИЕ ТРЕСКИ

**Цель занятия.** Изучить особенности выращивания трески.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

Треска — одна из самых важных промысловых рыб на земном шаре, лов которой неустанно ведется вот уже несколько столетий. Несмотря на сокращение запасов, треска по-прежнему остается одной из важнейших промысловых рыб. Треска считается одной из лучших пищевых рыб, т.к. является великолепным источником протеинов. Ее также характеризует достаточно высокое содержание витамина В<sub>12</sub>.

Балтийская треска (*Gadus morhua callarias* L.) – подвид атлантической трески, который приспособился к жизни в опресненной воде Балтики, встречается довольно часто в Финском заливе. Треска является наиболее ценным из промысловых объектов балтийского региона и одним из ключевых видов экосистемы Балтийского моря. Последние 6 лет российская квота по балтийской треске используется практически полностью, это объясняется стабильным спросом и высокой ценой на рыбопродукцию из данной рыбы. Ежегодно калининградскими рыбаками, – а это они, в основном, осваивают всю российскую часть квоты по треске, вылавливается около 4 тыс. тонн трески.

Плодовитость балтийской трески высокая, крупные рыбы выметывают более 1 млн. икринок (у трески Баренцева моря – до 18 млн.). Нерест порционный. С восьмидесятых годов прошлого века запасы балтийской трески находятся в депрессивном состоянии, несколько лет назад Евросоюзом даже ставился вопрос о полном закрытии ее промысла.

Для полного восстановления численности популяции балтийской трески необходимо ее искусственное воспроизводство с последующим выпуском подращенной молоди в море, а также ее товарное разведение. Принципиальная возможность и экономическая целесообразность воспроизводства запасов трески путем зарыбления Балтийского моря ее личинками, прошедшими критическую стадию развития, полученными и подращенными благодаря новейшим инновационным рыбоводным технологиям, показаны Датским Институтом рыбохозяйственных исследований (DIFRES).

Первые опыты по получению жизнеспособной молоди трески проводились в Норвегии еще в XIX веке. В настоящее время треску на рыбоводных фермах разводят в большинстве развитых морских стран: в Норвегии, Англии, Канаде, Корее, Испании, Исландии и других.

В Норвегии основным способом получения икры является содержание выловленных в море производителей в бассейнах-нерестовиках объемом от 14 до 84 м<sup>3</sup> с проточной морской водой. Температура воды 1,5 – 8°C, содержание кислорода 7 мг/л, соленость 34 промилле. Соотношение самок и самцов 1:2. Кормление – мясо морского гребешка и рыб.

Нерест в феврале – апреле. Икру отцеживают по мере созревания либо собирают сачком после естественного нереста. Икрометание может продолжаться до 1,5 мес. Возможна гормональная стимуляция – инъекции хориогонического гонадотропина, которые проводятся самкам с гонадами в IV стадии зрелости. Оплодотворяемость 90-100 %, выживаемость при инкубации 74-82 %, выживаемость в период подращивания – до 60 %. Производители могут быть использованы в

последующие нерестовые сезоны. В искусственных условиях некоторые самки созревают не каждый год.

При подращивании личинок основной проблемой является метаморфоз, во время которого наблюдается максимальный отход. Экспериментальные исследования проводятся в микрокосмах – выростных системах объемом 1м<sup>3</sup>. Кормом служат коловратки с добавлением культуры микроводорослей. Выживаемость молоди до метаморфоза – 15%.

Работы полупромышленного масштаба ведутся в мезокосмах (садки, бассейны) объемом до 10 м<sup>3</sup>. Корм – природный планктон, суспензия коловраток. Выживаемость 10-15%.

Выращивание личинок в замкнутых прудах большого объема – макрокосмах. Корм – природный планктон. Выживаемость личинок 30-70%.

Возможны два метода организации морского прудового хозяйства: 1. Морская акватория отсекается дамбами. 2. Из прибрежного озера выкачивается пресная и закачивается соленая вода. В морских прудах первого типа более богатая кормовая база.

У личинок трески среднего и старшего возраста обычен каннибализм. Необходимо поддерживать низкую плотность посадки – 1,6 экз./л. Необходимо полноценное кормление и пересадка крупных особей. Перенос личинок в пруды не вызывает стресса и травмирования. Кормовая база прудов может подвергаться выеданию гидромедуз. Поэтому личинок надо выпускать в пруды до массового развития гидромедуз. Другой способ борьбы с гидромедузами – поддержание солености 32 промилле за счет морской воды. Но при этом слабее развивается планктон.

Кормление личинок. При переходе на активное питание – бактерии, фито- и зоопланктон. При

выращивании личинок — коловратки и науплии артемия салина. Кормление личинок и молоди — корма для тюрбо. Разработаны сухие гранулированные корма для трески.

Вылов молоди автоматизирован. Ловушка объемом 2 м<sup>3</sup>, имеет 2 входа и закрывающиеся жалюзи. Треска привлекается кормом и звуковыми сигналами. Сеголетки из ловушки попадают в накопитель и после автоматической сортировки рассаживаются в сетные садки.

В нашей стране отечественные технологии разведения морских тресковых в настоящее время находятся на стадии НИОКР: в Европейской части страны созданием данной технологии занимается ПИНРО, в азиатской — ТИНРО. В 2003 г. сотрудниками ПИНРО близ поселка Ура-Губа была создана экспериментальная рыбоводная ферма для отработки технологии выращивания трески в садках.

Гидрологические условия распресненной Юго-Восточной Балтики требуют от ученых и рыбоводов-практиков разработки новейших инновационных технологий для искусственного воспроизводства трески. Экономически и технологически целесообразно проводить данные работы в установках с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ) на соленой воде. Мировой опыт создания и успешной эксплуатации данных установок имеется. Располагаться такие установки должны в непосредственной близости от морского побережья, чтобы иметь возможность подпитки воды непосредственно с моря, а также короткое время доставки выловленных в естественных условиях производителей и выращенной молоди трески.

Проект по выращиванию трески (600 тонн в год) готовится к реализации в Мурманской области. Северный и восточный берега Кольского полуострова для

выращивания лосося не подходят, так как для оптимального роста этого вида вода слишком холодная. Для холодолюбивой трески такие условия идеальны. При культивировании в условиях аквакультуры молодь трески вылавливают, а затем подрашивают в искусственных условиях. Товарной массы 1,5-2,0 кг треска достигает в течение 1,5-2,0 лет. Себестоимость такой рыбы на 50% ниже, чем выловленной в море.

Большинство развитых морских стран давно занимается развитием марикультуры. Так, в Норвегии, экономика которой в конце прошлого века полностью зависела от нефте- и газодобычи, к искусственному разведению морских видов рыб относятся очень серьезно: доходы от экспорта рыбы в настоящее время достигли 23 млрд. долларов и стали сопоставимы с доходами от экспорта нефти и газа.

### **Вопросы**

1. Опишите основные этапы выращивания трески в аквакультуре.
2. Какие корма используются при выращивании трески?
3. Какие особенности свойственны личинкам трески в период выдерживания и подращивания?

## **13. ВЫРАЩИВАНИЕ ПЯТНИСТОЙ ЗУБАТКИ**

**Цель занятия.** Изучить особенности выращивания пятнистой зубатки.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

Норвегия является ведущей страной по разведению зубатки. Первое маточное стадо было создано на научно-исследовательской станции при университете г. Тромсе.

Производителей зубатки содержат в мелких прямооточных бассейнах-рейсвеях. Температура воды 7°C, высокая температура может вызвать вспышку фурункулеза. Для кормления используются лососевые корма и специализированные корма для морских рыб. Икру получают методом сцеживания. Нерест проходит осенью; период размножения зубатки можно продлить, изменяя световой режим. Плодовитость 6-24 тыс. шт. икринок. Инкубация проводится в аппаратах с восходящим током воды, в темноте. В первые две трети инкубационного периода проводят дезинфекцию глутаровым альдегидом. Температура 6-3°C. Смертность при средней или высокой освещенности, при механических повреждениях на ранних стадиях инкубации.

Вылупление личинок идет в течение нескольких недель. При достижении длины 21-24 мм кормят искусственными кормами и артемией. Смертность на данном этапе зависит от температуры, обработки дезинфектантом и от физиологического состояния молоди. Наиболее высока выживаемость при температуре воды 8°C – 96%.

Зубатку подращивают в мелких рейсвеях при высокой плотности посадки: 80-100 кг/м<sup>2</sup>. Кормят плавающим искусственным кормом. За 3 года рыбы достигают массы 4-5 кг. Темп роста можно повысить за счет разработки специальных кормов. Выход филе почти вдвое превышает таковой от диких особей.

Большое значение имеет контроль за паразитами и разработка специальных вакцин.

При дальнейшем развитии аквакультуры зубатки в Норвегии объем ее производства к 2020 г может достигнуть 40 тыс. тонн.

## Вопросы

1. Опишите основные этапы выращивания пятнистой зубатки в аквакультуре.
2. Назовите особенности. Каковы особенности инкубации икры пятнистой зубатки.
2. Какие корма используются при выращивании пятнистой зубатки?

## 14. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПРЕСНОВОДНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

**Цель занятия.** Изучить особенности выращивания европейского сома, канального сома, клариевого сома, угря и тиляпии.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

**Европейский сом.** Для рыбоводных целей наиболее пригодны производители, выращенные в прудах массой 5-10 кг. Перед нерестом производителей можно подкармливать мелкой рыбой.

Естественный нерест проводят в маточных и зимовальных прудах весной и в начале лета при температуре 20-22°C. В качестве субстрата используются корневища ивы. Нерест парный. Продолжительность инкубации 60-80 градусо-дней, относительная плодовитость 9-18 тыс. шт. икринок на 1 кг массы тела. Переход на активное питание в возрасте 5-7 дней. Молодь подращивают в мальковых прудах при плотности посадки 250-300 тыс. шт. на га.

Возможно также искусственное осеменение. Гипофизарная инъекция (однократно) гипофизом карпа 3,5-4,0 мг на 1 кг массы тела. После этого выдерживают в бассейнах при температуре 23-24°C. У самцов сперму отбирают с помощью шприца или при вскрытии брюшной

полости. Через 2 минуты после осеменения икру помещают в инкубационные аппараты.

После вылупления молодь помещают в бассейны, плотность посадки 60-120 тыс. шт./м<sup>3</sup>. При массе 20-25 мг молодь пересаживают в пруды. При дальнейшем подращивании плотность посадки снижают в 2 раза. Через 3 недели масса – 1-2 г. Для кормления используют трубочник, зоопланктон, рыбу, сухие корма.

**Канальный сом** – наиболее освоенный в аквакультуре вид сома. Обитает как в пресноводных водоемах, так и в водоемах с соленостью до 21 промилле. Нерест – естественный или искусственный. При естественном нересте производителей помещают в пуды или садки, где устанавливают искусственные гнезда.

При искусственном нересте проводят инъекцию хориогонического гонадотропина. Продолжительность эмбрионального развития 5-10 суток. Личинок до перехода на активное питание 3-4 дня содержат в бассейнах и аквариумах, а затем переносят в пруды, в монокультуре выращивают с мая по октябрь (температура воды – 22°C). Поликультура с сеголетками белого толстолобика. Выращивание сеголеток проводится в тепловодных и бассейновых хозяйствах. Товарных двухлетков можно выращивать в садках на водоемах-охладителях ТЭЦ. Средняя масса товарных двухлеток 400 г – за 6 месяцев.

**Клариевый сом.** В тропиках размножаются один раз в сезон дождей; в искусственных условиях – круглый год. Производители массой 1-2 кг. Оптимальная температура для их содержания 24-26°C. Для кормления используются комбикорма (содержание протеина 45%).

При искусственном нересте для стимуляции созревания применяют инъекцию гипофиза карпа или сома. Икру сцеживают обычным способом. У самцов сперму отбирают сцеживанием или путем извлечения

гонад. Икру инкубируют в лотках. При температуре 25°C вылупление происходит через 28 – 32 часа после оплодотворения. Оптимальная температура при подращивании около 30°C. Плотность посадки 375-700 шт./л воды. Через 3-4 дня личинки переходят на смешанное питание. Для кормления используют стартовый корм. Через месяц личинки достигают массы 1 г и их пересаживают в емкости для выращивания молоди.

Опыт выращивания в рыбоводном цехе Новолипецкого комбината показал, что этот вид отличается высокой скоростью роста. За 6 месяцев достигает массы 1 кг. Клариевый сом выдерживает высокую плотность посадки в конце выращивания – 400 кг/м<sup>3</sup>. При товарном выращивании используются корма с содержанием протеина 30-35%.

**Выращивание угря с использованием замкнутой системы водоснабжения.** Для выращивания угря до 30 г используется комбикорм, содержащий рыбную муку, муку из криля, водорослевую муку, пшеничную муку, соевый шрот, премикс. Для более крупных рыб используется корм с введением 20% соевого шрота, 5% крилевой муки, 1-2% рыбьего жира.

**Выращивание стекловидного угря** проводится в течение 90 суток при температуре воды 25°C. Для выращивания используются плоские бассейны площадью до 2 м<sup>2</sup>, с полезным объемом 500 л, оснащенный специальными крышками, препятствующими уходу молоди. Кормление 12 раз в сутки. Плотность посадки 4-6 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Выживаемость – 80%. Через 30-45 дней после начала выращивания – сортировка. Конечная масса 1-3 г.

**Выращивание угря до массы 10 г** проводится в течение 90-120 суток при температуре воды 25°C. Плотность посадки до 2 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Кормление 12 раз в сутки. Выживаемость до 100%.

**Выращивание угря до массы 150-250 г** длится 220-330 суток при температуре воды 25°C. Плотность посадки до 200-400 шт./м<sup>2</sup>. Выживаемость 90%.

Сортировка угря при выращивании осуществляется 1 раз в 1 – 2 недели при помощи сортировочного ящика.

**Выращивание тилапии.** Перспективно выращивание тилапии разных видов. Значительный интерес представляет выращивание тилапии тимиязевской породы. Существуют технологии выращивания тилапии в прудах, садках и бассейнах. При выращивании в прудах возникает проблема перенаселения, связанная с высокой способностью тилапии к размножению. Возможно выращивание тилапии с использованием геотермальных вод и в УЗВ.

В УЗВ Новолипецкого комбината проведено комплексное изучение биологических особенностей голубой тилапии. Установлена высокая выживаемость на всех этапах биотехнического процесса (более 90%). Отход личинок и молоди – 15%. За 6-8 месяцев выращивания рыбы достигали массы 200-300 г.

Перспективным направлением является поликультура тилапии (совместное выращивание с карпом).

При выращивании в УЗВ нужны качественные комбикорма (для молоди – содержание протеина 40%, для товарной рыбы – 30-35%). Тилапии имеют небольшой рудиментарный желудок, поэтому кормить их нужно часто.

В рыбоводстве в основном используются тилапии рода Ореохромис. Половая зрелость в возрасте одного года. Основной метод селекции – массовый отбор лучших по фенотипу особей. Важнейшие направления селекции – ускорение роста, лучшее использование корма, повышение

устойчивости к низким температурам, замедленное половое созревание, повышение товарных качеств.

Большинство видов тилипий размножается при температуре воды 26-30°C. Самцы становятся агрессивными. Затем начинается постройка гнезда, куда самка откладывает клейкую икру. Продолжительность нереста – 2,5-3,0 часа, инкубация 2-3 суток. Свободные эмбрионы 3-4 суток находятся в гнезде.

Тилипии, вынашивающие икру в ротовой полости также строят гнездо, но после осеменения икры забирают ее в рот. Отнерестившихся особей можно отличить по характерному подчелюстному мешку и периодическим движениям челюстей (перемешивание икры). Таких самок целесообразнее отсадить в отдельную емкость, сачок использовать не рекомендуется. Время инкубации 3-10 суток.

При вынашивании икры самка не питается. После перехода личинок на активное питание у самок формируются ооциты новой генерации.

Выживаемость личинок при естественной инкубации 98%. Инкубацию можно проводить в аппаратах Вейса.

При выращивании в монокультуре эффективным является содержание особей одного пола, что исключает перенаселение. Для товарного выращивания целесообразно использовать самцов. Но отбор однополых особей весьма трудоемок.

Перспективным является метод межвидовой гибридизации, позволяющий получить большое количество самцов в потомстве (85-100%).

Для получения однополого потомства также используют способ искусственной реверсии пола (скармливание личинкам с пищей половых гормонов в течение первых недель после вылупления).

Молодь тилапии в садках и бассейнах выращивается в два этапа:

Первый этап – до массы 1 г при плотности посадки до 10-20 тыс. шт./м<sup>3</sup>.

Второй этап - до массы 10 г при плотности посадки до 1,5-2,0 тыс. шт./м<sup>3</sup>. Продолжительность выращивания 45-60 суток, выживаемость молоди 80-85%.

Кормление – комбикорма. Оптимальный уровень протеина на первом этапе выращивания 35-45%, затем можно снизить до 30-35%, при выращивании товарной рыбы в садках – 28-32%, в бассейнах 32-38%.

Выращиванием товарной тилапии заканчивается цикл рыбоводных работ в хозяйствах с естественным температурным режимом. На зимовку оставляют маточное стадо, которое содержат в емкостях с подогревом воды (до 20-30°C). За зиму производители увеличивают массу тела на 25-50%. В феврале – марте с повышением температуры воды до 25-27°C начинается новый цикл выращивания.

### **Вопросы**

1. Опишите особенности выращивания европейского сома.
2. Опишите особенности выращивания канального сома.
3. Опишите особенности выращивания клариевого сома.
4. Опишите особенности выращивания угря.
5. Опишите особенности выращивания тилапии.

## **15. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ИГЛОКОЖИХ**

**Цель занятия.** Изучить особенности культивирования голотурии и морских ежей.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

**Культивирование голотурии (трепанга).** Ценный объект выращивания, как для пищевых целей, так и для

использования в медицине. На Дальнем Востоке выращивают трепанга по методу, разработанному в ТИНРО.

Производителей перед нерестом отлавливают в море, рассаживают в аквариумы, так, чтобы в одном аквариуме были самки и самцы. Для стимуляции нереста температуру постепенно повышают до 25°C. Из яиц выходят свободно плавающие личинки – аурикулярии. Трудности культивирования связаны со сложностями получения и выращивания личинок до стадии оседания. Для успешного развития личинкам необходимы бассейны с регулируемыми параметрами среды. Кроме того, необходимо подготовить культуры микроводорослей для обеспечения личинок кормом. Выход осевшей молоди 5-10% от аурикулярий.

Осевших личинок кормят детритом фито- и зоогенного происхождения. После достижения длины 5-7 см переводят для выращивания в море, на огороженные участки.

**Культивирование морских ежей.** Морские ежи – ценный промысловый объект. Икра морских ежей – высококачественный пищевой продукт. В аквакультуре выращиваются в Японии. Метод, разработанный в ТИНРО, позволяет получать молодь морского ежа в любое время года.

Для этого проводят стимуляцию гаметогенеза морского ежа посредством температурного режима. Затем отбирают половые продукты и проводят искусственное осеменение. Сперму разводят в морской воде и смешивают с яйцеклетками. С помощью микроскопа определяют процент оплодотворения. Личинки выращиваются в 10-литровых сосудах, для кормления используют микроводоросли.

В качестве субстрата для оседания в аквариумы вносят коллекторы. Осевшие личинки питаются бентосными диатомовыми водорослями. Далее морских ежей вместе с коллекторами помещают в сетчатые садки и выставляют в море или в большие емкости в заводских условиях. Затем их переносят в места обитания естественных популяций.

### **Вопросы**

1. Опишите особенности культивирования голотурии.
2. Опишите особенности культивирования морских ежей.

## **16. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ РАКООБРАЗНЫХ**

**Цель занятия.** Изучить особенности культивирования креветок, омаров, лангустов и крабов.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

### **Культивирование креветок.**

**Креветки рода Пенеус** в Россию эти креветки завезены из Японии и с побережья Африки. Основные объекты выращивания – **гигантская тигровая креветка, банановая креветка**. Маточное стадо необходимо содержать в подогреваемых бассейнах (20-30°C) с соленой водой (32-36 промилле). Здесь же проходит стимуляция нереста производителей, выращивание молоди осуществляется в прудах, садках и лиманах с соленой водой.

Можно проводить сбор молоди в естественных условиях. Личинки концентрируются около специально поставленных бамбуковых шестов, к которым привязаны пучки растений или травы. Их собирают и переносят в выростные пруды. Наиболее продуктивны пруды, расположенные непосредственно у моря (1100 кг/га).

В пруды вносят удобрения и стимулируют развитие кормовых планктонных и бентосных организмов.

Креветок собирают ставными ловушками или при спуске прудов. Выход товарных креветок – 10-50% от посаженных личинок.

**Японская креветка курума.** Производителей отлавливают в море, зрелых самок переносят в питомник. Самки нерестятся в бассейнах, как правило, ночью. Плодовитость 100-300 тыс. яиц.

Личинок кормят жгутиковыми и диатомовыми водорослями. Личинок на стадии мизид кормят науплиями артемии и коловратками. Через 4 суток личинки переходят в стадию постличинок, которых постепенно переводят на питание мясом моллюсков и червей. Их содержат в бассейнах под крышей до достижения длины 12-13 мм, а потом переводят в бассейны под открытым небом или пруды (температура воды 20°C). В прудах кормят мясом моллюсков и ракообразных. Постепенно креветок начинают кормить только ночью, так как днем они находятся в укрытиях.

В течение лета плотность посадки, которая должна быть не более 250 г/м<sup>2</sup>, несколько раз разрежается. При массе 1-2 г креветки осенью весят 20-25 г.

Гидрохимический режим прудов. К осени в придонном слое воды накапливаются аммиак, нитратный азот, сероводород. Необходимо усилить аэрацию или обработать пруды оксидом железа, который нейтрализует сероводород, переводя его в сернистое железо.

**Гигантская креветка.** Выращивают в Таиланде, Индонезии, Китае, Индии, Эквадоре.

Товарная масса 30-250 г. Гибнут при 13°C. При 20°C темп роста снижается. Оптимальные температуры – 28-32°C. Взрослые креветки могут расти в пресной воде, содержаться в поликультуре с карпом, толстолобиками,

белым амуром. На естественной кормовой базе питаются моллюсками, личинками жуков, стрекоз, хирономид, продуктивность при этом 10 – 30 кг/га. Для кормления используют крупы, вареные и сырые овощи, мясо рыбы, червей, водоросли.

В Черном и Азовском морях обитают перспективные для культивирования в местных условиях креветки **адсперзус** и **элеганс**.

Начаты эксперименты по культивированию в нашей стране холодноводных креветок, обитающих в прибрежных водах Дальнего Востока. Наиболее ценная из них – **травяной шримс**. У нее широкий диапазон приспособления к изменению температуры воды. Но они очень чувствительны к недостатку кислорода.

**Омары** – холодноводные и самые крупные представители ракообразных. У берегов Канады и Европы обитают канадский и европейский омары, достигающие массы 15 – 20 кг. Омаров культивируют в США, Канаде, Норвегии и других странах. В России возможно выращивать омаров в прибрежных водах Баренцева, Японского и Охотского морей. Омары обитают при солености не ниже 30 промилле и при температуре воды 0-20°C.

Разведение начинают с поиска, поимки и отбора производителей, которых затем рассаживают в бассейны и проволочные садки. Для получения планктонных личинок используют два метода.

Первый: отбирают самок с зародышами, близкими к вылуплению, снимают с брюшка икру и инкубируют её в непрерывном токе воды до вылупления личинок.

Второй: самок с икрой выдерживают в бассейнах до появления личинок.

В течение 9-33 суток личинки ведут пелагический образ жизни, затем оседают на дно. В первое время

личинок держат в цилиндрических сосудах с вогнутым дном. Возможен каннибализм. Кормят размолотой печенью, мясом ракообразных и моллюсков через каждые три часа. После четвертой линьки при длине 1,5 см переносят для выращивания в море. При создании оптимальных условий товарной массы омары достигают за 2 года. Во избежание каннибализма разработана конструкция фермы для выращивания омаров: на сваях крепят клетки с ячеями для одиночного содержания омаров.

**Лангусты.** Предпочитают прозрачную воду, насыщенную кислородом, температура воды 16-18°C. Вес чаще всего 2-4 кг, но половозрелые особи могут весить от 8 до 13 кг. Питаются донными беспозвоночными и мелкой рыбой. Ценный объект промысла и культивирования. Обычно на морских фермах выращивают молодь лангустов, пойманную в море. Молодь до промыслового размера можно выращивать в прудах и бассейнах.

В водоемах для выращивания нуждаются в чистой воде без взвесей и токсических веществ. На ранних стадиях кормят науплиями артемии, затем икрой и личинками рыб, взрослой артемией.

Очень плодовиты – до 1,5 млн. яиц. В период размножения образуют миграционные цепочки – до 30 особей. Многие виды имеют длительные пелагические стадии, что затрудняет их выращивание.

В России лангустов можно выращивать в Приморском крае.

**Крабы.** 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. Затруднения при культивировании – длительный и сложный метаморфоз, каннибализм. В

России наибольшее значение имеют камчатский краб и синий краб.

**Камчатский краб.** Обитает в морской воде преимущественно у берегов Камчатки. После зимовки косяки самцов и самок встречаются на глубинах 5-30 м при температуре 3-4°C. Икру самка носит 11,5 мес. Плодовитость – 200 тыс. шт. яиц. В толще воды личинка живет 2 мес. Крабы живут до 20-23 лет. Половой зрелости достигают: самки в 5-6 лет, самцы в 8-10 лет.

На Дальнем Востоке крабов культивируют в заливе Посыета и в бухте Русской (Японское море). В Баренцевом море камчатского краба культивируют на искусственных сооружениях в прибрежных районах от Варангерфьорда до архипелага Семи островов.

Личинок краба собирают на донные сооружения – рифы, садки и коллекторы. Мальков подращивают с пересадкой и без пересадки. Разработаны 5 способов сбора и подращивания мальков.

**Первый способ.** Личинок собирают на коллекторах и в садках. Подращивают до 1 года без пересадки. Для сбора используют объемные пластинчатые полиэтиленовые коллекторы-садки или садки-корзины, обтянутые делью и собранные в гирлянды. Мальки могут свободно передвигаться, обеспечивается их высокая выживаемость. Личинки краба развиваются до стадии малька, питаясь обростаниями. Мальков выпускают на специально подготовленные донные участки.

**Второй способ.** Личинок собирают и мальков подращивают на коллекторах и в садках до 2-3-летнего возраста, как с пересадкой, так и без пересадки. Молодь более жизнестойка. Но при большом количестве мальков возможен каннибализм.

**Третий способ.** Личинок собирают и мальков подращивают на коллекторных установках или в садках до

1-3-х лет. Затем их выпускают на искусственные донные сооружения (от вольеров до железобетонных конструкций). Создаются дополнительные возможности для укрытия мальков от хищников. Контроль за ростом и развитием мальков осуществляют с помощью водолазов.

**Четвертый способ.** Личинок собирают на донные коллекторы, мальков подращивают без пересадок. Коллекторы после нескольких лет эксплуатации надо поднимать и очищать от обрастаний или заменять, поскольку такие коллекторы становятся доступны для хищников.

**Пятый способ.** Личинок собирают и мальков подращивают на искусственных донных сооружениях – рифах – без дальнейшей пересадки. Рифы выставляют в местах, где мало донной растительности или она отсутствует на большой глубине. Рифы используются как естественные укрытия. Изготовлены из легких материалов или из железобетона. Контроль за ростом и развитием мальков осуществляют с помощью водолазов.

Икру вне организма самки (икра прикреплена к брюшным ножкам) проинкубировать практически невозможно, поэтому заготавливают личинок. Из икры вылупляется личинка – презоза. Через несколько минут она превращается в зоза. У личинки 4 линьки, поэтому соответственно появляются зоза-1, зоза-2, зоза-3, зоза-4. Ведет планктонный образ жизни 2 мес. После линьки зоза-4 переходит в следующую стадию – глаукоторий, которая длится 20 дней. Глаукоторий похож на молодь краба, но имеет хвостовую часть. Затем образуется малек краба длиной 2 мм, полностью похожий на взрослого краба. В природе в возрасте 3 лет мальки покидают заросли, переходят на песчаные места, а в 6-7 лет собираются в косяки и совершают миграции.

В личиночной стадии питаются зоо- и фитопланктоном, молодь – обрастаниями, взрослые крабы – бентосом. В искусственных условиях молодь кормят личинками балянусов, мясом моллюсков и рыбой. Взрослые крабы едят моллюсков, червей, морских ежей.

Участки для выращивания молоди не должны располагаться на местах свала грунта. Для подвесных плантаций оптимальные глубины – 15-50 м. Необходимо учитывать направления господствующих ветров и возможность нежелательного берегового сброса. Бухты заливов должны быть защищены от разрушительного ветрового, волнового и ледового воздействия. Необходимо провести комплексное обследование береговой зоны. Обязательно учитывают донные грунты, рельеф дна (его уклон, наличие банок и гребней), наличие водной растительности, антропогенные условия.

Предпочтительны гранулометрические типы донных отложений: от галечно-гравийной смеси с валунами и глыбами до илов. Оптимальный грунт – слегка заиленный песок, песок и мелкий гравий. Лучшие виды водорослей – крупные водоросли, такие как ульва, кодиум, саргассум, костария, зоостера, цистозира, анфельция.

Время выставления коллекторов определяют по результатам наблюдений за миграциями крабов, их нерестом, плотностью распределения и стадией развития личинок в планктоне, а также гидрологическим режимом. Температура воды - не выше 18-20°C, соленость 28-34 промилле, кислород 5-6 мг/л. Скорость придонных течений 0,05 – 0,3 м/с. Коллекторы и донные сооружения устанавливают в местах заноса и концентрации личинок краба. Надо учитывать, что в разных районах планктонные личинки развиваются при разных температурах.

Численность личинок определяют при облове специальными сетями в апреле – мае (пробы через 5-7 дней).

Используются коллекторы разных модификаций, установки подвешного и придонного типа – ярусные, рамные, П-образные. Наиболее распространенный тип – подвесная установка – рама из капроновых канатов размером 100х100 и площадью 1 га. На воде держится угловыми буюми, на грунте – бетонными якорями. Через каждые 5 м на раме располагаются хребтины (всего 21 хребтина), на которых через каждые 0,5 м находятся коллекторы. Установки монтируют в закрытых и полузакрытых бухтах на глубине 15-50 м. Наиболее приемлема площадь хозяйства в 10 га на которой можно выращивать до 1000 т крабов.

### **Вопросы**

1. Какие виды креветок выращиваются в искусственных условиях?
2. Опишите особенности культивирования креветок.
3. Опишите особенности культивирования омаров.
4. Опишите особенности культивирования лангустов.
3. Опишите особенности культивирования камчатского краба.

## **17. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МОРСКИХ МОЛЛЮСКОВ**

**Цель занятия.** Изучить особенности культивирования устриц, мидий, морского гребешка, морского ушка и головоногих моллюсков.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

**Устрицы.** Все виды устриц теплолюбивы. Широко распространены в прибрежных зонах тропических и

умеренных вод Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Моллюски чувствительны к резким перепадам температур, особенно европейская устрица. Молодь и личинки могут погибнуть при температурном скачке, даже если температура воды при этом не вышла за пределы нормы. Взрослые особи могут переносить опреснение воды. Из-за строения раковины и мантии устрицы особенно чувствительны к загрязнению и плохому газовому режиму. Хорошо растут в предустьевых и мелководных зонах на жестких грунтах. Товарного размера достигают за 2-3 года.

**Европейская устрица** культивируется во Франции, Великобритании, Испании, Дании, Норвегии, в США и Канаде. Устриц выращивают в заливах и эстуариях, защищенных от штормов. Температуры воды 5-20<sup>0</sup>С, соленость 31-33 промилле, высокое содержание кислорода. Обильная кормовая база. Кроме того, полузакрытые небольшие бухты удобряют.

Устричный шпат (личинки) собирают в керамические коллекторы в регламентированные сроки. Коллекторы укладывают на деревянные платформы и выставляют в эстуарии на высоте 15-25 см от дна. К зиме молодь переносят на грунт банок в так называемые парки, где они растут до товарного размера. Загрязнения наносят значительный вред устричным хозяйствам.

**Черноморская устрица.** Темп роста ниже, чем у европейской, а запасы сравнительно невелики. Устричный шпат собирают на коллекторы, которые устанавливают в районе устричных банок.

В АзЧерНИРО разработан метод культивирования устриц. В мае – июне устриц отсаживают в аквариумы и стимулируют их нерест, повышая температуру воды до 21-22<sup>0</sup>С. Личинок отсаживают и кормят микроводорослями 2 раза в сутки. После стадий велигера и великонха личинки

оседают. Затем молодь выращивают в садках, лагунах и на естественных банках. На зиму коллекторы устанавливают в проточные бассейны с соленой водой.

**Тихоокеанская устрица.** На долю этого вида приходится 60% всей мировой продукции устриц. Образует большие скопления в мелководных бухтах залива Петра Великого, острова Сахалин, Южных Курильских островов. Переносят опреснение, зимовку подо льдом, повышение температуры воды до 30°C, поселяются на любом неподвижном субстрате.

Сбор шпата проводят на коллекторы, которые потом подвешивают к рамкам, плотам и крепят ко дну. При необходимости надо пересаживать молодь на другие коллекторы и разрезать посадку.

В некоторых районах применяют ярусный метод выращивания устриц. Ярусы длиной 45-75 м состоят из пары канатов, натянутых между поплавками из дерева, металла или пенопласта. Это позволяет выращивать устриц в открытом море. Необходимо контролировать процесс обрастания, который ухудшает условия выращивания моллюсков.

Выращивание устриц состоит из трех этапов.

**Первый этап. Сбор шпата.** Личинки оседают на выставленные в море коллекторы. Посадочный материал получают также от производителей в полностью контролируемых условиях марихозяйств – в бассейнах, лотках и т. д.

**Второй этап. Выращивание в естественных условиях.** Выращивание в частично контролируемых условиях. Коллекторы (раковины морского гребешка, пластины из твердого неметаллического материала) подвешивают на горизонтальные канаты или плоты. На 1 га размещают 4 тыс. коллекторов. При необходимости

молодь разреживают. Особое внимание уделяют очистке от обрастаний.

### **Третий этап. Подготовка к реализации.**

Моллюсков разделяют, очищают, осуществляют санитарный контроль, сортируют и реализуют. Выживаемость от шпата до особей товарного размера 40-50 %.

### **Мидии.**

**Черноморская мидия.** Оптимальные температуры 10-23°C, соленость для нормального роста и размножения – не ниже 17-18 промилле. Более стойки к дефициту кислорода, чем другие моллюски.

**Съедобная мидия.** Северо-восточная граница ареала – Белое море. У беломорских мидий меньше пищевых конкурентов, врагов и паразитов. Однако, на популяции моллюсков отрицательно сказывается суровая зима, сильное весеннее опреснение воды.

### ***Биотехнология выращивания мидий.***

1. Сбор личинок на коллекторы. В районах оптимальной концентрации личинок выставляют 50-метровые линейные ярусные носители, оснащенные 3,5 или 8-метровыми коллекторами.

2. Подращивание до товарных размеров. Продолжительность выращивания – 12-14 мес.

3. Снятие урожая, контроль и реализация продукции. Необходим санитарно-бактериологический и паразитологический контроль.

Транспортирование живых мидий возможно в течение 1-3 суток при температуре -2°C в ящиках или мешках; необходимо исключить прямое воздействие солнечных лучей.

**Мидийный носитель конструкции ВНИРО – ДВПИ** представляет собой гребенчатое сооружение, состоящее из хребтины (капроновый горизонтальный

канат окружностью 30 мм, длиной 50 м) с 5 капроновыми оттяжками, которые крепятся к бетонным якорям массой 250-750 кг, выполненными в виде усеченных четырехугольных пирамид. В толще воды носитель поддерживается равномерно размещенным на хребтине пенопластовым наплавом или буюми из прорезиненного брезента. На расстоянии 0,4 м на хребтине закреплены 125 коллекторов длиной 3,5 или 8 м. Их нижние концы закреплены на коллекторной подборе (донной) с равномерно размещенными подвесными грузами 4-5 кг.

Одногектарная штормоустойчивая мидийная установка представляет собой гибкую плавучую конструкцию, состоящую из 40 отдельных мидийных носителей конструкции ВНИРО – ДВПИ с 5 тыс. коллекторами, закрепленными на общей якорной системе. Установка монтируется водолазами. Установка обслуживает бригада из 4-5 человек, должна быть организована водолазная станция.

***Преимущества культивирования мидий:***

- простота сбора с субстрата (коллекторы);
- моллюски отличаются одинаковыми размерами;
- моллюски свободны от механических загрязнений и паразитов;
- темп роста выше, чем в природных популяциях;
- при ежегодной обработке субстратов в опресненной воде мидиевый биоценоз представлен практически одними мидиями.

В Белом море затраты на организацию и ведение мидиевого хозяйства минимальны. Не нужно создавать маточное стадо, перемещать субстраты. Продукция мидиевого хозяйства через год выращивания – 30 т/га, через 3 года - 200 т/га. Марикультура мидий не только сохраняет естественные биоценозы, но и способствует их развитию.

***Выращивание мидий на коллекторах.*** Плот-коллектор с искусственными субстратами имеет размеры 3х6 м. Его основа – 8 полиэтиленовых труб. Каждую трубу заглушают с двух сторон пенопластовыми пробками. Трубы связывают досками в прямоугольник - плот. Снизу к плоту крепят секции, к которым крепится субстрат. Температуры в Белом море -1,5-17°C. В течение 5 мес. Чупинская губа покрыта льдом. Благоприятные места для постановки коллекторов – небольшие бухты, прикрытые островами. Естественные поселения моллюсков – мидиевые банки – дают возможность осаждать личинок на коллекторы. Нерест мидий – с конца июля по август. Температура 10-15°C.

На субстрате мидии не подвергаются воздействию отливов, находятся в хорошо аэрируемой среде.

В условиях Чупинской губы Белого моря длина искусственного субстрата не более 3 м. В качестве субстратов используют сети, тралы и невода. Ленты сетевого полотна закрепляют на секциях на расстоянии 30 см друг от друга. Место установки коллекторов должно быть закрыто от волнового и ледового воздействия, необходим хороший водообмен. Глубина – не менее 6 м, чтобы субстраты не касались грунта. Каждый плот крепится к тросу, натянутому в проливе от берега до берега и закрепленному на берегах (в больших бухтах можно крепить якорями).

Конструкции устанавливаются в местах, где отсутствует угроза их повреждения выносным льдом.

Опасность представляют морские звезды (занос их личинок на субстрат). Для удаления морских звезд используют обработку субстратов в опресненной воде (рисунок 6).

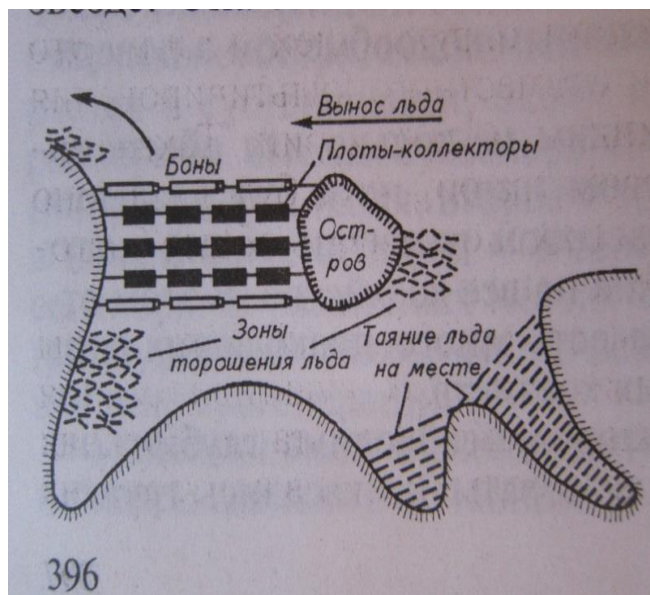


Рисунок 6 - Схема установки коллекторов в Белом море

Марикультура мидий оказывает положительное влияние на развитие фитопланктона на все звенья экосистемы близлежащей акватории.

Эксперименты по организации биокультуры мидия – ламинария в Белом море дали положительный результат. Средняя масса ламинарии в опыте больше чем в контроле на 48%.

**Морской гребешок.** В морях России встречается немного видов морских гребешков, больше всего их в морях Дальнего Востока: приморский промысловый гребешок, гребешок Свифта, японский гребешок фаррера, берингоморский гребешок, исландский гребешок, встречающийся также в Белом и Баренцевом морях и в юго-западной части Карского моря. В Черном море обитает черноморский гребешок.

Основной объект выращивания в Японском море - приморский промысловый гребешок. Обитает в Японском и Охотском морях. Половой зрелости достигает на третьем году жизни. Оптимальная температура воды 10-16°C. Соленость – 31,8-33,5 промилле. pH не ниже 7,9. Гребешки чувствительны к недостатку кислорода. Не переносит высоких концентраций ила. Предпочитает илисто-песчаный грунт либо гальку и крупный песок. Нерест происходит в конце мая – начале июня.

**Биотехника воспроизводства.** Производителей перевозят в лабораторию для карантина и адаптации, содержат в сосудах с проточной водой. Для внесезонного получения личинок используют стимуляцию гаметогенеза и задержку нереста путем изменения температуры воды. Нерест симулируется также УФ-облучением, воздействием химических веществ (гидроксид натрия, хлорид калия), суспензией половых клеток моллюсков, инъекцией серотонина. После вымета яйцеклеток проводят искусственное оплодотворение. Оплодотворение производят в 20-литровых сосудах, добавляя к суспензии яйцеклеток суспензию активных спермиев. Оплодотворяемость – 95%.

При инкубации очень важно качество воды. Нельзя допускать попадания в сосуды для инкубации загрязнений и развития бактерий. Необходимо использовать систему водоподготовки – фильтры, УФ-облучение. При необходимости – хлорамфеникол (0,25 мг/л). Сосуды для инкубации – цилиндрической формы, из стекла, перед инкубацией несколько дней выдерживают в проточной воде. Всю посуду необходимо тщательно мыть, используя нетоксичные вещества (гипохлорид натрия).

Для хорошего роста и выживаемости необходимо периодически менять воду, поддерживать оптимальную плотность посадки (5-10 шт./мл), в достатке задавать корм,

постоянно аэрировать воду. Воду меняют 1 раз в сутки на одну треть объема на стадии планктонных личинок и на один объем на стадии прикрепленного спата. В качестве корма используют нетоксичные микроводоросли нескольких видов. После достижения спатом длины 1 мм коллекторы с молодью можно выставлять в море для дальнейшего выращивания.

**Морское ушко** относится к классу брюхоногих моллюсков. Наибольшие по численности популяции образует в тропической зоне на скалистом субстрате. Моллюск обладает ценным мясом, его раковина – высокосортное сырье для изделий из перламутра.

В водах России морское ушко встречается у берегов Камчатки. Нерест в августе – сентябре при температуре 15-20°C.

Производителей отлавливают и помещают в бассейны. Производителей выдерживают в течение 1 часа при температуре 3-7°C, а затем воду подогревают до 20°C. Оплодотворенные яйца помещают в бассейны 2x1,4x1,4 по 100 тыс. шт. в каждом. Выклюнувшихся личинок переносят в выростные бассейны, содержат при плотности посадки 50-300 шт./л, оставляют без смены воды до фазы оседания и кормят одноклеточными планктонными водорослями. В бассейны с проточной водой устанавливают рифленые пластмассовые пластины площадью около 50 см<sup>2</sup>, на которых оседают бентические диатомовые водоросли, затем пластины устанавливают в бассейны с личинками морского ушка, близкими к оседанию. После оседания (50 суток) личинок начинают кормить водорослями-макрофитами. Молодь можно кормить искусственными кормами, в состав которых входят сухая водоросль ундария, альгинат натрия, рыбная мука (40% смеси) и витамины. Молодь длиной 1,2-2,0 см (вырастает за 3-4 месяца) размещают на естественных

банках. Через 2 года моллюски достигают товарного размера – 12 см.

**Метод выращивания морского ушка в поликультуре.** Детрит и биоотложения моллюсков используются полихетами (многощетинковыми червями), растворенные органические вещества – водорослями хондрусом и ульвой, которые употребляются морским ушком.

**Кальмары.** У берегов Японского моря обитает около 10 видов кальмаров. Наибольшее значение имеют кальмар яйрика, каракатица Лессона и каракатица Мэндрона. Питаются рыбой, обитают при температуре 15°C.

Для привлечения и нереста кальмаров яйрика сооружают искусственные рифы. Их устанавливают на глубине до 80 м в расщелинах скал и каменных гряд, на водорослях и т. д. Искусственные рифы в виде стеллажей, прямоугольных стальных каркасов, обтянутых оцинкованной листовой сталью. В качестве искусственных рифов используют бетонные блоки и каркасы, обмотанные соломой, соломенные мешки с булыжниками, сверху засыпанные ветками, корзины из сучьев деревьев на сваях и металлические ящики.

Каракатица Лессона нерестится на глубине 100 м на водорослях. Для нее делают искусственные гнезда из связок водорослей.

Каракатица Мэндрона нерестится на глубине 100 м на водорослях. В период нереста ее отлавливают ловушками из сетки с отверстием 36,4 см. В ловушке делают искусственное гнездо. Внутри помещают ветки для привлечения кальмара на нерест.

Для нереста используют также ярусы из связок веток с грузами, которые устанавливают на глубине 20-25

м на расстоянии 0,5 м от дна. Такие ярусы позволяют почти вдвое увеличить концентрацию кальмаров.

### **Вопросы**

1. Опишите основные этапы культивирования устриц.
2. Опишите основные этапы культивирования мидий.
3. Опишите особенности культивирования морского гребешка.
4. Опишите особенности культивирования морского ушка.
3. Опишите особенности культивирования головоногих моллюсков.

## **18. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ**

**Цель занятия.** Изучить особенности культивирования бурых, красных и зеленых.

**Материалы и оборудование.** Схемы, таблицы, плакаты, рисунки, фотографии, презентации.

Водоросли богаты микроэлементами, йодом, витаминами, содержат антибактериальные вещества и антикоагулянты. Они содержат сахара, которые не накапливаются в крови и не способствуют развитию диабета.

Из водорослей получают кормовую крупку, которую добавляют в комбикорма. Их используют в качестве удобрений.

Из красных водорослей получают агар, агароид, карриганан, широко используемые в медицине, парфюмерии, пищевой промышленности. Из бурых водорослей альгинаты (соли альговой кислоты), обладающие стабилизирующими свойствами и маннит.

В нашей стране агар получают из анфелиции, произрастающей на Дальнем Востоке и в Белом море, а также из фуцеллярии Балтийского моря и филлофоры

Черного моря. Из ламинариевых и фукусовых водорослей Белого моря получают альгинат, манит, кормовую крупку. Ламинарию японскую (морскую капусту) используют в пищу.

В настоящее время 80% добываемых водорослей выращивают искусственно.

Основные объекты выращивания: бурые водоросли – ламинария, ундария, костария, макроцистис; красные водоросли – порфира, эухема, грацилярия, хипнея; зеленые водоросли – энтероморфа и ульва.

Методы выращивания: использование в качестве субстрата камней и скал на дне моря, на искусственно созданных рифах, на искусственном субстрате в толще воды, на мягком грунте лагун, прудов и других закрытых водоемах, в специальных искусственных бассейнах, емкостях с регулируемыми условиями. Наиболее широко распространено выращивание водорослей на искусственном субстрате в толще воды (бурые, красные, зеленые водоросли).

На мягком грунте лагун и в закрытых водоемах выращивают багрянки и неприкрепленные формы грацилярии. В искусственных емкостях с регулируемыми условиями выращивают агароносы: эухему, грацилярию, хипнею, в монокультуре так и в поликультуре. Этот способ требует наибольших затрат.

Большое значение имеет способ выращивания водорослей на искусственно созданных рифах.

Преимущества марикультуры водорослей:

- выращивание в удобных для эксплуатации и выгодных с экономической точки зрения районах;
- урожай выше, чем в естественных зарослях;
- возможность селекционно-генетической работы, применение ростовых веществ;

- возможность выращивать водоросли за пределами их естественного ареала.

**Бурые водоросли.** Растут в морях умеренных широт, образуют плотные заросли от литорали до глубины 30-50 м. Высота от нескольких см до 60 м. Биомасса в естественных зарослях от 2-10 кг/м<sup>2</sup> до 100 кг/м<sup>2</sup>. Размножаются бесполом и половым способом, реже – вегетативно. Питание происходит всей поверхностью слоевища.

***Процесс выращивания ламинариевых водорослей*** состоит из нескольких этапов:

- подбор места для размещения хозяйства;
- установка каркаса конструкции плантации;
- подготовка посадочно-выростных субстратов;
- заготовка маточных слоевищ;
- стимулирование единовременного массового выхода зооспор из маточных слоевищ подсушиванием;
- посев спор на посадочно-выростные субстраты (оспоривание);
- перенос субстратов с осевшими эмбриоспорами в море или в специальные емкости с регулируемыми условиями;
- выращивание микроскопических стадий в регулируемых условиях (температура, освещенность, аэрация, питание);
- выращивание водорослей на всех стадиях развития в море.

При этом необходимо проводить работы по сохранению конструкции в рабочем состоянии, удалению обрастаний, прореживанию, пересадке рассады. В завершение – снятие урожая, хранение и доставка сырья потребителю.

Район размещения хозяйства должен иметь благоприятный гидрологический и гидрохимический

режимы, быть защищен от ветров и волнения, в воде должны отсутствовать загрязнения, должен быть хороший водообмен; вода должна быть прозрачной, соленой. Необходимо учитывать наличие значительных акваторий моря с глубинами 10-50 м, мест для размещения береговой базы и стоянки судов, песчаных грунтов с небольшим количеством камней.

Для выращивания ламинариевых водорослей применяют штормоустойчивые конструкции. Каркас носителя, на который крепят субстраты, состоит из горизонтально натянутого основного несущего каната длиной 50-120 м и диаметром 60 мм. Натяжение обеспечивается оттяжками, которые крепят к якорям из бетона массой 1,5-2,0 т. Горизонтальный канат поддерживается наплавами.

В качестве субстратов используются капроновые веревки длиной 5 м и т. д. Перед использованием субстраты вымачивают в морской воде 10-14 суток для удаления вредных веществ. Затем субстраты высушивают для удаления спор и личинок морских организмов, осевших при вымачивании. К нижнему концу привязывают груз 0,3-0,5 кг. Общее число выростных субстратов на 1 га – 1-3 тыс. Размещают выростные субстраты на горизонтальном канате на расстоянии 0,5-2,0 м друг от друга.

Маточные слоевища лучшего качества (цельные, крупные, без повреждений) обмывают морской водой и подсушивают. Субстраты оспаривают в специальных бассейнах. Существует 3 способа оспаривания:

**Первый.** Подсушенные в течение 6-12 часов (развешенные под навесом) слоевища и посадочно-выростные субстраты слоями укладывают в емкости, заливают фильтрованной морской водой и оставляют на сутки.

**Второй.** Подсушенные слоевища помещают в емкости, заливают фильтрованной, стерилизованной нагреванием до 70°C и охлажденной морской водой на 4-5 часов. Затем слоевища вынимают, суспензию спор фильтруют через двойной слой марли или мелкий мельничный газ. Посадочно-выростные субстраты погружают в суспензию зооспор и разбавлением стерильной морской водой доводят их концентрацию до 5-10 шт. в поле зрения микроскопа при увеличении в 100 раз.

**Третий.** Подсушенные в течение 1-4 часов слоевища, переложённые бумагой, свернутые в рулон и оставленные на сутки, погружают в стерильную морскую воду на 30-60 минут. Полученную суспензию зооспор фильтруют через двойной слой марли или мелкий мельничный газ. Затем ее перемешивают, разводят до концентрации 5-10 шт. в поле зрения микроскопа при увеличении в 100 раз. Потом в суспензию погружают субстраты.

Оседание зооспор, превращение их в эмбриоспоры, закрепление на субстрате длится 1,0-1,5 суток, после чего субстраты переносят в море.

Спорофитов длиной 30-70 см с развитыми ризоидами (органы прикрепления) пересаживают на капроновый сеточник – веревку диаметром 1-12 мм. 1 га рассадного участка обеспечивает 4-5 га плантации. Пучки рассады вставляют между прядями веревки через каждые 10 см. Рассаду выращивают не только в море, но и в специальных помещениях. В баки вместимостью 100 л заливают стерильную морскую воду, помещают субстраты с осевшими зооспорами (рамки с нитями). Баки устанавливают в бассейнах с циркулирующей водой заданной температуры. Для уменьшения испарения воды баки сверху закрывают прозрачной пленкой.

Необходимо контролировать развитие микроводорослей и бактерий, при необходимости менять воду в баках. Воду интенсивно аэрируют, в баки подают питательный раствор солей азота, фосфора, микроэлементы.

После появления на нитях видимой глазом рассады (1-3 мм), ее адаптируют к условиям моря – снижают концентрацию питательных веществ и приближают температуру воды в баках к температуре морской воды. Рамки с рассадой переносят в море. После адаптации проводят пересадку (утром, вечером, в пасмурные дни).

Товарную продукцию ламинарии получают на первом – втором году выращивания. Сбор – в середине лета. Потом водоросли сушат и укладывают в тюки.

На ламинариевых водорослях развиваются обрастания. Они сильно обрастают гидроидами. Большой вред наносит брюхоногий моллюск эферия. Зарегистрированы заболевания, вызванные микроорганизмами и грибом. Профилактика – своевременное прореживание посадок и регулирование глубины выращивания.

Физиологические заболевания. Позеленение листовых пластин – при высоком содержании органики, плохом водообмене. Растения надо поднять к поверхности и очистить от ила. Побледнение листовых пластин – сильное освещение и недостаток питательных веществ. Необходимо опустить растения на глубину и удалить пораженные части. Гниение с образованием белых пятен у верхних слоевищ. Растения переносят в открытое море с лучшим водообменом.

**Ламинария японская.** Выращивают на плантациях в Японском море. Продолжительность жизни – 2 года. Выращивают в двухгодичном или одногодичном цикле. При одногодичном цикле способные к раннему

спорообразованию растения выращивают в специальном режиме с освещением и подкормкой солями азота и фосфора. При одногодичном цикле производительность хозяйства значительно возрастает.

***Ламинария сахаристая*** произрастает в Белом и Баренцевом морях. Быстро растет, достигает 2-3 м длины, имеет короткий жизненный цикл. Соленость 24-35 промилле. Растет от нижней литорали до 10-15 м, в бухтах и заливах, защищенных от волн, что облегчает работу и снижает затраты на создание штормоустойчивых установок. Биомасса 1-15 кг/м<sup>2</sup>. Необходим хороший водообмен. Выращивают в течение 2 лет тем же способом, что и ламинарию японскую.

***Костария ребристая*** – перспективный вид аквакультуры на Дальнем Востоке. Растет на твердых грунтах, раковинах, других водорослях на глубине 0,2 – 20 м. На плантациях, где выращивают ламинарию японскую, костария рассматривается как сорняк. Это однолетнее растение активно растет с января по апрель, достигая максимальных размеров в середине лета. Средняя масса слоевищ 240 г, длина – 150-160 см. Костарию выращивают по той же схеме, что и ламинарию. Урожайность 60-70 т/га.

***Ундария перисто-надрезанная*** – относительно холодолюбивая водоросль, у южного побережья острова Хонсю ее выращивают зимой при температуре ниже 22°C. Культивируют на камнях и специальных блоках, на веревках. В первом случае, там, где есть естественные заросли ундарии, к камням и специальным бетонным блокам, опущенным на дно, прикрепляются зооспоры. Обросшие ундарией блоки переносят на новые места для создания дополнительных зарослей. Метод выращивания на веревках сходен с методом выращивания ламинарии. Урожай собирают ранней весной.

***Макроцистис перифера*** произрастает в Северном полушарии от южного побережья Аляски до Калифорнии. Растет на скалистых и каменистых грунтах на глубине 20-30 м. Наиболее крупное растение среди морских водорослей – длина 60 м, темп роста – 0,6 м в сутки. Растение многолетнее, но ветви с листовидными пластинами однолетние. При культивировании рассаду укрепляют на сетке из искусственных волокон и погружают на глубину 12-24 м. Для обогащения поверхностных вод биогенными элементами и ускорения роста желательно поднимать глубинные, обогащенные питательными веществами воды в верхние горизонты. Урожайность 300 – 500 т в год.

**Красные водоросли (багрянки).** Широко распространены во всех морях от зоны прилива и отлива до глубины 50-100 м. Размеры от нескольких см до 2 м. размножаются вегетативно, половым и бесполом способами.

***Порфира.*** Занимает одно из первых мест среди красных водорослей по объему выращивания. Содержит 40% белка, витамины, микроэлементы. В Японии выращивают на субстрате – синтетические сети, натянутые на бамбуковые рамы. Рамы крепят на вбитые в дно шесты, так чтобы в прилив они затоплялись, а в отлив обсыхали, или сооружают плавающие или полуплавающие установки.

Для сбора посадочного материала в естественных зарослях устанавливаются коллекторы (раковины моллюсков, виниловые пленки, покрытые кальциевыми гранулами). На коллекторы оседают карпоспоры (январь – апрель). Коллекторы переносят в бассейны с фильтрованной стерилизованной морской водой. Для ускорения роста добавляют соли азота, фосфора, микроэлементы. В бассейнах выращивают с зимы до

сентября. В сентябре коллекторы переносят в море или в специальные бассейны при температуре 21-22°C. Вырастает так называемый конхоцелис. Производятся конхоспоры.

В море или в бассейны помещают сети, вымоченные в морской воде. На них оседают конхоспоры. После закрепления конхоспор растения выращивают в море до товарной массы. Слоевища товарной порфиры растут при температуре 17-20°C, пониженной солености и высоком содержании питательных веществ, т. е. в устьях рек. Первый урожай снимают через 50-60 суток. За период с ноября по март собирают 2-4 урожая.

Сети с проростками можно упаковать в полиэтиленовые мешки, заморозить при температуре -20 - -25°C и выставлять в море по мере необходимости.

Урожай собирают с помощью стригущих механизмов или вакуумного насоса.

**Болезни.** Красная гниль – грибковое заболевание, передается через споры при температуре 24-28°C, пониженной солености и густых посадках. Поражает товарные слоевища. На листовых пластинах образуются пятна со светло-желтой серединой. Лечение – слоевища обрабатывают аминокислотами (гистидин, метионин, тирозин) в течение 12-23 часов.

«Желтая пятнистость» поражает конхоцелис. Заболевание вызывается высоким содержанием органики, выделяемой слоевищем порфиры, прогрессирует в щелочной среде.

Ведутся работы по селекции, изучению болезней, по выращиванию в искусственных условиях в течение круглого года.

**Грациллярия** используется для получения агара. Известно 5 видов. В нашей стране промысловых скоплений не образует. Жизненный цикл 4-5 месяцев.

Обладает высоким темпом роста, эвригалинна (5-35 промилле), эвритермна (8-30°C), произрастает на глубинах 0,5 – 4 м даже в загрязненных водах. Способна образовывать полиплоиды, что ценно для селекционной работы.

Две формы грациллярии: **прикрепленная** (Японское море) и **неприкрепленная** (Черное море). Неприкрепленная форма обычно стерильна и размножается вегетативно. Неприкрепленную форму грациллярии культивируют 3 способами: на дне мелководных, хорошо прогреваемых лагун и искусственных прудов; на сетях и веревках в толще воды; в специальных емкостях при регулируемых условиях.

В прудах и лагунах соленость 25 промилле, температура воды 20-25°C. В прудах воду необходимо менять. Для борьбы с обрастаниями можно использовать некоторые виды рыб. Грациллярию можно выращивать в монокультуре или в поликультуре с крабами и креветками. Урожайность 3-10 т/га.

При выращивании в емкостях при регулируемых условиях урожайность до 24 т/га в год.

В Черном море на веревочных субстратах грациллярия растет круглогодично. В Японском море сложно получить посадочный материал, так как естественные заросли малочисленны.

**Анфельция** – многолетняя водоросль, живет 7-10 лет. Длина слоевища 7-25 см. В России встречаются прикрепленная (Белое море) и неприкрепленная формы (Дальний Восток).

Неприкрепленная форма образует пласт на песчано-илистых грунтах в заливе Петра Великого (Японское море), в районе острова Сахалин и Южно-Курильских островов на глубине 2-38 м. Размножение вегетативное.

Прикрепленная форма прикрепляется к твердым грунтам на глубине 1-5 м с помощью подошвы. Размножение вегетативное и моноспорами.

При выращивании в море неприкрепленной формы анфельдии ее подсеивают на участки пласта, истощенного промыслом, или создают новый пласт.

**Эухема** – культивируется на Филиппинах. Ферма располагают среди рифов, на мелководьях, защищенных от штормов, но с хорошим водообменом. Эухему выращивают на нейлоновых сетях, на 1 га – 800 сетей, 100 тыс. пучков растений. В процессе ухода удаляют обрастания и вредителей – морского ежа. Сбор урожая – через 2 месяца. Собирают 4 урожая в год общей массой 13 т/га.

Другой вид эухемы в США выращивают в бассейнах.

В Балтийском море ведутся работы по разведению агароносной водоросли фуцеллярии на искусственных рифах и твердых субстратах. В Японии разводят водоросли глейоплетис.

**Зеленые водоросли.** Содержат в хлоропластах только хлорофилл. Широко распространены во всех морях и океанах до глубины 20-30 м. Размеры от нескольких см до 1 м и более. Размножение вегетативное, бесполое и половое.

Разводят преимущественно в странах Юго-Восточной Азии и используют в пищу как источник белка. Используют также в качестве удобрений и для очистки сточных вод, в том числе и от тяжелых металлов. Объекты культивирования – *монострома*, *ульва*, *энтероморфа*, *каулерпа*, *кладофора* и др.

При культивировании используют сети, устанавливаемые в литоральной зоне и на мелководных участках морей.

Зеленые водоросли выращивают самостоятельно или совместно с порфирой. В год снимают 3 урожая.

### **Вопросы**

1. Опишите основные этапы бурых водорослей.
2. Опишите основные этапы культивирования красных водорослей.
3. Опишите особенности культивирования зеленых водорослей.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. **Козлов, В. И.** Аквакультура. Учебник для вузов / В. И. Козлов, А.Л. Никифоров, А. Л. Бородин. - М.: КолосС, 2006. – 446 с.

2. **Моисеев, Н. А.** Морская аквакультура Учебник для вузов / Н. А. Моисеев, А. Ф. Корневич, О. Д. Романович - М.: Агропромиздат, 1987. – 116 с.

3. **Пономарев, С. В.** Аквакультура. Учебник для вузов / С. В. Пономарев, Ю. М. Баканева, Ю. В. Федоровых. - СПб.: Лань, 2017. – 440 с.

Подписано к печати 12.02.18 г.  
Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. П. л. 5,75. Тираж 50. Заказ 28

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных оригиналов  
в типографии Санкт-Петербургского государственного аграрного  
университета  
г. Пушкин, Академический пр., д. 31

