

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Водные биоресурсы и марикультура»

Булли Л.И.

Специальная марикультура

Практикум
к практическим занятиям, по самостоятельной работе
и по выполнению контрольной работы
для студентов направления подготовки 35.03.08
«Водные биоресурсы и аквакультура»
очной и заочной форм обучения

Керчь, 2019

УДК 639.321/6

Составитель: Булли Л.И., к.б.н., доцент кафедры «Водные биоресурсы и
марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ» _____


подпись

Рецензент: Губанов Е П., д-р биол. наук., профессор кафедры «Водные
биоресурсы и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ» _____


подпись

Практикум к практическим занятиям, по самостоятельной работе и по
выполнению контрольной работы для студентов направления подготовки
35.03.08 рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Водные биоресурсы и
марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»,
протокол № 10 от 13.06 2019 г.

Зав. кафедрой _____ А. В. Кулиш


подпись

Практикум к практическим занятиям, по самостоятельной работе и по
выполнению контрольной работы для студентов направления подготовки
35.03.08 утвержден и рекомендован к публикации на заседании методической
комиссии ТФ ФГБОУ ВО «КГМТУ»,
протокол № 10 от 02.04 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.....	9
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1.....	10
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.....	15
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.....	22
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.....	26
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.....	29
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6.....	33
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7.....	36
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8.....	40
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9.....	44
Задания по выполнению контрольной работы.....	58
Теоретические вопросы для выполнения контрольной работы.....	59
Список использованной и рекомендуемой литературы.....	61

ВВЕДЕНИЕ

Практикум составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины «Специальная марикультура».

Целью практических занятий является закрепление знаний, полученных в ходе усвоения лекционного материала. Во время практических занятий студенты имеют возможность обсудить основные положения темы.

Задачи проведения практических занятий по дисциплине «Специальная марикультура»: углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции в обобщенной форме, содействовать выработке навыков профессиональной деятельности, развивать научное мышление и речь.

Практикум содержит сведения о биологии и современных технологиях выращивания гидробионтов – традиционных и перспективных объектов марикультуры. Рассматриваются в основном новейшие биотехнологии воспроизводства гидробионтов.

В процессе обучения студент должен усвоить комплекс знаний в области биотехнологий искусственного воспроизводства и товарного выращивания ценных видов морских гидробионтов перспективных объектов марикультуры Азово-Черноморского бассейна.

В результате изучения материалов по дисциплине на практических занятиях

студент должен знать:

- биологические особенности и важнейшие виды культивируемых морских организмов;
- технологические процессы их разведения и выращивания, влияние этих процессов на окружающую среду;
- типы морских товарных хозяйств.

студент должен уметь:

- применять на практике полученные знания по разведению и выращиванию различных видов морских гидробионтов.

студент должен владеть:

- методиками разведения морских гидробионтов;
- методиками выращивания морских гидробионтов.

Степень усвоения учебного материала оценивается при проведении практических занятий, на которых студенты должны грамотно излагать основные теоретические положения изучаемого материала. Демонстрировать умение использовать теоретические знания применительно к конкретным условиям.

Творческое проблемно-ориентированное практическое занятие направлено на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала студентов и заключается в анализе материалов по заданным темам биотехнологий культивирования гидробионтов.

Критерии оценки: Результаты контроля оцениваются по четырехбалльной шкале за каждое практическое занятие.

Оценка «отлично» ставится:

1. Выполнены все требования к написанию и защите практического занятия:

- обозначена проблема и обоснована её актуальность;
- сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция;
- сформулированы выводы;
- выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению.

2. Студент в полном объёме ответил на все вопросы самоконтроля, предусмотренные данным Практикумом, демонстрирует полное понимание проблемы;

Оценка «хорошо» ставится:

1. Мелкие замечания по оформлению практического занятия;

- неточности в изложении материала;
- отсутствует логическая последовательность в суждениях;
- не выдержан объём работы;
- имеются упущения в оформлении;
- неполные выводы.

2. На дополнительные вопросы при защите практического занятия даны неполные ответы;

3. Студент демонстрирует значительное понимание проблемы, ответил на все вопросы самоконтроля с незначительными неточностями;

Оценка «удовлетворительно» ставится:

1. Требования к практическому занятию выполнены не полностью:

- тема освещена лишь частично;
- допущены фактические ошибки в содержании работы;
- отсутствуют выводы.

2. Затруднения в изложении, аргументировании, в ответах на вопросы по теме занятия;

3. Студент демонстрирует частичное понимание проблемы, ответил на большинство вопросов самоконтроля, но допустил неточности.

Оценка «неудовлетворительно» ставится:

1. Требования к практическому занятию соблюдены не полностью:

- допущены фактические ошибки в содержании работы, отсутствуют выводы;
- не выдержан объём и не соблюдены требования к оформлению практического занятия;

2. Затруднения в изложении, отсутствие аргументации, неумение продемонстрировать знания по содержанию, проблеме своей работы, отсутствие ответов на вопросы самоконтроля предусмотренные Практикумом.

Подготовка к практическим занятиям состоит в следующем:

1. внимательное прочтение лекций по теме данного практического занятия, ознакомление с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям;

2. усвоение основных терминов;

3. подготовка ответов на контрольные вопросы по теме занятия, готовность дать развернутый ответ на каждый из вопросов;

4. уяснение, какие учебные элементы остались для вас неясными, чтобы получить на них ответ заранее (до практического занятия) во время текущих консультаций преподавателя;

5. готовиться можно индивидуально, парами или в составе малой группы, последние являются эффективными формами работы;

6. рабочая программа дисциплины в части целей, перечня знаний и умений, терминов и учебных вопросов может быть использована в качестве ориентира в организации обучения.

В результате выполнения практических заданий студенты получают навыки использования специальной биологической и рыбоводной литературы, осмысления проблемных ситуаций и формулировки выводов в результате дискуссии.

В самостоятельной работе предусмотрено решение ситуационных (профессиональных) задач, а также использование методов самостоятельной поисковой и исследовательской деятельности при выполнении заданий.

Для активизации учебно-познавательной деятельности студентов при изучении дисциплины организуется самостоятельная работа. Целями самостоятельной работы студентов являются:

- научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию;

- закрепление, расширение и углубление знаний, умений и навыков, полученных студентами на аудиторных занятиях под руководством преподавателей;

- изучение студентами дополнительных материалов по изучаемой дисциплине и умение выбирать необходимый материал из различных источников;

- воспитание у студентов самостоятельности, организованности, самодисциплины, творческой активности, потребности развития познавательных способностей и упорства в достижении поставленных целей.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, практических занятиях, при выполнении контрольных работ.

2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.

3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении студентом учебных и творческих задач, в том числе для студентов заочной формы обучения по выполнению контрольных работ.

Учебным планом для заочной формы обучения предусмотрено выполнение одной контрольной работы по данной дисциплине, которая включает в себя:

1. Теоретическую часть:

а. Изложение теоретических вопросов (5-10 страниц по каждому вопросу). На теоретические вопросы дается полный развернутый ответ на основе изучения совокупности литературных источников, ссылки на которые в тексте контрольной работы обязательны (в квадратных скобках в виде номера из списка использованной литературы).

б. Краткое изложение понятий (не более 0,5 страницы по каждому понятию);

2. Список использованной литературы (не менее 7 источников), который обязательно представляется в конце работы.

Выполнение контрольной работы следует начинать после изучения конспекта лекций по дисциплине «Специальная марикультура». При возникновении вопросов следует обратиться за консультацией.

Контрольная работа выполняется на стандартных листах формата А4 машинописным (компьютерным) способом. Сдается на кафедру «Водные биоресурсы и марикультура» в сшитом виде (например, в скоросшивателе) не позднее, чем за 2 недели до начала сессии.

При оформлении контрольной работы необходимо изучить требования Положения о порядке оформления студенческих работ ФГБОУ ВО «КГМТУ» (дата утверждения 14.12.2018).

Контрольная работа включает четыре вопроса, свой вариант студент определяет по таблице вариантов, прилагаемой к контрольной работе. Номер варианта определяют по последним двум цифрам шифра зачетной книжки студента. На пересечении цифр в прямоугольнике приводятся номера вопросов к заданию. Если шифр представлен целыми сотнями, то студент выполняет вариант 00.

Таблица вариантов заданий контрольной работы представлена на странице 79.

При проверке контрольной работы особое внимание будет обращено на:

- полноту ответа на теоретические вопросы, демонстрирующую степень усвоения теоретических основ дисциплины;

- умение применять теоретические основы дисциплины в практических ситуациях;

- стиль изложения и оформление работы (структура, общий вид).

Критерии допуска к защите контрольной работе студентов заочной формы обучения:

1. *допущена к защите*, если теоретические вопросы изложены достаточно полно, а также выполнена практическая часть без существенных замечаний;

2. *допущена к защите условно*, если в теоретической или практической частях работы выявлены недостатки, которые требуют доработки (в этом случае на отдельных листах выполняются доработки и вшиваются в начало работы после титульного листа);

3. *не допущена к защите*, если выполнен не тот вариант или имеются существенные замечания к его содержанию (в этом случае работа выполняется повторно с учетом изложенных преподавателем письменных замечаний и на защиту контрольной работы представляются оба ее варианта).

Защита контрольной работы осуществляется в согласованное с группой или определяемое индивидуально время в виде беседы по вопросам и расчетам, изложенным в контрольной работе.

Критерии формирования оценок на защите контрольной работы:

- «зачтено» - контрольная работа выполнена самостоятельно, соответствует содержанию темы, информативна, обоснован выбор литературных источников, материал изложен логично, аргументированно, объективно, студент может пояснить ход решения задач;

- «не зачтено» - студент не владеет материалом контрольной работы, не может пояснить ход выполнения практической части и ответить на теоретические вопросы.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№	Наименование темы
1	Практическое занятие № 1 «Морское рыбоводство в Азово-Черноморском бассейне. Культивирование кефалей в Азово-Черноморском бассейне»
2	Практическое занятие № 2: «Биотехника искусственного воспроизводства черноморской камбалы-калкана и глоссы»
3	Практическое занятие №3 «Особенности культивирования лососей в условиях Азово-Черноморского бассейна»
4	Практическое занятие №4 «Искусственное воспроизводство и выращивание мидий»
5	Практическое занятие №5 «Искусственное воспроизводство и выращивание устриц»
6	Практическое занятие № 6 « Перспективы культивирования моллюсков - аутоакклиматизантов в Азово- Черноморском бассейне»
7	Практическое занятие № 7 «Искусственное воспроизводство креветок»
8	Практическое занятие № 8 «Искусственное воспроизводство морских трав и макрофитов»
9	Практическое занятие № 9 «Культивирование живых кормов для объектов марикультуры»
10	Практическое занятие № 10 Защита рефератов по темам курса

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

МОРСКОЕ РЫБОВОДСТВО В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ БАССЕЙНЕ. РАЗВЕДЕНИЕ КЕФАЛЕЙ

Целью данного занятия является изучение истории и перспектив морского рыбоводства в Азово-Черноморском бассейне, освоение биотехники искусственного воспроизводства кефалей.

Рабочее задание:

1. Внимательно прочитайте лекцию по теме практического занятия, ознакомьтесь с основными задачами морского рыбоводства в Азово-Черноморском бассейне.
2. Изучите особенности нерестовых миграций лобана, сингиля и пиленгаса и способы отбора производителей из нерестовых косяков.
3. Изучите биотехнику искусственного воспроизводства кефалей, составьте блок – схемы методов искусственного воспроизводства кефалей с указанием всех технологических звеньев, зарисуйте схемы отдельных этапов биотехники.
4. Изучите методику получения зрелых половых продуктов отдельных видов кефалей с помощью гормональных препаратов и регулирования факторов среды.
5. Изучите особенности выращивания личинок отдельных видов кефалей до жизнестойких стадий.
6. Оформите отчет о проделанной работе в соответствии с пунктами рабочего задания.
7. Составьте конспекты ответов на контрольные вопросы.

Теоретическая часть

В течение последних десятилетий в мировом океане произошло значительное снижение запасов ценных видов рыб. Разбалансировка морских экосистем из-за перелома традиционных промысловых видов, увеличение доли малоценных рыб в общем объеме промысла, ухудшение условий естественного размножения указывают на необходимость расширенного воспроизводства биологических ресурсов. В этих условиях восстановление и увеличение рыбопродуктивности водоемов становится возможным в первую очередь за счет марикультуры.

С конца 50-х годов в Азово-Черноморском бассейне, также произошло значительное снижение запасов ценных видов рыб. Усилившееся антропогенное воздействие на экосистему Черного и Азовского морей, загрязнение вод шельфа привели к ухудшению условий естественного воспроизводства и снижению вылова многих видов.

Одним из наиболее перспективных объектов морского рыбоводства на юге СССР являются кефали. Они издавна считались не только ценными объектами морского промысла, но и широко культивировались в лиманных хозяйствах Черного моря. Однако депрессивное состояние популяций черноморских кефалей, наблюдавшееся в течение нескольких десятилетий, значительно сократило объемы промысла.

Кефали издавна служили не только объектами морского промысла, но и культивировались в лиманных хозяйствах Черного моря, которые в отдельные годы давали около 1,0 тыс. тонн ценной продукции [24-27]. К началу 60-х годов рыбопродуктивность лиманных хозяйств, во многом зависящих от численности и эффективности нереста естественных популяций кефалей в море, заметно снизилась – со 100 до 5-15 кг/га [10-12].

В связи с этим, перед рыбохозяйственной наукой встала важная проблема – разработать комплекс мероприятий по восстановлению численности естественных популяций этих рыб и повышению рыбопродуктивности лиманного кефалеводства. В их число входили научно-исследовательские и практические работы по разработке основ

биотехнологии искусственного воспроизводства кефалей, а также вселение в Азово-Черноморский бассейн дальневосточной кефали – пиленгаса.

Начиная с 70-х годов, институтами ВНИРО, ЮгНИРО, АзНИРХ, разрабатывается комплекс мероприятий, направленных на повышение численности ценных видов рыб, в первую очередь, кефалевых и камбаловых. Была принята многоплановая программа по восполнению запасов ценных видов рыб. Это послужило началом работ по искусственному воспроизводству черноморских кефалей и акклиматизации дальневосточной кефали пиленгаса. В ходе этих работ были детально исследованы биология видов, гаметогенез, дано биологическое обоснование на строительство рыбопитомников, разработаны методы разведения черноморской кефали лобана (1986 г.). Позднее в ЮгНИРО разработана биотехника промышленного разведения сингиля и дальневосточного интродуцента – пиленгаса.

Одновременно велись работы по интродукции и акклиматизации в Азово-Черноморском бассейне стальноголового лосося (*Salmo gairdneri gairdneri Richardson*), полосатого окуня (*Morone saxalis*), веслоноса *Poliodon spathula* и др.

Задачи морского рыбоводства в Азово-Черноморском бассейне, в первую очередь, связаны с освоением прибрежной зоны моря с присущими ей лагунами, лиманами и озерами. Эти задачи сводятся, прежде всего, к освоению методов искусственного разведения морских рыб с целью получения жизнестойкой молоди и последующего ее выпуска в море.

Перспективными направлениями являются:

- товарное выращивание рыб в прибрежной зоне моря в садках с искусственным или естественным кормлением;
- создание вдоль прибрежной зоны моря сети зимовалов, для сохранения в течение зимы большого количества молоди ценных видов рыб, в особенности кефалей;
- интродукция и акклиматизация в прибрежных водах ценных видов рыб, использующих в качестве пищи мелкую малоценную и сорную рыбу, например американского полосатого окуня и стальноголового лосося;
- создание полносистемных прибрежных комплексных хозяйств (рыбопитомников, зимовальников, нагульных и выростных площадей);
- разработка и освоение методов биотехники перевозки из других бассейнов оплодотворенной икры ценных видов рыб, ее доинкубирование и выпуск молоди в лиманы, лагуны;
- разработка и совершенствование методов массового культивирования кормовых организмов для молоди ценных видов рыб.

Большое значение для морского рыбоводства в Черном море имеют кефали лобан *Mugil cephalus* L., сингиль *Liza aurata* Risso, а также дальневосточная кефаль пиленгас *Liza haematocheilus* (Temminck et Schlegel, 1845) = *Mugil soiuy* (Basilewsky), которые благодаря высокой пищевой ценности и вкусовыми свойствами пользуются широким спросом у населения. Кефали-ценные морские рыбы, широко распространенные в умеренных, субтропических и тропических широтах. Питаются кефали детритом, обрастаниями, водорослями, т. е. относятся по характеру питания к рыбам низкого трофического уровня.

Общая схема биотехнологического процесса разведения кефалей состоит из следующих основных этапов:

- а) отлов производителей в преднерестовом состоянии во время нерестовых миграций и формирование ремонтно-маточных стад;
- б) кратковременное выдерживание отобранных производителей в контролируемых (температура и соленость) условиях, для перевода их в состояние, близкое к нерестовому;
- в) гормональное стимулирование созревания рыб и получение зрелых половых продуктов;
- г) отбор половых продуктов, осеменение икры и ее инкубация;
- д) выращивание личинок до жизнестойкой стадии;
- е) выращивание мальков до стадии сеголетка;

ж) выпуск сеголеток пиленгаса в водоемы, организация зимовки сеголеток черноморских видов кефалей, выпуск годовиков в водоемы.

Более детально основные звенья биотехнологии разведения кефалей рассмотрим на примере сингиля.

Для работ по искусственному воспроизводству производителей кефали сингиля отбирают рыб на IV стадии зрелости. Для инъектирования созревания самок можно использовать ацетонированные гипофизы своего вида, сазана, карпа, хориогонин. Ацетонированные гипофизы своего вида вводят дробно с интервалом в 16 ч в дозе 8-14 мг/кг массы тела, Первая инъекция составляет 1/4, а вторая 3/4 от упомянутой дозы. Икру сцеживают для оплодотворения непосредственно в емкость с разведенной спермой, что предотвращает ее загустевание и повышает процент оплодотворения. На инкубацию икру закладывают с плотностью до 8 тыс. шт/л. Выращивание полученных личинок осуществляют в воде с повышенной соленостью 19-20 ‰, обеспечивающей им положительную плавучесть и способствующей повышению темпа роста. Первые дни рекомендуется температура воды 19-20 °С, а после перехода на внешнее питание ее повышают до 22-23 °С. Такой температурный режим также способствует повышению темпа роста и выживаемости личинок. Кормление начинают на 4-5 день, внося одновременно в емкость микроводоросли, инфузорий, коловраток, науплиусов копепод и мелких взрослых копепод. Это создает лучшие условия для питания личинок. Метаморфоз у сингиля заканчивается на 40-45 сутки, после чего их перемещают в зимовальные комплексы.

Лобан и пиленгас. Отловленных производителей лобана содержат в бассейнах при температуре 24-26 °С в проточной воде соленостью 16-17 ‰. Для стимуляции созревания применяют гипофизарные инъекции. Общая эффективная доза для самок лобана составляет 30 мг/кг массы тела свежего гипофиза своего вида. Самок инъектируют внутримышечно в два приема: первый раз 1/3 дозы и через 16 ч 2/3 дозы. После второй инъекции производителей помещают в бассейны объемом 2-3 м³ и к каждой самке подсаживают от 2 до 8 текущих самцов. Созревание самок при температуре 24-26°С продолжается 32-40 ч. Зрелую икру отцеживают.

Общая эффективная доза гипофиза для самок пиленгаса составляет 3-5 мг/кг ацетонированного гипофиза своего вида, 4-12 мг/кг ацетонированного гипофиза сазана, 7-20 мг/кг ацетонированного гипофиза карпа.

Для осеменения икры одной самки используют сперму двух-трех самцов. Осеменение икры проводят в воде соленостью 17-19‰ (лобан), 18-22‰ (пиленгас). Подбирают ту соленость, которая будет обеспечивать положительную плавучесть икры. Инкубация икры проводится при слабом освещении. При температуре 18-21 °С развитие икры пиленгаса происходит в течение 42-60 часов, при температуре 20-23 °С икра лобана развивается 35-49 часов. Критическими в эмбриогенезе являются этапы гастрюляции, и стадия подвижного эмбриона перед вылуплением.

Вылупившихся личинок черноморского лобана, длина которых составляет около 2 мм, помещают в небольшие бассейны вместимостью 2 м³, куда за 1-2 сут. до этого вносят одноклеточные водоросли с таким расчетом, чтобы к моменту посадки личинок плотность водорослей составляла 0,5 - 0,7 млн. клеток в 1 мл воды (метод «зеленой воды»). За счет фотосинтетической деятельности водорослей в бассейне поддерживается насыщение воды кислородом не ниже 70%. На 13-14-е сутки выростные емкости переводят на проточный режим [2].

На внешнее питание личинки переходят на 5-е сутки. С этого момента и до возраста 9-13 сут. личинок кормят коловратками, личинками копепод и моллюсков, затем однодневными науплиями артемии и зоопланктоном, отлавливаемым в прибрежных районах моря. На 30-е сутки личинок можно постепенно переводить на искусственный

корм. Метаморфоз у кефалей наступает обычно на 24-е сутки после выклева. Выживаемость личинок за период метаморфоза составляет примерно 15%.

У личинок пиленгаса метаморфоз заканчивается на 21-23-е сутки. Пересадка личинок в возрасте 10-12 суток в мальковые пруды способствует интенсификации их развития и роста.

Как личинок лобана, так и пиленгаса следует выращивать при переменном солевом режиме. С 11 суток воду постепенно распресняют до солености 15‰. В этих условиях линейно-весовой рост личинок заметно увеличивается.

Выращенную молодь кефали, учитывая характер ее питания, используют в пастбищном рыбоводстве, зарыбляя ею прибрежные участки моря (лиманы, заливы, бухты и др.). Кефаль можно содержать и в прудах, где она может использовать в качестве корма водоросли, обрастания, отмершую растительность, бентос и др. [6].

Выращивание кефалей. Выращивание кефалей в прибрежных солоноватоводных и соленых лагунах и лиманах насчитывает не одну сотню лет и основывается на биологической особенности кефалей заходить в прибрежные мелководные соленые водоемы на нагул. Зашедших весной рыб (молодь), отлавливают осенью с помощью различных приспособлений. Рыбу в лагунах и лиманах, выращивают в Азии (Израиль, Индия, Китай, Япония и др.), в странах Европы (Испания, Франция, Италия, Греция, Албания, Югославии, Турции), в странах Африки (Египет, Тунис, Марокко, Алжир), в странах Причерноморья (Болгарии, Румынии и бывшего СССР).

Соленость воды в лагунах зависит от количества воды поступившей из моря и рек, если последние имеют связь с лагуной. Если связи с морем нет, на хозяйствах делают искусственные каналы, соединяющие лиман и море. Соленость воды в лагунах изменяется в течение сезона от почти пресной или солоноватой весной, до океанической и выше к концу лета, а также от устья до верховья. В связи с этим в лагунах выращивают эвригаллиных морских рыб. Если соленость воды не высока, в поликультуру к морским рыбам добавляют карпа. Рыбопродуктивность лагун, при пастбищном выращивании зависит от количества зашедшей на нагул рыбы и составляет от 3 до 50 кг/га. Однако, там, где выращивание ведется интенсивными методами, рыбопродуктивность лагун достигает величины от 100 до 350 кг/га и более (Италия, Китай).

На территории СССР для лагунного выращивания кефали использовали черноморские лиманы расположенные в Дунайско-Днестровском междуречье, Днестровско – Днепровского междуречья, Молочный лиман Азовского моря. До Второй Мировой войны продуктивность кефалевых хозяйств на лиманах Шаганы, Алибей, Бурнас была от 0,05-6,4 кг/га в среднем не превышала 3 кг/га (соленость 21-35‰. В эти же годы, продуктивность Шаболатского лимана была от 0,7 до 133,0 кг/га, в среднем 31,9 кг/га (соленость воды изменялась от 11,9 до 30,0‰. В послевоенные годы уловы черноморских кефалей в лиманах Одесской области в отдельные годы достигали 600 т (1953) (Бушуев, 2004). В течение восьмидесятых годов прошлого столетия численность кефали в Черном море по различным причинам значительно сократилось, хозяйства остались без посадочного материала и лагунное выращивание кефали на территории бывшего СССР пришло в упадок.

Успешная акклиматизация дальневосточной кефали – пиленгаса и натурализация этого вида в Черном и Азовском морях изменило ситуацию и открыло новые перспективы для кефалевых хозяйств. Высокая ежегодная численность сеголетков в Азовском море и Керченском проливе, впервые отмеченная в 1989 году, биологические возможности этого вида и упадок прудового рыбоводства в Украине и России вследствие экономического спада, привлекли внимание рыбоводов к пиленгасу, как к перспективному объекту для пастбищного выращивания в поликультуре с другими видами рыб. Исследователи отметили высокую численность и высокий темп роста пиленгаса в лиманах Тузловских лиманах и Шаболате, Теллигульском, Сиваше, Утлюкском и Молочном, а также в

лиманах на территории России :Миусском, Азово-Кубанских и Кизилташских лиманах. Во всех этих водоемах темп роста пиленгаса в 2-3 раза выше, чем в нативном водоеме половая зрелость наступает на год-два раньше, чем на Дальнем Востоке. Во всех этих водоемах есть условия для нереста пиленгаса, однако исключительное место в этом отношении занимают Сиваш и Молочный лиман. Так по данным учетной съемки 1992 г в Молочном лимане находилось 9 миллиардов личинок и мальков пиленгаса. К сожалению, большинство авторов публикаций не приводят сведений об уловах рыбы в этих лиманах. Есть данные П.В. Шекка об уловах в Хаджибейском лимане ($S=15-17\%$), где на Палиевском раборазводном участке с1997 по 2003 год в лиман посадили около 40 млн. молоди пиленгаса и за период с 1998 по 2003 гг. в лимане выловили 1016,9 т кефали (Шекк,2003). На созданном в Дофиновском лимане товарнорыбоводном хозяйстве в 2003году выловили 31 т кефали, рыбопродуктивность составила свыше 50 кг/га (Бушуев,2004). В Миусском лимане ($S=0,9-1,87\%$) осенний вылов трехлетков пиленгаса массой 1,2-1,9 кг составил 10 т.

Первые опыты выращивания пиленгаса в прудах разной солености в поликультуре с другими кефальями были проведены в Херсонской области сотрудниками УкрНИРХ в 1971 году. Сеголетков и годовиков пиленгаса перевозили с Дальнего Востока и выращивали в прудах с разной соленостью вместе с черноморскими кефальями. Осенью вес сеголетков увеличился до 193-430г, двухлетки и трехлетки в дальнейшем достигали веса соответственно 691-1167г и 1380-2172 г. Одесским отделением АзЧерНИРО работы по акклиматизации и формированию маточного стада пиленгаса были начаты в 1972 году. Аналогичные работы на Молочном лимане Азовского моря стали проводить сотрудники АзНИИРХ и Бердянского отделения АзНИИРХ с 1978 года Коллективами ЮгНИРО (1993) и Бердянского отделения АзНИИРХ (1990) были разработаны методики получения жизнестойкой молоди пиленгаса.

Вторая волна проявления интереса к пиленгасу, как к объекту рыбоводства, началась после его натурализации в Черном и Азовском морях. Появившуюся в большом количестве молодь, теперь, можно было использовать в качестве посадочного материала. На прудовых хозяйствах Одесской, Херсонской областей и Крыма сотрудниками УкрНИРХ и Херсонского сельскохозяйственного института были проведены работы по выращиванию пиленгаса в опытных, а также выростных и нагульных прудах рыбхозов в поликультуре с карпом и растительноядными рыбами. Аналогичные работы проводят сотрудники КрасНИИРХ в рыбколхозе «За Родину» Краснодарского края, сотрудники АООТ «РосрыбНИИпроект» в прудах Новочеркасского рыбхоза

Пруды Крымского рыбокомбината. Экспериментальные работы проведены в 1993-1996 гг. Пиленгаса выращивали в поликультуре с карпом и рыбами растительноядного комплекса. В прудах разной величины от 0,4-2,0 га до 320 га (нагульный водоем), минерализация воды в которых была 2,6- 3,7 г/л. Плотность посадки годовиков в экспериментальных прудах составила 400, 500 и 1000 шт/га возврат 31,2 - 43,0%. Средняя масса двухлеток увеличилась до 118-165 г (годовики - 8,3 г) в 1993 году и 198-365 г (годовики - 10,2 г) в эксперименте 1994 года. Рыбопродуктивность по пиленгасу в 1993 г составила 29-38 кг/га и в 1994 - 40,4-57,0 кг/га.

Выращивание трехлеток проводили в прудах 0,85 и 1,2 га, а также в нагульном водоеме площадью 320 га. В пруды двухгодовиков поместили плотностью 500 и 1000 шт./га, годовиков в нагульный водоем 94 шт./га . В прудах средняя масса трехлеток достигла 340-477 и 298-505 г, возврат в прудах соответственно составил 54,8-64,4 % и 24,8-30,7 %, а продуктивность 38,8-89,1 и 30,1-75,9 кг/га. В нагульном водоеме после двух лет выращивания средняя масса пиленгаса достигла 860г, возврат 52,1%, продуктивность по пиленгасу - 42,2 кг/га, общая рыбопродуктивность вместе с карпом и толстолобиком составила 233 кг/га.

Исследователи отметили, что показатели роста пиленгаса при выращивании в поликультуре зависят как от плотности посадки пиленгаса, так и общей плотности

посадки рыб. Практически все исследователи отмечают, что при пастбищном выращивании в поликультуре практически нет пищевой конкуренции между пиленгасом и остальными рыбами. Конкурентные отношения возникают между пиленгасом и карпом при интенсивном методе выращивания (Рылов и др., 1998), а также между карпом и остроносом.

Пруды Краснодарского края. Пиленгаса выращивали в нагульных прудах рыбоколхоза «За Родину» в пастбищном режиме в поликультуре с карпом, белым и пестрым толстолобиками. Плотность посадки пиленгаса в разных прудах была от 100 до 500 шт/га. Двухлетки пиленгаса увеличились в весе от 210 до 700 г. Продуктивность по пиленгасу в отдельных прудах составила от 50 до 250 кг/га. Минерализация воды в прудах варьировала от 0,98 до 1,35 г/л (Табл. 4) (Москул, Бершадский, 1994)

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Характеристика акклиматизанта пиленгаса как промыслового объекта в Азово-Черноморском бассейне и объекта марикультуры.
2. Основные этапы биотехнологии искусственного воспроизводства кефалей.
3. Товарное выращивание кефалей.
4. Общая схема и краткое описание питомника по воспроизводству кефалевых рыб.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные задачи стоят перед морским рыбоводством в Азово-Черноморском бассейне?
2. Каковы причины снижения рыбопродуктивности Азово-Черноморских лиманов?
3. Какие меры необходимо принять для развития кефалеводства на бассейне?
4. Формирование маточного стада, бонитировка и отбор производителей пиленгаса для работ по воспроизводству.
5. Как проводится заготовка и ацетонирование гипофизов кефалей.
6. Как проводится отлов и отбор производителей сингиля для получения зрелых половых продуктов.
7. Как проводится получение зрелых половых продуктов сингиля.
8. Биотехника выращивания личинок сингиля.
9. Биотехнологические приемы работы с производителями лобана.
10. Для сеголеток какого вида кефали обязательна зимовка в искусственных условиях. Как она проводится?
11. Инъектирование производителей пиленгаса, отбор половых продуктов, осеменение и инкубация икры.
12. Выращивание личинок лобана и пиленгаса.

Темы рефератов:

1. Кефалевыносливые хозяйства.
2. Важнейшие объекты морского рыбоводства.
3. Типы морских товарных хозяйств.
4. Стимуляция созревания производителей кефалей и осеменение икры.
5. Биотехника выращивания личинок кефали сингиля и зимовка его молоди.

Литература [1, 2, 3, 5, 8, 9, 13, 20]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

БИОТЕХНИКА ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНОМОРСКОЙ КАМБАЛЫ-КАЛКАНА И ГЛОССЫ

Целью данного занятия является изучение биотехники искусственного воспроизводства камбаловых рыб Азово-Черноморского бассейна: черноморской камбалы-калкана, азовского калкана, глоссы.

Рабочее задание:

1. Изучите историю разработки методов искусственного воспроизводства камбаловых рыб: черноморского калкана, его азовского подвида, лиманной и морской форм глоссы.
2. Изучите биологию черноморской камбалы калкан и азовского калкана, историю промысла.
3. Составьте блок – схемы последовательных этапов искусственного воспроизводства камбал с указанием технологических параметров.
4. Изучите особенности заготовки производителей, их содержания в искусственных условиях, получения половых продуктов и выращивания личинок и мальков.
5. Изучите особенности получения половых продуктов и выращивания личинок и мальков в искусственных условиях.
6. Проанализируйте литературу, составьте конспекты статей, оцените современное состояние работ по искусственному воспроизводству камбаловых, и пути их совершенствования.
7. Оформите отчет по практической работе в соответствии с пунктами рабочего задания.
8. Ответьте на контрольные вопросы.

Теоретическая часть

Черноморская камбала-калкан *Scophthalmus (Psetta) maeotica maeotica* (Pallas) и его подвид - азовский калкан *Scophthalmus (Psetta) maeotica torosa* (Rathke) – ценные промысловые виды. Это донные рыбы.

Черноморская камбала-калкан обитает вдоль всего побережья Черного моря на глубинах от 10-20 до 100-140 метров. Живет до 12-16 лет, отличается высокой плодовитостью от 1,2 до 14 млн. икринок. Нерестится с конца марта до второй половины июня на глубинах 10-60 метров, при температуре воды 8-12°C. Икра пелагическая.

В Черном море камбала-калкан достигает длины до 1 метра и массы до 15 килограмм. Это хищная рыба, питающаяся в основном рыбой (75%), ракообразными (24%) и моллюсками (1%).

В результате интенсивного промысла и ухудшения экологической ситуации произошло сокращение запасов камбалы-калкан более чем в десять раз.

Одновременно с мерами по ограничению влияния промысла на камбал-калкан, в АзЧерНИРО (ЮгНИРО) с 1964 года, а позднее и в других институтах (ВНИРО, Грузинское отделение ВНИРО, ИнБЮМ) были начаты исследования по разработке биологических основ их искусственного разведения. Работы проводились, с целью разработки биотехники получения промышленных количеств жизнестойкой молоди для восстановления и пополнения естественных популяций и обеспечения рыбопосадочным материалом марихозяйств для контролируемого товарного выращивания.

В процессе многолетних натуральных и экспериментальных исследований решался комплекс проблем, которые условно можно разделить на две группы задач. Первая группа задач связана с обеспечением рыбоводного процесса необходимым количеством и качеством производителей: методы отлова, доставки и содержания в искусственных условиях, оценка их физиологического состояния и степени готовности к нересту,

разработка методов гормональной стимуляции созревания и нереста и другие; и задачи, связанные с получением половых продуктов и выращиванием жизнестойкой молоди, методы получения икры, осеменения, определение значений абиотических факторов среды, соответствующих разным этапам раннего онтогенеза, создание технических средств для инкубации икры и выращивания личинок, подбор кормовых организмов, определение их пищевой ценности, разработка рационов для разновозрастных личинок и мальков и др. Все это позволило в 2012 году (на ИИБ ЮгНИРО) перейти к получению жизнестойкой молоди калкана в промышленных масштабах.

Азовская камбала-калкан встречается в море почти по всей акватории, кроме приустьевых зон рек. Ведет придонный образ жизни, часто закапывается в грунт. Плотные промысловые скопления образует весной и осенью, когда подходит в прибрежье на откорм. Зимует азовский калкан в центральной части Азовского моря и в других районах, где сохраняется положительная температура воды [2, 15]. Начало кормовых и зимовальных миграций зависит от температуры воды, нерестовых – от состояния гонад. При весеннем прогреве воды до 3 °С начинаются миграции калкана в прибрежные районы. Здесь он питается тюлькой, бычками, молодью рыб, крабов, креветок и др.

В настоящий период естественная популяция азовского калкана находится в депрессивном состоянии. Промысловые запасы этого ценного вида рыб устойчиво снижаются, главным образом, из-за неудовлетворительных природных условий воспроизводства (в первую очередь – низкая соленость Азовского моря). Общая численность азовского калкана по результатам учетных траловых работ, проведенных специалистами НИАМ в 2011 г., составила 767 тыс. экз. общей биомассой 272 т [1]. По их мнению, существующие природные условия в Азовском море едва ли позволят ожидать роста запаса калкана в ближайшие годы.

О депрессивном состоянии естественных популяций азовского калкана свидетельствуют статистические данные ЮгНИРО. Уловы азовского калкана в 1976 году достигали 1841 тонн. В последующие годы уловы постепенно снижались: до 500 т в 1990 г., затем до 75 т в 1997 г. и до 25 т – в 1998 г. В течение последних лет отмечается катастрофическое снижение запасов и соответственно уловов. В 2011 г. уловы азовского калкана составили 3 т 635 кг, а в 2012 г. всего 831 кг.

Все предпринимаемые меры регулирования численности камбал оказались не действенными, поскольку контроль за их соблюдением малоэффективен. В сложившейся ситуации актуальным является решение проблемы получения жизнестойкой молоди камбалы для пополнения запасов естественных популяций и товарного выращивания. Работы по искусственному воспроизводству азовского калкана были начаты в 1980-х годах сотрудниками АзНИИРХа и его отделения в Бердянске. В ЮгНИРО к этим работам приступили в 1998 г. На основании данных, полученных в ходе исследований, была разработана биотехнология искусственного разведения.

Камбала-калкан *Scophthalmus (Psetta) maeotica Pallas*. Одновременно с мерами по ограничению влияния промысла на камбал, в АзЧЕРНИРО (ЮгНИРО) с 1964 года, а позднее и в других институтах (ВНИРО, Грузинское отделение ВНИРО, ИнБЮМ) были начаты исследования по разработке биологических основ искусственного разведения камбалы.

Целью этих исследований являлось разработка биотехнологии получения в промышленных количествах жизнестойкой молоди для восстановления и пополнения естественных популяций и обеспечения рыбопосадочным материалом марихозяйств для контролируемого товарного выращивания.

Общая схема биотехнического процесса искусственного воспроизводства черноморского калкана и азовского подвида включает следующие основные этапы:

- заготовка и преднерестовое содержание производителей;
- получение зрелых половых продуктов и осеменение икры;
- инкубация икры;

– выдерживание предличинок и подращивание личинок до окончания метаморфоза;

– выращивание сеголеток;

– культивирование микроводорослей и живых кормов;

– выпуск молоди в естественные водоемы;

В ходе проведенных работ было установлено, что производителей калкана для рыбободных целей целесообразно заготавливать с 20.04 по 10-12.05.

После краткосрочной акклимации начинается процесс бонитировки, который заключается в дифференцировании рыб по половой принадлежности, определению размерно-весовых показателей, стадии зрелости половых желез и размера ооцитов, а также выбраковки рыб с повреждениями разного характера в карантинный бассейн.

Половую принадлежность можно легко определять экспресс-методом, который заключается в использовании «подсветки» в области расположения гонад.

Определение степени зрелости половых желез осуществляется путем отбора половых клеток из гонад и семенников щупом. Размер клеток и степень завершенности трофоплазматического роста определяют при просмотре проб икры под биноклем. Степень зрелости семенников определяют при просмотре капли спермы или семенной ткани под микроскопом.

Для содержания производителей используют проточные бассейны и рециркуляционные установки с замкнутой системой очистки воды (УЗВ).

Черноморский калкан относится к порционнонерестящимся видам. Особи, имеющие наряду с желтковыми ооцитами созревающие (стадия IV-V), продуцируют от 2 до 9 порций зрелой икры без гипофизарной обработки. Установлено, что для созревающих самок калкана оптимальной температурой является 10-13 °С. При увеличении температуры до 18 °С резко возрастает число рыб с резорбцией и ухудшается качество овулировавшей икры.

Диаметр овулировавшей икры черноморской камбалы калкана варьирует от 977 до 1300 мкм. Икринки калкана прозрачны, шарообразной формы, диаметр жировой капли в большинстве случаев не превышал 219 мкм, изменяясь в пределах от 200 до 225, 4 мкм.

Осеменение проводят «полусухим» методом. Результаты осеменения в зависимости от температуры воды оценивают спустя 1,5-2 часа, определяя процент нормального развития на этапе дробления (2-4 бластомера). Для инкубации отбирают икру с процентом оплодотворения не менее 50 %.

Нормальное развитие эмбрионов калкана обеспечивает взвешенное состояние яйцеклеток в период инкубации, которое отмечается при солёности от 17 ‰ и выше. При температуре 14-16 °С максимальное количество вылупившихся предличинок было получено в воде солёностью 18-22 ‰. При более низких значениях солёности, как и при более высоких, возрастало количество выклюнувшихся личинок с отклонениями от нормального развития.

Продолжительность эмбрионального развития зависит от температуры воды. При инкубации икры при постоянной температуре эмбриональный период при 10° продолжается 220 ч, а при 16° – 84 ч. При 14-16° эмбриогенез калкана длится 3,5-4 суток.

Выращивание личинок черноморского калкана от выклева до 50-60-суточного возраста проводится в тех же рециркуляционных установках, что и инкубация икры при начальной плотности посадки 30 экз./л. В период выращивания осуществляется постепенный подъем температуры максимально до 20 °С, солёность – 17-19 ‰, содержание растворенного кислорода не менее 7-8 мг/л.

Жизнеспособные личинки калкана при температуре 18-19 °С переходят на активное питание на 4-5 сутки. В качестве стартового корма использовали инфузорий, коловраток, науплиальные и копеподитные стадии морского и солоноватоводного зоопланктона. На более поздних этапах – все разновозрастные стадии веслоногих и ветвистоусых ракообразных, науплии артемии, стартовые комбикорма.

Выращивание сеголеток черноморского калкана начинается с периода завершения личинками метаморфоза в 55-60 суток. Выживаемость молоди на данном этапе выращивания высока и достигает 75 %. Мальки, в отличие от личинок, отличаются большей эврибионтностью по отношению ко всем основным абиотическим факторам.

Наибольшая смертность личинок отмечена при их переходе на внешнее питание и в начале экзогенного питания. В это время погибают не только личинки, имеющие в своем развитии дефекты, препятствующие нормальному пищевому поведению, но также и значительная часть личинок, не имеющих явных морфологических и анатомических отклонений.

При этом наблюдается два последовательных пика смертности личинок, имеющих разные причины. Первый пик смертности (3-4 сутки после вылупления) отмеченный непосредственно перед переходом личинок на внешнее питание объясняется стрессом при пересадке в выростные емкости, а также последствиями стресса в период инкубации. Погибающие в этот период личинки могут иметь различные дефекты в развитии. Второй пик смертности (6-8 сутки после вылупления) наблюдается в начале экзогенного питания и он совпадает с наступлением "точки необратимого голодания", т. е. когда погибают не перешедшие на экзогенное питание личинки. Причиной этого пика смертности может быть не только ухудшение гидрохимических параметров среды в системах выращивания личинок при переводе их на питание, но и бактериальное загрязнение выростных бассейнов из-за внесения в них нестерильных кормовых организмов, а также гибель личинок, не перешедших на внешнее питание.

В связи с этим при искусственном разведении камбал необходимо создание максимально стерильных условий на всех этапах разведения. Достигается эффект при использовании механической очистки и обеззараживании воды, инкубации пелагической икры и выращивание личинок в условиях водообмена с регулируемым температурным и световым режимами, культивирование живых кормов и внесение в выростные емкости микроводорослей, коловраток и науплий артемии по потребности.

Обеззараживание воды осуществляют после механической очистки с помощью ультрафиолетового облучения до значения общего микробного числа равного нулю, на всех этапах разведения контролируют содержание микробных клеток и регулируют их численность, при этом инкубацию икры проводят со скоростью водообмена 7-14 об/сутки, обеспечивая содержание микробных клеток не более 500 на мл, и одновременно перемешивают икру воздухом с интенсивностью 0,01-0,03 дм³/мин, а выращивание личинок проводят с постепенным увеличением скорости водообмена от 0,3-0,5 об/сутки в начале выращивания до 4-5 об/сутки на начальных стадиях метаморфоза, поддерживая содержание микробных клеток не более 1-1,5 тыс.млн. кл/мл.

Живые корма целесообразно культивировать в накопительном режиме в обеззараженной воде и вносить в выростные емкости при содержании микробных клеток в культуре микроводорослей не более 50 млн.кл/мл, в культуре коловраток не более 100 млн.кл/мл, а в культуре науплий артемии не более 500 млн.кл/мл.

Необходимость поддержания максимальной стерильности воды на всех этапах получения молоди камбалы-калкана обусловлена отсутствием у личинок иммунных средств защиты вплоть до завершения стадии метаморфоза.

Получение урожая микроводорослей и коловраток с требуемой степенью чистоты достигается путем их культивирования в накопительном режиме с использованием полностью обеззараженной воды и питательной среды, в закрытых емкостях, при этом культивирование не следует проводить более 5-7 дней с целью снижения риска бактериального загрязнения.

Камбала-гlossenца (*Platichthys flesus luscus* Pallas, 1814) – имеет широкое распространение в морях северного полушария. В Азово-Черноморском бассейне обитает южный подвид речной камбалы, которая заселяет шельфовую зону до глубин 160 м, а также успешно заселяет лиманы, поскольку легко приспосабливается как к опресненным,

так и к водам с высокой соленостью (до 60‰).

Глосса достигает длины 37 см и массы около килограмма, ведет придонный образ жизни, держится на песчаных и песчано-илистых грунтах, является типичным бентическим хищником. Глосса размножается в холодное время года (январь-март) при температуре 7-10°C, оптимальная соленость 25-35‰. Половая зрелость наступает на втором-третьем году жизни, плодовитость от 42 до 1302 икринок, нерест многопорционный.

В Азово-Черноморском бассейне выделяют две популяции (формы) – морскую и лиманную, отличающихся по ряду морфологических признаков.

В последнее десятилетие уловы глоссы значительно сократились и не превышают несколько десятков тонн. В связи с этим весьма актуальным является решение проблемы получения жизнестойкой молоди в промышленных масштабах для пополнения запасов естественных популяций и товарного выращивания в лиманных хозяйствах. Биологические особенности этого вида, и в первую очередь: широкая биологическая пластичность, высокий темп роста, большая плодовитость, раннее созревание – делает глоссу перспективным объектом марикультуры.

Экспериментальные исследования по разработке биологических основ и биотехнологии искусственного воспроизводства черноморской камбалы-глоссы выполнялись в 70-80 годы. Сотрудники ЮгНИРО работали с морской популяцией в северо-восточной части Черного моря. Сотрудники Одесского отделения ЮгНИРО работали с лиманной популяцией глоссы, обитающей в лиманах северо-западного Причерноморья. В Бердянском отделении ЮгНИРО работал с азовской популяцией глоссы. В результате всего комплекса выполненных исследований получены характеристики производителей глоссы из разных биотопов. Выявлены особенности развития и функционирования репродуктивной системы в преднерестовый и нерестовый периоды. Описаны эмбриональное и личиночное развитие глоссы в условиях культивирования. Определены оптимальные и пороговые значения важнейших факторов внешней среды для зародышей и личинок, изучены рост, питание, поведение, выживаемость личинок от вылупления до жизнестойкой стадии. На основании данных экспериментов была разработана биотехника искусственного разведения глоссы. Она включает следующие работы: - заготовка и преднерестовое содержание производителей; - получение зрелых половых продуктов и осеменение икры; - инкубация икры; - выдерживание предличинок и подращивание личинок до окончания метаморфоза; - выпуск молоди в естественные водоемы; - проведение лечебно-профилактических мероприятий.

В 90-е годы в Сивашском рыбопитомнике ежегодно получали и выпускали в лиманы от 0,2 до 0,8 млн. жизнестойких личинок и молоди глоссы.

При работе с лиманной формой глоссы здоровых, физиологически полноценных производителей рекомендуется заготавливать в осенний период (октябрь-ноябрь), когда рыба образует предзимовальные скопления, или ранней весной перед проведением нерестовой кампании непосредственно в нагульных водоемах. Глоссу морских популяций, обитающих на глубоководных банках (например, на Анапской банке, глубина 40-60 м), отлавливают осенью, зимой или ранней весной донным тралом. Оплодотворенную икру камбалы-глоссы можно получать двумя способами: путем создания условий для естественного нереста и путем отцеживания зрелых половых продуктов от интактных или созревших после гормональных инъекций производителей. Основным стимулом для начала нереста глоссы является устойчивое повышение температуры воды до 6-10 °С. При этой температуре наблюдается массовый нерест глоссы. Оплодотворенная икра глоссы всплывает в воде соленостью выше 18‰. Опустившаяся на дно икра погибает. Поэтому ее инкубируют в воде высокой солености 19-25‰. Диаметр оплодотворенной икры глоссы

составляет 0,75-1,15 мм.

Более эффективным методом получения оплодотворенной икры является содержание рыб в контролируемых условиях, температурная стимуляция нереста, отбор зрелых половых клеток путем отцеживания и осеменение икры в искусственных условиях. Созревание самок можно значительно ускорить путем введения гормональных препаратов: ацетонированных гипофизов своего вида или сазана, хориогонина. Икру одной самки осеменяют спермой 2-3 самцов. При отсутствии эякулята для осеменения можно использовать сперму из гомогената семенника. Осеменение ведут "полусухим" способом при температуре 7-12 °С, солености - 19-25 ‰. Режим инкубации: температура - 7-12 °С, соленость - 19-25 ‰, содержание растворенного кислорода - 7-10 мг/л (80-120% насыщения), рН - 8,2-8,4, освещенность 400-500 лк. Весь процесс эмбрионального развития глоссы при данной температуре длится 7-7,5 суток, при 8-10 °С - 5-6 суток, при 10-12° - 3,5-4 суток. В возрасте 55-60 суток все личинки завершают метаморфоз. Длина их составляет 1,5-1,8 см, масса - 70-100 мг. Для выращивания личинок камбалы глоссы применяются как открытые, так и замкнутые системы. В качестве открытых систем могут быть использованы проточные железобетонные бассейны (пруды) объемом 50-100-200 м³ под открытым небом или пластиковые бассейны объемом 1,5-6 м³, размещенные в помещении оранжерейного типа; в качестве закрытых систем - выростные промышленные рециркуляционные установки рабочим объемом 16-20 м³.

При переходе личинок на активное питание основными потребляемыми объектами являются микроводоросли, трохофоры моллюсков, инфузории и мелкая коловратка размером 110-150 мкм. Спустя двое-трое суток личинки способны питаться уже крупной коловраткой размером 200-250 мкм и науплиями копепод. После рассасывания желточного мешка пищевая активность личинок возрастает. В пищевом комке встречаются все более крупные организмы. Доминирующими объектами питания являются коловратка (52%) и копеподы (37,5%), встречаются личинки *Bivalvia* и *Ostracoda*. Мальки активно питаются олигохетами, фаршем из мидий, креветок, рыбы, искусственными кормами.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Характеристика камбалы-калкан - промыслового объекта в Черном море.
2. Работы по разведению камбалы-калкан в Черном море.
3. Разработка биотехники культивирования лиманной и морской форм камбалы-глоссы.
4. Особенности заготовки гипофизов камбал, ацетонирование, приготовление гипофизарных препаратов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Эколого-биологическая характеристика черноморской камбалы-калкан.
2. Получение зрелых половых продуктов и осеменение икры черноморской камбалы-калкан.
3. Особенности выращивания личинок камбалы-калкан.
4. Получение зрелых половых продуктов и осеменение икры азовской камбалы-калкан.
5. Камбала-глосса как объект промысла и культивирования в Азово-Черноморском бассейне.
6. Эколого-биологическая характеристика камбалы-глоссы.
7. Заготовка и содержание производителей камбалы-глоссы.
8. Оплодотворение и инкубация икры глоссы.
9. Выращивание личинок камбалы-глоссы до жизнестойкой стадии.

Литература [1, 2, 3, 19, 20-24]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3
ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ЛОСОСЕЙ В УСЛОВИЯХ АЗОВО-
ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

Целью данного занятия является изучение способов культивирования лососевых видов рыб в Азово-Черноморском регионе

Рабочее задание :

1. Изучите биологию видов лососевых рыб перспективных для культивирования в условиях Азово-Черноморского бассейна.
2. Ознакомьтесь с биотехникой искусственного воспроизводства лососевых рыб.
3. Изучите особенности выращивания молоди лососевых и ремонтно-маточного стада отдельных видов.
4. Изучите историю акклиматизации стальноголового лосося в Азово-Черноморском бассейне и его морфобиологические характеристики.
5. Изучите методы получения и выращивания личинок стальноголового лосося.
6. Особенности садкового выращивания лососевых рыб.
7. Оформите отчет о выполненной практической работе в соответствии с рабочим заданием
8. Ответьте на контрольные вопросы (составьте конспект ответов, или подготовьте устные ответы для защиты практического занятия).

Теоретическая часть

В 70-х – 80-х годах прошлого столетия некоторые представители североамериканской ихтиофауны были завезены в бывший СССР и успешно здесь акклиматизированы. Среди них буффало, канальный сом, веслонос, стальноголовый лосось и полосатый окунь. Эти виды адаптировались к условиям нового ареала и были определены как перспективные объекты марикультуры в южных районах.

Часть этих рыб выращивается и до настоящего времени в основном в пресноводных прудах, например стальноголовый лосось.

В результате многолетних исследований была разработана биотехнология разведения и выращивания стальноголового лосося в условиях Черноморского бассейна.

По подсчетам специалистов, при использовании садкового и бассейнового методов выращивания, только в северо-западной части Черного моря можно получить порядка 500 т товарного стальноголового лосося. Помимо этого, благоприятные океанографические условия создания береговых и садковых хозяйств в Черном море сложились вдоль побережья Кавказа – от Туапсе до Батуми, а в Крыму – от Судака до Севастополя. Выращивание стальноголового лосося целесообразно со второй половины сентября по первую половину июня. Летом необходимо либо заглублять садки, либо реализовывать лосося, можно также его передерживать на береговых хозяйствах, снабжаемых пресной водой с температурой не выше 20°C. Для этих целей необходимо создать сеть питомников.

Товарное выращивание лососевых в Черном море сдерживается в основном, открытостью прибрежной зоны для штормов и сравнительно высокими температурами. В то же время, проведенные исследования по выращиванию радужной форели в морских штормоустойчивых садках и с использованием бассейнового метода выращивания в пресной и морской воде, а также стальноголового лосося садковым и бассейновым методами, дали обнадеживающие результаты.

Стальноголовый лосось. В Тихом океане существует две расы стальноголового лосося: летняя и зимняя. Обе расы размножаются с ноября по май. Самцы созревают на

второй, а самки на третий-четвертый год жизни. Плодовитость проходного лосося колеблется от 0,3 до 10 тыс. икринок. Стальноголовый лосось – хищник. Этот вид очень пластичен, имеет высокий темп роста, рано достигает половой зрелости. В отличие от тихоокеанских лососей после нереста не погибает, значительное количество рыб созревает 2-3 раза, а часть производителей даже 4-5 раз. В ряде стран (США, Япония) этот вид используют как объект пастбищного рыбоводства. Акклиматизация стальноголового лосося в Черное море была начата в 1965 г. Доставленную из США икру инкубировали на Чернореченском форелевом хозяйстве. Полученную молодь выпускали в Черное море. Однако возврат производителей оказался ничтожным из-за недостаточного количества и низкой массы выпущенной молодежи. От полученного на Чернореченском форелевом хозяйстве (ЧФХ, Грузия) маточного стада, годовиков выращивали на Чухуш-Кабалинском лососевом заводе Азербайджанской ССР впоследствии было выращено стадо производителей и получено потомство, которое использовалось для акклиматизации в Каспийском море. На ЦЭС ГосНИОРХ «Ропша» (Россия) также успешно выращивался стальноголовый лосось, икра которого была завезена из Чернореченского форелевого хозяйства в 1973 г.

Работы по воспроизводству и выращиванию стальноголового лосося проводились в 70-90-х годах в северо-западном Причерноморье на экспериментальном кефалевом заводе (ЭКЗ, Одесская область). В этот же период в Причерноморских лиманах выполнялись экспериментальные работы по товарному выращиванию стальноголового лосося в садках, а также в бассейнах и прудах.

В условиях ЭКЗ, где для выращивания рыб использовалась артезианская вода, самки стальноголового лосося достигали половой зрелости в двухгодичном возрасте (при длине 26-40 см), т.е. на год-два раньше, чем в естественном ареале, на Чернореченском форелевом хозяйстве и в других регионах СССР. Проведенные исследования показали, что от части самок двухгодовиков, продуцирующих более крупную икру, можно получить вполне жизнеспособное потомство.

Исследования показали, что лучшей выживаемостью обладала молодь, полученная от икры, массой более 45 мг и диаметром не менее 4,5 мм. Следовательно, для рыбоводных целей необходимо вести отбор рыб по размеру и массе икры.

Методика выращивания личинок.

Личинок с момента выклева до 35 суток содержат в лотках (1,2x0,5x0,7м), затем до 8 месяцев выращивают в бассейнах (6x0,7x0,3м). В дальнейшем до 4 годовалого возраста в более крупных бассейнах (50x5x0,5м). Плотность посадки личинок и сеголеток 1300 экз/м², годовиков и двухгодовиков 150 экз/м², 3х-годовиков 15 экз/м², на 4 году 1экз/м². Кормили пастообразным кормом (50-80% селезенки, 2-20% комбикорма, 5-21% рыбной муки, 2-5% фосфатидов, 5-7% кормовых дрожжей, 4-11% мясокостной муки, 5-15% свежей не пищевой рыбы, 1% витаминизированного премикса. Личинкам и сеголеткам корм задавали по мере его выедания. Суточный рацион для годовиков – 15%, двухгодовиков – 10%, трехгодовиков – 3,5 %, 4-5 годовиков – 2%. Темп роста рыбы определяет возраст наступления половой зрелости и плодовитость. Зависимость прироста длины от температуры воды. Благоприятная температура 7-16 градусов. Прирост длины увеличивается с повышением температуры воды до 11-12 градусов. До наступления половой зрелости самцы и самки растут одинаково, в дальнейшем рост самцов замедляется. К возрасту 4 лет средняя длина самцов составляет 54,9 см, при массе 2,209 кг. Самок 63,3 см, при массе 3,454 кг.

Сравнительный анализ термического режима рек Тихоокеанского побережья США (естественный ареал вида) и водоемов ЭКЗ, свидетельствует о том, что в лотках и бассейнах ЭКЗ среднемесячная температура воды была выше, чем в реках США, на 1-3 °С. В океане зимой температура воды составляет в среднем 4,5°С (минимальная 0,8°С), летом - около 15°С (максимальная 25°С). В пресноводный период жизни лосося температура воды изредка выходит за пределы, благоприятные для существования вида.

Так что указанная разница среднемесячной температуры воды нативных водоемов и бассейнов ЭКЗ не столь существенна. На других хозяйствах бывшего СССР - ЦЭС «Ропша», оз. Литовское (Ленинградская обл.), Чухур-Кабалинское хозяйство (Азербайджан) - температура воды в основном выше, чем в реках США, а на ЧФХ (Грузия) - ниже (Шатуновский и др., 1964; Савостьянова, Терентьева, 1977). По многолетним данным, в реках США, на ЭКЗ, в оз. Селигер осенью и зимой среднемесячная температура воды находилась в пределах 7-16°C, а на других хозяйствах этот показатель был, как правило, выше 16°C. Таким образом, сравнительный анализ термических условий содержания стальноголового лосося на различных хозяйствах СНГ и в нативных водоемах показал, что на ЭКЗ эти условия были наиболее близки к естественным и оптимальны для культивирования стальноголового лосося. Молодь стальноголового лосося от вылупления до восьмимесячного возраста здесь выращивали при температуре 11-13,7°C (в отдельные дни она повышалась до 15°C), в бассейнах, где лосося выращивали от сеголетка до пятигодовика, средняя температура в течение года варьировала от 6,8 до 18°C (в отдельные дни она понижалась до 1°C и повышалась до 25°C).

Помимо работ по воспроизводству стальноголового лосося на Черноморском бассейне, проводилось товарное выращивание опытных партий этого объекта в прудах, садках и бассейнах на солоноватой и морской воде. Такие работы проводили в Шаболатском и Тилигульском лиманах, на Очаковском опытном мидийно-устричном рыбоконсервном комбинате, у Кавказского побережья (р/к «Парижская коммуна», Геленджик, НЭКМ ВНИРО «Большой Утриш», Батумское лососевое хозяйство). Анализ полученных результатов свидетельствует о возможности расширения масштабов развития лососеводства в Черноморском бассейне. Только в северо-западном Причерноморье при садковом и бассейновом выращивании можно получать ежегодно более 600 т товарного стальноголового лосося. Также имеются благоприятные океанографические условия для создания береговых и садковых хозяйств по культивированию стальноголового лосося у Кавказского (от Туапсе до Батуми) и Крымского (от Севастополя до Судака) побережий. На Кавказе и в Крыму температура воды не опускается ниже 1 °C. В Крыму среднемесячная температура и пределы ее колебаний всего на 1-2 °C ниже, чем на Кавказе.

Таким образом, молодь стальноголового лосося можно выращивать в морской, артезианской и речной водах, а также проводить работы по гибридизации. Гибрид стальноголового лосося с радужной форелью превосходит чистые формы по темпу роста, жизнестойкости и устойчивости к заболеваниям. В настоящее время стальноголового лосося выращивают в «Ропше» (Санкт-Петербург) и на племенном форелеводческом хозяйстве «Адлер».

Радужная форель является одним из самых распространенных объектов мирового рыбоводства и интенсивно культивируется во многих странах мира, поскольку обладает высоким темпом роста при значительной плотности посадки, хорошо приспосабливается к искусственным условиям содержания и прекрасно усваивает искусственные корма.

В естественных условиях радужная форель обитает в холодных прозрачных пресноводных водоемах. В то же время, будучи эвригалинной рыбой с хорошо развитым осморегуляторным механизмом, она хорошо приспосабливается к морской воде.

Бассейновые установки для выращивания форели относятся к полузамкнутым или проточным системам, в которых используется природная вода, проходящая через систему один или более раз. При этом плотности посадки форели могут быть очень высокими, достигая в отдельных случаях 300-400 кг/м³ и когда качество воды становится лимитирующим фактором.

Поверхностный слой воды большей части прибрежной зоны Черного моря по качеству пригодны для выращивания радужной форели. Однако для создания бассейновых форелевых хозяйств встает необходимость создания водозаборов морской воды с двух горизонтов – 6-10 и 20-30 метров. Это дает возможность использовать

Черноморскую воду для круглогодичного выращивания форели.

Большое количество градусо-дней (от 2000 до 25000), благоприятный кислородный режим (8-11 мг/л), довольно чистая вода и низкая соленость (16-18 ‰) позволяет успешно культивировать форель и других лососевых рыб в крупногабаритных садках, устанавливаемых в шельфовой зоне Черного моря.

В Черном море перспективным объектом рыбохозяйственного использования является черноморский лосось – черноморская кумжа *Salmo trutta labrax* (Pallas) (Сушков, 2004). Его искусственное воспроизводство проводится на двух рыбоводных заводах: Адлерском производственно-экспериментальном лососевом заводе и Племенном форелеводческом заводе «Адлер» («Росрыбхоз»). На первом заводе выпуск покатников составляет более 80 тыс. экз., на втором – 200 тыс. экз.

Товарное рыбководство лососевых.

Объектом морского товарного рыбководства лососевых в 80-90-х годах на севере России (Баренцево и Белое моря) являлась радужная форель, на юге – также радужная форель и стальноголовый лосось (Черное, Каспийское моря). В 1983 г. в марикультуру севера введена глубоководная форма радужной форели – камлоопс, обитающая в реках и озерах Британской Колумбии. Растет она на 10-20% быстрее, чем обычная форель (Ворбьева и др., 1996). ПИПРО разработана технология получения смолта – посадочного материала для выращивания товарной спемги, совместно с Мурманрыбпромом было выращено около 10 т семги (Сорокин, 1994; Анохина, 1997). Кижуч – более технологичный вид, чем семга (Крутакова, 1981). В Белом море с соленостью воды 10 - 26‰ за 3,0 – 3,5 месяца его масса увеличивается почти в 4 раза при 100%-ной выживаемости. Товарное выращивание кижуча ведется также в Приморье (Крупянко и др., 1995).

В Черном море первые тонны радужной форели были выращены при использовании морских штормоустойчивых садков отечественной (русской) и японской конструкции: созданные П. Гореловым (ВНИРО), МССЮ (4 м, 12×12 м) и садки «Бриджстоун» (900 м³). Выращивание молоди (15-20 г) и двухгодовиков (100-150 г) проводили в течение 8 месяцев (октябрь-апрель-май), выживаемость рыб была высокой - 75-100%. Здесь же, в Черном море, проводили работы по выращиванию стальноголового лосося.

В Каспийском море радужную форель выращивали в глубоководных садках. В садковый комплекс входили рифовые установки, автоматические кормушки. Подводное комплексное устройство устанавливали на глубине 23 м. Форель массой 15-20 г за 24 месяца набирала массу 4-5 кг (Бугров и др., 1989).

По мнению Л.А. Душкиной (1998), большие перспективы для товарного лососеводства открываются при практическом применении подводного автономного рыбоводного садка (ПАРС), пригодного для выращивания и других видов рыб (Муравьев, 1995). Садок вместимостью 1200 м³ (выход товарной продукции 30 т в год) работает в автоматическом режиме на заданной глубине, обеспечен автоматической подачей корма на 25 суток. Садок оснащен компьютерными системами и управляется на всплытие и погружение по гидроакустическому каналу. Эта стратегия выращивания аналогична применяемой в лососеводстве Норвегии.

Введение в действие подобной конструкции решает несколько основных задач: предотвращение воздействия на рыб загрязнений из прибрежных вод, загрязнение собственно садковых ферм и штормов (в незащищенных прибрежных зонах морских акваторий, в том числе, в южных морях).

К сожалению, работы по выращиванию форели и стальноголового лосося в южных районах России и Украины в настоящее время прекратились, хотя первые полупромышленные эксперименты дали хорошие результаты.

В бывшем грузинском отделении ВНИРО был разработан бассейновый способ культивирования лососевых (радужная форель). На современно оборудованной базе

осуществлялся полный биотехнический цикл содержания лососей в морской воде. По мнению В.Л. Цуладзе (1989), береговые бассейновые морские хозяйства являются наиболее перспективными, так как обладают такими преимуществами как возможность получения значительно большей товарной продукции с единицы объема, контролирования режима среды, а также механизации и автоматизации технических операций. Было установлено, что выращивание молоди возможно в солоноватой воде, при этом темп ее роста и выживаемость были выше, чем у молоди, содержащейся в пресной воде.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Морфобиологическая характеристика стальноголового лосося.
2. История акклиматизации стальноголового лосося в Азово-Черноморском бассейне.
3. Выращивание лососевых в Азово-Черноморском бассейне.

Вопросы для самоконтроля:

1. Методы выращивания стальноголового лосося.
2. Сроки созревания и плодовитость стальноголового лосося.
3. Осеменение икры, инкубация и подращивание личинок стальноголового лосося.
4. Радужная форель как объект рыбоводства.
5. Осморегуляция и адаптация радужной форели к морской воде.
6. Основные условия перевода радужной форели в морскую воду.
7. Технология выращивания молоди радужной форели в морской воде.
8. Особенности кормления радужной форели при содержании в морской воде.
9. Выращивание форели в садках в Черном море.

Темы рефератов:

1. Основные объекты отечественного товарного лососеводства.
2. Методы товарного выращивания лососевых рыб.
3. Формирование и содержание ремонтно-маточного стада лососевых.
4. Садковое выращивание лососей.

Литература [1, 2 ,6, 12, 13, 18]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4 ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО И ВЫРАЩИВАНИЕ МИДИЙ

Цель занятия - изучить биотехнику искусственного воспроизводства мидий и их выращивание в условиях Азово-Черноморского бассейна.

Рабочее задание:

1. Внимательно прочитайте конспект лекций и теоретическую часть практикума по данной теме.
2. Изучите особенности биологии мидий: условия обитания, размножение.
3. Изучите способы культивирования мидий.
3. Составьте схему культивирования мидий на коллекторах с указанием всех технологических параметров.
4. Изучите особенности выращивания мидий в открытых и закрытых акваториях Азово-Черноморского бассейна.
5. Оформите отчет о проделанной работе.
6. Ответьте на контрольные вопросы.

Теоретическая часть

Благоприятное физико-географическое положение Черного моря, высокая трофность его вод, обширная шельфовая зона с оптимальными глубинами, представляют неограниченные возможности для культивирования здесь ценных видов моллюсков и, в первую очередь, мидий и устриц.

В Черном море основными объектами культивирования среди моллюсков являются: черноморская мидия (*Mytilus galloprovincialis* Lam), европейская или грядовая устрица (*Ostrea edulis*) и тихоокеанская или гигантская устрица (*Crasostrea gigas*).

Черноморская мидия обитает в литоральной и sublиторальной зонах, начиная от уреза воды и до глубины 75-80 м, используя в качестве субстрата чаще всего илистые и твердые грунты. Тело мидии заключено в раковину удлиненной или клиновидной формы, с макушкой, сдвинутой на передний заостренный конец. Раковина черноморских мидий, особенно из различных местообитаний, сильно варьирует как по форме, так и по размерам, что свидетельствует об экологической изменчивости ее форм.

Внутренняя поверхность покрыта перламутровым слоем (рис. 4.1). Нога маленькая пальцеобразная, используется для передвижения только молодыми особями, а прикрепившиеся взрослые особи в благоприятных условиях остаются в течение всей жизни (6-14 лет) на одном месте.



Рисунок 4.1 - Мидия *Mytilus galloprovincialis* Lam

Мидии – фильтраторы, при температуре около 20°C одна мидия длиной 50-60 мм профильтровывает около 3 л воды в час. Фильтруя, мидии извлекают из воды минеральные и пищевые частицы – остатки растительного и животного происхождения (детрит) и мелкий зоопланктон. Мелкие органические частицы используются в пищу, а крупные и минеральные удаляются в виде псевдофекалий в мантийную полость и через сифон выводятся наружу.

Мидии раздельнополы, половозрелыми они становятся при длине около 30 мм в возрасте 1-2 лет. Плодовитость съедобной мидии очень велика, самка одновременно выбрасывает от 5 млн до 12 млн яиц. Размножаться они начинают при температуре не ниже 7°C, а пик размножения приходится на 10-12°C. В Черном море мидии размножаются в феврале – марте и ноябре – августе. Оплодотворение внешнее. Развитие длится 30-48 ч. В раннем онтогенезе мидия проходит ряд стадий: трохофора, велигер, великонх и спат, прошедший метаморфоз. Длина велигера 80-148 мкм, великонха – 250-300 мкм. В зависимости от температуры воды личинки развиваются в воде 2-4 недели, затем оседают на субстрат.

Перед оседанием длина великонха достигает 350 мкм, высота – 304 мкм. Раковина становится треугольной, темнеет до коричневой. Массовое оседание личинок происходит до глубины 50 м. однако уже на глубинах более 20 м численность их резко сокращается. При обильном оседании молоди ей не хватает корма и она плохо растет, а часть погибает.

Темп роста и созревание мидий зависят от климатической зоны обитания. Так, у северных популяций съедобной мидии, обитающих в Баренцевом море, при температуре 1-15°C (2 тыс. градусодней) сезон роста длится около 4-5 мес. Здесь молодь к концу первого года вырастает до 5 мм, за 3 года – до 30-40 мм и становится половозрелой.

Среднеевропейская популяция, обитающая у берегов Великобритании, живет при температуре 5-22°C, 3-4 тыс. градусодней в год, трехлетние особи достигают длины 60 мм. Особи южноевропейской популяции у берегов Испании обитают при 8-25°C, их сезон роста длится не менее 10 мес. К концу первого года длина моллюсков 30-40 мм и они становятся половозрелыми. Средняя длина трехлетних особей 80 мм.

Темп роста особей, обитающих на литорали, замедляется из-за того, что они около 0,5 сут находятся без воды и не питаются. Так, длина пятилетков съедобной мидии Баренцева моря, обитающих в литорали, 21 мм, а особей, постоянно погруженных в воду, 60 мм.

К факторам, благотворно влияющим на популяцию мидий, относятся значительный летний прогрев поверхностных слоев воды, благоприятные условия питания и роста организмов. Значительный береговой сток, большое количество биогенных веществ обеспечивают высокую продукцию фитопланктона – одного из основных источников питания мидий.

Биотехнология выращивания мидий. В 1985 г. институтом ЮгНИРО был завершен основной этап исследований по созданию биотехнологии культивирования мидий для открытых районов Черного моря, а через два года завершены исследования по созданию биотехнологии культивирования мидий для закрытых акваторий моря, в частности для озера Донузлав. Основу этих биотехнологий составили исследования по биологии мидий: особенностям нереста, распределению личинок в планктоне, оседания спата на различные субстраты, материалы по весовому и линейному росту, элиминации моллюсков с коллекторов.

Были созданы штормо- и льдоустойчивые коллекторы-носители непрерывного типа для сбора спата и подращивания его до товарных размеров в условиях шельфа Черного моря. Создана механизированная линия, предназначенная для съема моллюсков с коллекторов, их чистки, мойки и сортировки на определенные размерные фракции; линия по отделению мяса от створок и бисуса, и дальнейшей безотходной переработки.

С 1986 г. созданные биотехнологии культивирования мидий внедрялись в различных районах Черного моря (Тендровский, Каркинитский, Каламитский заливы, побережье Одесской области, оз. Донузлав).

При разработке биотехники культивирования мидий за основу был взят метод культивирования в толще воды, который был впервые применен и широко использован в Испании и многих других странах. Разработанная биотехнологическая схема выращивания мидий выглядит следующим образом:

- Сбор посадочного материала (спата) на искусственные субстраты-коллектора в период массового размножения мидий естественных популяций;
- Выращивание мидий до промыслового размера (свыше 40 мм) для переработки на пищевые цели, или выращивание сеголетков (25-30мм) на кормовые цели.
- Съем мидий с коллекторов, чистка, мойка, сортировка, упаковка, переработка.

В целом такая схема выращивания, с различными модификациями, применяется всеми организациями, занимающимися культивированием мидий в Черном море.

Для сбора личинок мидий в районах их оптимальной концентрации выставляют 50 метровые линейные ярусные носители, оснащенные 3,5- или 8-метровыми коллекторами. Для лучшего водообмена линии носителей располагают параллельно течению воды.

Коллекторы выставляют так, чтобы верхняя хребтина (несущий канат) носителя находилась на поверхности воды.

Осевших личинок мидий подращивают на тех же коллекторах и носителях, которые использовали для сбора личинок. По мере роста моллюсков на коллекторах периодически регулируют плавучесть носителей для компенсации увеличения массы моллюсков и регулируют положение носителя в толще воды путем подвешивания на верхнюю хребтину носителя дополнительных наплавов. Продолжительность выращивания мидий 12-14 мес. Промысловой длины (5 см) мидии достигают за 1 год выращивания, а через 16-18 мес выращивания – длины 7-7,5 см.

Товарных мидий можно снимать с коллекторов в любое время года за исключением 1-1,5 мес после массового нереста, так как в этот период выход мяса минимальный. В период сбора урожая коллекторы обрабатывают с судна. Мидийные коллекторы, отделенные под водой от верхней и нижней хребтины носителя, поднимают кран-балкой и помещают в грузовой отсек судна. Если в конце выращивания (12-14 мес.) на коллекторах имеется 15-20 % мидий непромысловой длины (менее 5 см), то дорастивание моллюсков продолжают еще 2-3 мес.

Выход сырого и вареного мяса колеблется соответственно от 30 до 40 и от 14 до 18 % от общей массы мидии и зависит от сроков ее размножения

Вопросы для самостоятельной подготовки:

1. Способы выращивания мидий.
3. Требования, предъявляемые к районам выращивания мидий.
4. Характеристика технических средств, используемых для культивирования мидий в Черном море.
5. Какие температуры оптимальны для выращивания мидий?

Вопросы для самоконтроля:

1. Эколого-биологическая характеристика черноморской мидии.
2. Биотехнологическая схема культивирования мидий в Черном море.
3. Особенности культивирования мидий в различных открытых районах Черного моря (Северо-Западная часть Черного моря, Южный и Восточный берег Крыма).
4. Особенности культивирования мидий в Керченском проливе.
5. Особенности культивирования мидий в закрытых акваториях Черного моря (оз. Донузлав).
6. Факторы, стимулирующие темпы роста моллюсков.

Темы рефератов:

1. Способы культивирования мидий.
2. Биологические основы культивирования мидий.
3. Развитие мидии в онтогенезе.

Литература [3,5,7,8,10,12,]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5 ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО И ВЫРАЩИВАНИЕ УСТРИЦ

Целью данного занятия является знакомство с биотехникой искусственного воспроизводства и выращивания устриц.

Рабочее задание:

1. Внимательно прочитайте конспект лекции по теме занятия.
2. Ознакомьтесь с биологией устриц, изучите биотехнику искусственного воспроизводства устриц.
3. Изучите схему искусственного воспроизводства европейской устрицы с указанием всех технологических этапов: подготовка производителей, их кондиционирование, стимуляция и нерест.
4. Зарисуйте схему культивирования устриц .
5. Оформите отчет о проделанной работе в соответствии с требованиями.
6. Подготовьте ответы на контрольные вопросы.
7. Изучите биологию тихоокеанской устрицы и ее роль в мировой марикультуре.

8. Ознакомьтесь с работами по акклиматизации тихоокеанской устрицы в Черном море.
9. Изучите технологию получения личинок и спата тихоокеанской устрицы.

Теоретическая часть.

Плоская (европейская или грядовая) устрица – *Ostrea edulis* широко распространена вдоль европейской части Атлантического океана от вод Норвегии и Великобритании до побережья северной Африки (Марокко), а также в Средиземном, Эгейском, Мраморном и Чёрном морях.

Черноморская плоская или грядовая устрица *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758 обитает в Черном море на глубинах от 1 до 65 м, в отдельных случаях до 100 м. Раковина имеет неправильно округлую форму (рис. 5.1, а). Нижней выпуклой стороной моллюск прирастает к субстрату. Длина раковины до 80 мм, толщина до 25 мм. Часто срастаясь створками между собой, устрицы образуют так называемые друзы. Товарной считается устрица размером 50-60 мм.

Плоская устрица является древнейшим представителем малакофауны Черного моря. Она издавна считается во многих странах одним из наиболее деликатесных видов. Устрица в Черном море до шестидесятых годов были широко распространены вдоль всего побережья. В начале 70-х годов практически все устричные банки были охвачены эпизоотией миксоматоза, что привело их почти к полной гибели. Наиболее реальным выходом из сложившегося положения является получение молоди устриц в искусственных условиях от взрослых моллюсков, содержащихся в контролируемых условиях.

Общая биотехнологическая схема культивирования устриц выглядит следующим образом. Производителей «диких» или культивируемых устриц доставляют на устричный питомник в преднерестовом состоянии и после кондиционирования приступают к стимуляции их нереста. Нерест стимулируют физическими, химическими, биологическими методами или их комбинациями. Оплодотворение у черноморских устриц внутреннее и происходит в мантийной полости самки. Диаметр яиц около 90 мкм. Развитие устриц не прямое, с метаморфозом. В ходе раннего онтогенеза устрицы, как и другие моллюски, проходят ряд стадий – трохофора, велигер, великонх и прикрепившийся к субстрату спат, прошедший метаморфоз. Выход личинок из мантийной полости в окружающую среду происходит, как правило, на стадии велигера при температуре воды 17,4-19 °С. Полученных личинок распределяют с заданной плотностью в емкости и подкармливают одноклеточными водорослями.

На стадии позднего великонха личинок переносят в специальные емкости, где происходит их оседание на коллекторы. При достижении спатом размера 5 мм и более, он помещается в садки или на носители специальной конструкции, которые выставляются в наиболее благоприятных для роста и экологически чистых районах моря.

Черноморская устрица эвригалинна. Она постоянно обитает в воде соленостью 17-18 ‰ и переносит кратковременное ее снижение до 9 ‰.



Рис. 5.1 – Устрицы: а – плоская (европейская, грядовая) черноморская *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758; б - тихоокеанская или гигантская *Crassostrea gigas* Thunberg, 1793

Раковина устриц неравностворчатая; левая (нижняя) створка выпуклая, больше правой, с более выступающей макушкой. По структуре раковина крайне изменчива.

В благоприятных условиях диаметр раковины плоской устрицы достигает 10-15 см. В Черном море у этой устрицы диаметр составляет 7,5-8,5 см и редко 11 см. Товарной считаются европейская устрица с раковиной диаметром 6-7 см; черноморская – 5-6 см.

Мантия устриц открытая, со свободными краями, без специальных отверстий для входа и выхода воды. Единственный аддуктор - массивный мускул - помещается в брюшной части туловища вблизи центра раковины. Над мускулом находится околосоудная сумка с сердцем, через которое проходит кишечник, в спинном отделе расположена печень. Большие жабры в брюшной части срастаются с мантией. Нога у взрослых особей отсутствует.

Моллюски прирастают к субстрату или друг к другу левой массивной створкой, которая иногда повторяет неровности субстрата. У живых моллюсков створки приоткрыты, и вода поступает в мантийную полость благодаря работе ресничек мантии и жабр, омывает последние и на задней стороне тела выходит наружу.

Европейская устрица может переносить кратковременные сезонные изменения температуры среды от 4 до 26°C, при температуре 5-6°C перестает питаться. Оптимальным для ее обитания считается диапазон температур 15-20°C, для размножения – 18- 20°C, летальные температуры - выше 26 и ниже 6°C.

Тихоокеанская или гигантская устрица *Crassostrea gigas* Thunberg, 1793 относится к тихоокеанским, субтропическим нижнебореальным видам. Распространена в Тихом океане у берегов Японии, Китая, Кореи и России. Этот вид успешно интродуцирован на Атлантическом побережье Европы и Америки, в Австралии, Тасмании, Новой Зеландии.

Тихоокеанская устрица (рис. 5.1, б) в длину достигает 40 см, иногда встречаются особи размером до 90 см. Отличается большим разнообразием формы раковины. Товарной считаются устрица с раковиной длиной – 10-15 см.

В последние двадцать лет в большинстве стран выращивают преимущественно тихоокеанскую устрицу, что обусловлено широкой экологической пластичностью, большими продукционными возможностями, устойчивостью к заболеваниям и хозяйственной ценностью этого вида.

В 1980 году, на основе разработанного биологического обоснования, были начаты работы по акклиматизации тихоокеанской устрицы в Черном море. Была применена так называемая аквакультурная форма акклиматизации, предусматривающая поэтапность данного процесса с последующим товарным выращиванием устриц. На первом этапе акклиматизационных работ основной задачей являлись исследования по определению возможности содержания этого вида устрицы в водоеме с измененными абиотическими условиями. Эта фаза длилась от момента вселения до появления потомства и была завершена успешно. В настоящее время актуальной является вторая стадия акклиматизации, предусматривающая увеличение количества вселенцев тихоокеанской устрицы в Черном море, как за счет доставки их из Японского моря, так и за счет получения молоди в искусственных условиях. Наиболее реальным и рациональным является все же второй вариант, поскольку на данный момент биотехнология получения личинок и спата тихоокеанской устрицы в условиях Черного моря довольно детально разработана. Основная проблема при выращивании устриц заключается в устойчивом обеспечении спатом устричных хозяйств.

Имея свои специфические особенности, эта биотехнология в общих чертах схожа с приведенной выше схемой биотехнологии культивирования черноморской (европейской) устрицы. Нерест в естественном местообитании, как правило, происходит при температуре 18-22°C, в конце июня – июле. Оплодотворение наружное. Тихоокеанская устрица, в отличие от плоской устрицы, выметывает зрелые половые клетки в воду, где и

происходит оплодотворение. Размер зрелых яиц составляет 50-55 мкм, спермиев – 2-3 мкм. *S. gigas* может выметывать до 50-100 млн. яиц за сезон. При снижении температуры нерест прерывается и вновь возобновляется при достижении 18°C. Завершение метаморфоза и оседание на субстрат происходят на стадии диссоконха при размере 320-370 мкм. Продолжительность личиночного развития во многом зависит от температуры воды и составляет от 10-12 до 30-31 суток. Однако для успешного развития личинок и оседания на субстрат температура воды должна быть не менее 22°C.

Исследования показали, что для интродуцента в Черное море оптимальная соленость воды при выращивании личинок составляет 23-28 ‰, температура 20-25 °C. Наиболее приемлемым кормом для личинок этого вида служат одноклеточные микроводоросли родов *Monochrysis*, *Nannochloris*, *Platimonas* при концентрации 10³-10⁴ кл./мл.

Выращивание устриц разных видов состоит из трех этапов: сбор спата, выращивание в естественных условиях, подготовка к реализации. На первом этапе посадочный материал (молодь устриц - шпат) получают в природе в период размножения устриц. Личинки оседают на выставленные в море коллекторы разных систем в районе устричных банок. Посадочный материал получают и от производителей в полностью контролируемых условиях марихозяйств - в бассейнах, лотках и других емкостях.

На втором этапе шпат выращивают в частично контролируемых условиях. Молодь устриц, выращиваемую на коллекторах, разреживают и переносят в районы, где ее выращивают до товарных размеров.

В условиях марихозяйств здоровую молодь растят в садках при плотности посадки моллюсков размером 3-4 см 600-800 шт., 4-5 см – 400-450, а размером более 5 см – 200-250 шт. на садок. Особое внимание уделяют очистке устриц от обрастаний, их питанию и зимовке.

На третьем этапе особей разделяют в друзах, очищают, осуществляют санитарный контроль, сортируют по размеру и качеству и реализуют. Выживаемость устриц от осевшего спата до особей товарного размера составляет 40-50%.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Биология европейской плоской устрицы
2. Сбор спата на коллекторы и товарное выращивание европейской устрицы.
3. Биология тихоокеанской устрицы и ее роль в мировой марикультуре.
4. Акклиматизация тихоокеанской устрицы в Черном море.
5. Товарное выращивание тихоокеанской устрицы в Черном море.

Вопросы для самоконтроля:

1. Эколого-биологическая характеристика плоской устрицы.
2. Общая биотехнологическая схема культивирования европейской устрицы в Черном море.
3. Подготовка производителей, их кондиционирование, стимуляция и нерест европейской устрицы.
4. Биотехнология получения личинок и спата тихоокеанской устрицы.

Темы рефератов:

1. Выращивание личинок плоской устрицы.
2. Выращивание тихоокеанской устрицы.
3. История акклиматизации тихоокеанской устрицы в Черном море.
4. Биотехнология получения спата и товарное выращивание тихоокеанской устрицы в Черном море.

Литература: [3,5,7,8,10,12,16,17,20]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6
МОЛЛЮСКИ - АУТОАККЛИМАТИЗАНТЫ В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ
БАССЕЙНЕ - ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПРОМЫСЛА И
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Целью занятия является изучение особенности биологии моллюсков акклиматизантов и перспектив их добычи и культивирования

Рабочее задание:

1. Внимательно прочитайте данное методическое руководство и конспект лекций.
2. Изучите особенности биологии моллюсков акклиматизантов и их пищевой ценности
3. Изучите перспективы использования вселенцев в качестве объектов аквакультуры в Азово-Черноморском бассейне
4. Изучите перспективы промысла вселенцев в Азово-Черноморском бассейне.
5. Оформите отчет о проделанной практической работе в соответствии с требованиями.
6. Ответьте на контрольные вопросы.

Теоретическая часть

Перспективными объектами промысла и культивирования в Азово-Черноморском бассейне можно считать и моллюсков-аутоакклиматизантов, к которым относятся: анадара *Anadara kagoshimensis (inaequivalvis)* = кунearка (*Cunearca cornea*), мия (*Mya arenaria* L) и рапана (*Rapana thomasiana thomasiana* Grosse)

Анадара *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) = *A. inaequalvis* - кровавая ракушка или кунearка *Cunearca cornea* (скафарка), случайно завезена в Черное море в 60-х годах из Атлантического океана. Раковина анадары массивная, тяжелая, вздутая. неравностворчатая у молодых особей, но сильно выравнивается у взрослых. Очень изменчива по форме, толщине раковины и выпуклости ребер. Отношение высоты к длине 0,69-0,88, ширины к длине 0,53-0,84. Скульптура состоит из 30-33 радиальных ребер. Периостракум устойчивый. У края раковины изнутри имеется рельеф, соответствующий ребрам наружной поверхности. Цвет раковины белый, темный коричнево-черный периостракум находится около краев. Средний размер достигает 70-75 мм, максимальный - 80 мм в длину, 61 мм в высоту.

Первоначально вид был распространен в Индийском и Тихом океанах. В Средиземноморье попал из Адриатики и был впервые зарегистрирован в 1969 году. Быстро распространившись на значительные территории, а в 1982 г был обнаружен и в Черном море. Появление этого моллюска в Черном море, вероятно, вызвано переносом личинок судами с балластными водами. Также проникновение моллюска связывают с миграцией из Адриатического моря. В Азовском море впервые была обнаружена в 1989 году.

Вид эвритермный и эвригалинный, он легко может выдерживать критические условия. Максимальное распространение соответствует областям с соленостью около 30 ‰ и песчаным морским дном.

Местом обитания моллюска являются прибрежные солоноватые воды до глубины 30 м на песке, на камнях; иле и песке с зарослями морской травы zostеры. Анадара является фильтратором с типичным для двустворчатых моллюсков размножением со стадией планктонной личинки.

После появления анадары на черноморском шельфе произошло дальнейшее распространение этого моллюска в северо-западной и северо-восточной частях Черного моря, а затем и в Азовском море, с освоением различных биотопов и существенными преобразованиями донных биоценозов. В частности, при расселении анадары на песчаном, песчано-ракушечном грунтах происходит вытеснение новым вселенцем некоторых двустворчатых моллюсков, обитавших на таких субстратах. В отдельных

районах происходит увеличение общей биомассы зообентоса, формирование самостоятельного зооценоза анадара.

Анадара – съедобный моллюск и в ряде стран является объектом промысла и культивирования. Используется в пищу в Японии, Корее и странах Восточной Азии, культивируется в Японии, Китае и Филиппинах. Выращивают моллюсков рода Анадара до товарного размера от 40 до 80 мм. По данным ФАО, в 2014 году на предприятиях марикультуры было выращено 461446 т.

В Азово-Черноморском бассейне анадара также является ценным промысловым объектом, она включена в «Перечень видов водных биоресурсов, в отношении которых осуществляется прибрежное рыболовство» (Приказ Минсельхоза России от 03.04.2013 № 165) (в ред. Приказа Минсельхоза России от 27.01.2014 № 22), введено Приказом Минсельхоза России от 05.08.2015 № 342).

В настоящее время моллюск широко распространен как в Черном, так и в Азовском морях, часто образуя самостоятельные биоценозы с высокой плотностью поселений – до 400 экз/м².

Анадара имеет выпуклую толстостенную раковину, достигающую длины 6 см, и, в отличие от многих других моллюсков, красную кровь (гемолимфу). В Черном море достигает 7-летнего возраста. В течение первого года жизни длина раковины вырастает до 20 мм.

Специально проведенные опыты по ее выращиванию в садках и бассейнах дали положительные результаты.

В условиях Азово-Черноморского бассейна наиболее перспективным может быть метод сбора кунearки с помощью безножевых драг в местах их максимальной концентрации, с последующим «засевом» молоди на специально отведенных участках шельфа в районах, отличающихся оптимальными течениями, наиболее высокой трюфностью вод и хорошей экологией.

Мия, песчаная ракушка – двустворчатый моллюск, вселенец в Черное море, впервые обнаружен у берегов Одессы в 1966 году. В конце 60-х годов мия попала в Азовское море. За три десятилетия этот моллюск распространился практически по всему Азово-Черноморскому бассейну и, предпочитая песчаные грунты, образовал обширные самостоятельные биоценозы на глубинах от 0 до 26 м.

Раковина мии имеет форму неправильного эллипса, достигает длины 10 см, чаще всего грязно-белого цвета. Взрослые моллюски обычно закапываются на глубину от 10 до 30 см, при этом дышат и питаются с помощью сифона, конец которого выступает над грунтом.

Вид широко распространен в прибрежной зоне северных морей, в Атлантическом океане – у берегов Европы (от Кольского полуострова до Бискайского залива) и Америки – от Лабрадора до Северной Каролины. Встречается также в северной части Тихого океана. Нативным ареалом обитания мии считаются Желтое и Японское моря, а также южная часть Охотского моря.

В ряде стран моллюск является ценным пищевым продуктом и пользуется широким спросом у населения. Его стоимость на мировом рынке выше, чем мидий, и почти такая же, как устриц. Мия является важным объектом марикультуры во многих странах.

Проведенные сотрудниками ЮгНИРО эксперименты по получению личинок мии в искусственных условиях и сбору спата на коллекторы дали положительные результаты. Показано, что мия успешно подвергается индукции нереста, а при выращивании спата в Тендровском заливе к концу первого года молодь моллюска достигала среднего размера 16-17 мм. Выход мяса у мии выше, чем у мидий (за счет тонкостенных створок и утолщенных мясистых сифонов), и составляет до 35-45 % от общей (живой) массы моллюска.

Исследования биохимического и микроэлементного состава мии показали, что по содержанию белков, сумме минеральных веществ и многих микроэлементов она превосходит мидий и устриц; по аминокислотному составу сходна, а по содержанию липидов и стероидов несколько уступает им. Это позволяет характеризовать мию как источник белковых и минеральных веществ, а также как объект, чрезвычайно перспективный для изготовления пищевых и кормовых продуктов, производства биологически-активных препаратов.

Приведенные данные свидетельствуют о целесообразности организации промысла и использования мии в качестве объекта марикультуры в Азово-Черноморском бассейне.

В условиях Азово-Черноморского бассейна этот вид может достигать по численности свыше 600 экз/м², а по биомассе более 4000 г/м².

Таким образом, полученные данные свидетельствуют о целесообразности использования мии в качестве объекта марикультуры в Азово-Черноморском бассейне. Полученная тем или иным путем молодь (спат) мии может дорастиваться или в специальных бассейнах или же «засеваться» на подходящих высокопродуктивных участках шельфа для создания плотной локальной популяции с последующим ее изъятием по достижению моллюсками товарных популяций.

Рапана – хищный, самый крупный брюхоногий моллюск Черного моря, обитающий от уреза воды до глубины 40 м, предпочитает песчаные, песчано-каменистые грунты и ракушечники.

Рапана случайно попала в Черное море из Японского, в 40-х годах XX века, как предполагают, на днищах кораблей в виде кладок яиц. Найдя здесь благоприятные условия, этот моллюск расселился по всему Черному морю. Высота раковины этого моллюска достигает 12 см, ширина - 8 см.

Исследования показали, что у рапаны высокая относительная доза мягких частей тела, в среднем 25%, которые при соответствующей технологической переработке идут на производство пищевой, лечебно-профилактической и кормовой продукции. Мясо рапаны высоко ценится на мировом рынке, а раковина широко используется для производства различной сувенирной продукции. В настоящее время рапана в большом количестве добывается на большей части Черноморского шельфа.

Рапана является промысловым моллюском, мясо ее съедобно, раковина декоративна. В настоящее время интерес к рапане как промысловому объекту значительно возрос, чему способствует как конъюнктура международного рынка, так и снижение запасов промысловых рыб в Азово-Черноморском бассейне.

Как указывалось выше, по данным дночерпательных проб отмечена достаточно высокая плотность молоди (95 экз/м² при биомассе 77 г/м²), что говорит о высокой эффективности размножения рапаны. Это подтверждает и достаточно постоянное пополнение популяции младшими и средними возрастными группами.

Так как в Черном море практически отсутствуют рыбы-бентофаги, то такая сезонная динамика определяется выеданием мирного, прежде всего моллюсочного, бентоса хищным вселенцем рапаной. Влияние рапаны на аборигенные моллюсочные биоценозы особенно очевидна при анализе численности макробентосных сообществ. После вселения рапаны в Черном море была прекращена добыча мидий и устрицы. При этом пространственная динамика добычи последних совпадала с формированием ареала рапаны в Черном море.

По результатам проведенных исследований, весьма перспективным может стать метод выращивания рапаны в поликультуре с мидиями, путем искусственного расселения молоди рапаны в местах создания промышленных мидийных плантаций. Будучи хищником, питающимся преимущественно пластинчатожаберными моллюсками, рапана может утилизировать опадающих с коллекторов на дно мидий, величина элиминации которых колеблется от 17 до 70% от величины продукции.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Назвать и кратко охарактеризовать виды моллюсков-аутоакклиматизантов в Черном и Азовском морях.
2. Изучить эколого-биологическую характеристику анадары, мии и рапаны в Черном море.
3. Статистика добычи рапаны в Черном море и ее использование.
4. Перспективы работ по выращиванию анадары в условиях Азово-Черноморского бассейна.
5. Перспективы добычи и культивирование мии на бассейне.

Вопросы для самоконтроля:

1. Эколого-биологическая характеристика, перспективы добычи и культивирования анадары в Азово-Черноморском бассейне .
2. Дать эколого-биологическую характеристику мии в Черном море.
3. Перспективы добычи и культивирования мии в Азово-Черноморском бассейне.
4. Дать эколого-биологическую характеристику рапаны в Черном море, перспективы его добычи и культивирования.

Темы рефератов:

1. Перспективы культивирование моллюсков вселенцев в Азово-Черноморском бассейне.
 2. Перспективы промысла моллюсков вселенцев в Азово-Черноморском бассейне.
- Литература: [10,14]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7 ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО КРЕВЕТОК

Целью данного занятия является знакомство с биотехникой искусственного воспроизводства креветок в Азово-Черноморском бассейне.

Рабочее задание:

1. Внимательно прочитайте данное методическое руководство.
2. Ознакомьтесь с особенностями креветок как вида и биотехникой искусственного воспроизводства креветок.
3. Составьте блок – схему искусственного воспроизводства креветок с указанием всех технологических параметров.
4. Оформите отчет о проделанной работе в соответствии с требованиями.
5. Ответьте на контрольные вопросы.

Теоретическая часть

В мировой практике культивирование креветок осуществляется как экстенсивными методами – это характерно в основном для стран Юго-Восточной Азии, так и интенсивными методами, которые широко внедряются в последнее время многими странами. Речь идет, прежде всего, о США и Европейских странах, положительный опыт которых, в силу сопоставимости природных условий, является для юга России наиболее ценным. Большинство из этих стран отдает предпочтение культивированию завезенной из Японии и акклиматизированной японской креветке *Penaeus japonicus*, а также гигантской пресноводной креветке *Macrobrachium rosenbergii*. Именно эти два вида были наиболее успешно адаптированы к условиям умеренного климата этих стран, что в нашем случае, делает их наиболее приемлемыми объектами культивирования для юга России, в том числе в Крыму.

Для разведения японской креветки в условиях Азово-Черноморского бассейна за основу целесообразно брать наиболее всесторонне разработанную и повсеместно используемую японскую биотехнологию. Доращивание креветок до товарных размеров возможно: в бассейнах с регулируемыми параметрами среды; в искусственных прудах, соединенных с морем или заполненных водой, подфильтрованной из моря; в отгороженных участках соленых лиманов или установленных садках. Поскольку сроки выращивания в таких водоемах из-за температурного режима ограничены пятью-шестью месяцами, в них в мае-июне выпускаются постличинки с массой тела не менее 0,02 г, из расчета 150-180 экз/м². Постличинки должны подращиваться в питомнике, где в бассейнах производители и личинки содержатся при температуре 20-30°С и солености 32-36‰.

Биотехнологии культивирования гигантской пресноводной креветки, применяемые в целом ряде стран с умеренным климатом, могут после соответствующих доработок использоваться в условиях юга России. К основным биотехнологиям выращивания креветок можно отнести следующие: выращивание в замкнутых контролируемых условиях; в теплой воде охладителей ТЭЦ или других подобных сооружений, в особенности в поликультуре с карпом или растительноядными рыбами; в прудах, каналах и других мелководных водоемах как в монокультуре, так и в поликультуре с указанными выше видами рыб; в садках или отгороженных участках опресненных лиманов, с глубинами 1-2 м.

При разведении любых видов креветок самыми разными методами основная проблема состоит в получении достаточного количества посадочного материала. Поэтому, с учетом климатических условий юга России непременным условием успешного культивирования указанных выше видов креветок, будет создание питомника по содержанию производителей и получения в достаточном количестве жизнестойких постличинок.

Лучшие показатели развития роста и выживаемости эмбрионов гигантской креветки получены при 28 °С, личинок – при сочетании температуры 31 °С и солености 12 ‰. Жизнестойкой стадии молодь достигает при длине не менее 5 мм (выращивание при 28-30 °С и плотности посадки 100-500 экз./м²). Такую молодь можно переводить на выращивание в пруды.

Для выращивания пресноводных креветок, в том числе гигантской пресноводной (*Macrobrachium rosenbergii*), подходят мелководные сбросные водоемы (пруды) на юге России (Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская и Астраханская области, Республика Дагестан) с продолжительным (до сентября) вегетационным периодом. Наиболее стабильные результаты дает метод «зеленой воды», позволивший достичь успеха в массовом выращивании креветок. При этом способе часть воды в емкости с личинками регулярно заменяется «зеленой водой» с высоким содержанием фитопланктона (около 1 млн клеток на 1 л), состоящего в основном из зеленых водорослей, в частности морской хлореллы. Использование «зеленой воды» позволяет улучшить качество воды за счет быстрого поглощения водорослями аммония, даже если он присутствует в опасных для личинки концентрациях (0,6 мг/л).

Личинки креветок не могут переваривать фитопланктон, даже если заглатывают его, но водоросли могут служить пищей науплиям артемии, которыми питаются личинки. Высокий уровень качества воды в креветочных питомниках можно поддерживать несколькими способами: подменой воды, сифонированием и добавлением фитопланктона. Выживаемость при этом способе выращивания обычно составляет 50-70%.

Личинки содержатся в бассейнах, уровень воды в которых составляет 25-75 см, соленость - 12‰. С десятого дня выращивания ежедневно подменяют 10-50% воды. Выживаемость личинок составляет 10-50%.

Метод интенсивного выращивания личинок в чистой воде (разработан на Таити). По сравнению с обычно применяющимися методами выращивания личинок гигантской

пресноводной креветки этот способ дает возможность содержания личинок при плотности 100 шт/л и выходе постличинок 60 шт/л против не более 50 и 30 шт/л соответственно при традиционных методах. Эта технология требует строгого контроля всех важнейших параметров выращивания — температуры, освещенности, качества воды, условий кормления, профилактики болезней и поддержания их на оптимальном уровне независимо от колебаний внешних условий окружающей среды. Выращивание личинок проводится в закрытом помещении, где емкости располагаются в хорошо освещенных местах. Солоноватая вода готовится и хранится в четырех полиэтиленовых баках вместимостью 10 м³. Бассейны для выращивания личинок на ранних стадиях имеют цилиндрикоконическую форму, объем 2 м³, для более поздних стадий применяются V-образные длинные бассейны вместимостью 5 м³. Все бассейны изготовлены из фибerglassа, стоят на металлических стойках и окрашены в темный цвет, что необходимо для улучшения питания личинок. Распылители воздуха располагаются на дне, чтобы перемешивать воду и пищевые частицы для уменьшения каннибализма. В каждый бассейн подается воздух в объеме 2,6 м³/ч, размер ячейки фильтра на выходе соответствует размеру личинок. Личинки можно было собрать на выходе из бассейна в накопитель вместимостью 10 л.

Для содержания производителей и постличинок используются цилиндрические емкости вместимостью 2 м³ с плоским дном. Для механической и биологической фильтрации в работе замкнутой системы вместимостью 5 м³ используются следующие компоненты: 1) механический фильтр - фанерная коробка (1,3x0,7x0,5 м) с песчаным слоем толщиной 0,1 м (диаметр песчинок 0,1 мм) и система обратного протока для ежедневного промывания песка; 2) биологический фильтр - разгороженная коробка (1,3x0,65x0,6 м) с обломками кораллов толщиной 0,15 м (0 3-5 см), которые при помощи бактерий утилизируют отходы жизнедеятельности (эффективность этого материала в биофильтрах очень высока из-за его сильной пористости и буферных качеств).

Циркуляция воды обеспечивается при помощи насоса, который подает воду через песчаный фильтр в биологический, а в емкость с личинками вода идет самотеком. Соленость воды составляет 12‰. Температура поддерживается в пределах 30-31°C. Соленость регулируется добавлением морской воды, которую хлорируют, отстаивают и пропускают через фильтр из силикатного песка. Для кормления личинок используется науплии артемии и сухой корм, выход постличинок достигает 80 шт/л.

Таким образом, поддержание качества воды на должном уровне является наиболее важным и сложным моментом в выращивании личинок пресноводных креветок.

Другая не менее важная проблема - кормление. Личинки не способны к активному поиску пищи, поэтому в емкости с личинками постоянно должна поддерживаться высокая концентрация пищевых частиц подходящего размера и качества. Лучше всего этим требованиям отвечают науплии артемии. Чаще всего при промышленном выращивании личинок кормят 3-4 раза в течение дня различными неживыми кормами и один раз вечером, после смены воды, науплиями артемии. Последних дают в концентрации 115 шт/мл.

Доказано, что сочетание кормления артемией и искусственными кормами дает лучшие результаты выращивания, чем кормление только артемией. Чаще всего используется протертое мясо рыб, размеры частиц которого увеличивают по мере роста личинок. Этот корм дают личинкам уже со второго-третьего дня. Другие подходящие корма — мясо головоногих, икра рыб, яичная паста или порошок, пшеничная или соевая мука, сухое снятое молоко. Личинки кормят 4 раза в день через каждые 3-4 ч, чередуя рыбный фарш и яичную пасту. На ночь, на пятое кормление, дают науплии артемии. Неживые корма готовят один раз в два-три дня и хранят в замороженном виде. Дают их, разводя водой в соотношении 1:1 и концентрации 0,042-0,21 мл/л корма в день.

Показано, что добавление в корм витамина С в дозе 175 мг на 100 г увеличивает выживаемость личинок на 40%.

Большая часть болезней личинок объясняется их скученностью, плохим качеством воды, низкой температурой, недостаточным содержанием кислорода, неподходящим кормом.

Подращивание постличинок. Первые постличинки креветок появляются обычно на 25 день выращивания, и примерно в течение недели 90% личинок проходят метаморфоз. При коммерческом выращивании невыгодно держать личинки дольше этого времени, и на 30-35 день выращивания фермеры проводят сбор постличинок.

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

Выращивание в прудах и других емкостях. Для товарного выращивания креветок обычно используют земляные пруды площадью 0,1-1 га и глубиной 0,7-1,5 м. Желательно, чтобы пруды были достаточно продуктивны — это необходимо для развития естественной кормовой базы и дает возможность снизить количество корма и удобрений. Высшая водная растительность не должна занимать более 20% площади пруда. Наличие убежища на дне прудов в виде пучков веток способствует лучшему выживанию креветок.

Температура воды не должна падать ниже 20°C, иначе прекращается питание креветок и могут возникнуть различные заболевания, а при температуре ниже 13°C наблюдается их массовая гибель. Верхний предел температуры — 36°C, а оптимальная для роста и развития креветок температура — 28-32°C. Содержание растворенного в воде кислорода должно быть не менее 5 мг/л, уровень нитритов и нитратов не должен превышать 0,2-0,3 и 1-3 мг/л соответственно.

Кроме прудов, выращивание креветок возможно в небольших водоемах, каналах, на рисовых чеках с рисом или без него, а также в садках.

Гигантская пресноводная креветка считается наиболее подходящим видом для выращивания на рисовых чеках, причем выход бывает выше, если ее выращивают одновременно с рисом и подходящими видами рыб. Так, в поликультуре с индийским карпом на рисовых полях получали выход креветки 220-260 кг/га без затрат на ее кормление.

Наиболее интенсивные методы выращивания креветок в России возможны в фермерских хозяйствах при их культивировании в тепловодных хозяйствах, использующих водоемы-охладители ТЭЦ или теплые сбросные воды тепловых электростанций и других предприятий, а также геотермальные воды.

В тропическом, субтропическом, аридном районах креветки чаще всего выращивают в монокультуре при высокой плотности посадки — 60-100 тыс. шт/га. Пруды не спускают, проводят регулярные селективные обловы и периодически подсаживают постличинок. Кормят креветки различными искусственными кормами с содержанием протеина не менее 30% и липидов не менее 5%. Норма кормления до 30 кг/га в сутки. Продуктивность увеличивается во второй и третий годы эксплуатации пруда (по сравнению с первым годом) за счет повышения плодородия почвы дна и развития естественной кормовой базы. Урожай при таком методе выращивания колеблется от 500 до 4000 кг/га.

При монокультуре креветок возникают проблемы экологической нестабильности в прудах - часто происходит излишнее развитие планктонных водорослей и нитчатки, в результате чего ухудшается кислородный режим. Питаясь, креветки используют только дно пруда, а вся толща воды остается незанятой. Кроме того, при высокой плотности посадки, применяемой при монокультуре, значительная часть креветок не достигает товарного размера. Эти проблемы в значительной степени могут быть разрешены при выращивании креветок в поликультуре с рыбами подходящих видов.

При подборе рыб и беспозвоночных для этой цели необходимо учитывать их спектр питания, занимаемые экологические ниши, размерные соотношения и необходимость их введения в поликультуру.

Вопросы для самостоятельно изучения:

1. Потенциальные объекты культивирования среди морских креветок.
2. Биология японской креветки (*P. japonicus*).
3. Особенности биотехнологии выращивания японской креветки.
4. Возможные методы выращивания японской креветки в условиях Азово-Черноморского бассейна.
5. Биология гигантской пресноводной креветки (*M. rosenbergii*).
6. Возможные методы выращивания гигантской пресноводной креветки в условиях Азово-Черноморского бассейна.

Вопросы для самоконтроля:

1. Чем обоснован выбор японской креветки для культивирования в Азово-Черноморском бассейне?
2. Какие основные трудности возникают в процессе культивирования морских креветок?
3. Особенности биотехнологии выращивания гигантской пресноводной креветки.

Темы рефератов:

1. Характеристика ракообразных как объектов культивирования и методы их выращивания.
2. Биотехнология выращивания посадочного материала морских креветок.
3. Виды креветок, являющиеся основными объектами культивирования.
4. Биотехнология выращивания посадочного материала морских креветок.
5. Кормление креветок при товарном выращивании

Литература [5,16,17]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8 ЗАПАСЫ МАКРОВОДОРОСЛЕЙ И МОРСКИХ ТРАВ. МЕТОДЫ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ.

Целью данного занятия является знакомство с особенностями добычи и культивирования макрофитов: бурых, красных и зеленых водорослей, а также морских трав.

Рабочее задание:

1. Изучите виды макрофитов – потенциальных объектов для добычи и культивирования, их хозяйственное значение.
2. Ознакомьтесь с особенностями культивирования красных, бурых и зеленых водорослей.
3. Составьте схему работ при культивировании водорослей с указанием всех технологических параметров, зарисуйте схему выращивания водорослей.
4. Оформите отчет о проделанной работе в соответствии с требованиями.
5. Ответьте на контрольные вопросы.

Теоретическая часть

Водоросли-макрофиты Черного моря - уникальная морская флора. Всего в Черном море встречается более сотни макрофитов. Наибольшую ценность представляют: филлофора, цистозира, ульва, порфира, зоостера, кладофора, энтероморфа. Все макроводоросли в Черном море представлены тремя типами: зелеными, бурыми и

красными (багрянками). Макрофиты широко используются в народном хозяйстве, это источники топлива, метана, многие используются в пищу, в качестве биофильтров.

Бурые водоросли. Особую ценность представляют водоросли рода *Cystoseira*, которые относятся к промысловым видам макрофитов в Черном море. *C. barbata* содержит ряд ценных органических и неорганических соединений, среди которых преобладают альгиновые кислоты. В клетках этой водоросли выявлено также 3,2 % маннита, 4,95 % галогенов (0,6 % брома и 0,08 % йода), фукоксантин и др. Эти биологически активные вещества проявляют антисклеротическое, кровоостанавливающее и гипотензивное действие, используются при лечении ожирения.

Цистозира пригодна для производства альгиновой кислоты. Соли альгиновой кислоты (альгинаты) широко применяются в различных отраслях промышленности. Одиночно цистозире можно использовать при атеросклерозе, гипертонии, гипотиреозе, сахарном диабете, ожирении.

Цистозира имеет большое промышленное значение. Наиболее значительные её скопления сосредоточены на глубине от 1 до 3 м, наименьшие – с 15 до 18 м. Доля водоросли в общих запасах снижается с глубиной с 94 до 8 %. Запас ее биомассы (фитомассы) максимален на глубине 0,5-1 м, но существенно варьируют в разных районах Черного моря.

Красные водоросли. Объектами культивирования для получения желирующих веществ в пищевых целях являются несколько видов красных водорослей: порфиры, грацилярии и эухеумы, реже анфельция, хондрус, гелидиум, фурцеллярия, хипнея, глойопелтис, родимения и другие виды.

Процесс выращивания красных водорослей. Субстратом для выращивания порфиры служат сети из синтетических материалов длиной 15-45 м и шириной 1,2-2,4 м, с ячейей 15x15 см, натянутые на бамбуковые рамы. Рамы в горизонтальном положении крепят на вбитые в дно шесты с таким расчетом, чтобы в прилив они затоплялись, а в отлив обсыхали, или сооружаются установки полуплавающего или плавающего типа. Культивирование грацилярии неприкрепленной формы ведут тремя способами: первый - на дне мелководных, хорошо прогреваемых лагун и искусственно вырытых прудов; второй — на сетях и веревках в толще воды; третий - в специальных емкостях в строго регулируемых условиях. При выращивании в море неприкрепленной формы анфельции ее подсевают на участки пласта, сильно нарушенные промыслом, а также создают новый пласт в местах с условиями окружающей среды, благоприятными для развития этой формы анфельции.

В Черном море наиболее ценным промысловым объектом являются красные водоросли рода филлофора. В прошлом веке филлофора широко добывалась в СССР для производства агароидных веществ. Запасы её на знаменитом «филлофорном поле Зернова» составляли более 9 млн. т. сырой массы. Одесский агаровый завод после реконструкции в 1970 г. мог вырабатывать свыше 1000 т. агароида в год. Агароид филлофоры (20-25 %) отличается от агара анфельции большим содержанием йода (до 2 %) и более низкой желирующей способностью (в 2-3 раза). Черноморская филлофора представляет большой интерес как источник ценных полисахаридов, обладающих уникальными студнеобразующими, стабилизирующими, загущающими свойствами.

В 80-90-е годы прошлого столетия резко ухудшилась экологическая ситуация в Черном море, что привело к почти полной гибели филлофоры на северо-западном шельфе. В 2008 году был создан Ботанический заказник для сохранения в пределах прежнего поля бентосных сообществ красных водорослей рода *Phyllophora*. Благодаря этому, а также некоторой стабилизации и снижению уровня загрязнений, в 2015 году отмечена устойчивая тенденция к восстановлению зарослей филлофоры на прежней территории «поля Зернова» и видового состава фитобентоса. Параллельно с восстановлением филлофоры в природных условиях перспективно ее культивирование в морских заливах

В настоящее время ведутся работы по культивированию красных водорослей Черного моря в искусственных условиях.

Грацилярия. Грацилярия (*Gracilaria*) используется для получения агара. Искусственно выращивают пять видов грацилярии.

У берегов нашей страны промысловых скоплений этой водоросли нет. Северная граница распространения этой тепловодной формы - Японское и Черное моря. Жизненный цикл грацилярии длится 4-5 мес. Она обладает высоким темпом роста, нетребовательна к условиям среды, эвритермна (8-30°C), эвригалинна (5-35 ‰), произрастает на глубинах 0,5-4 м даже в загрязненных водах. Способна образовывать полиплоиды, что открывает широкие возможности для селекционной работы. Дает высокий выход агара хорошего качества (29-35 % сухой массы водоросли). Все это делает грацилярию весьма перспективным объектом для разведения и выращивания.

Известны две формы грацилярии: прикрепленная (Японское море) и неприкрепленная (Черное море). Неприкрепленная форма грацилярии обычно стерильна и размножается только вегетативно. В цикле развития прикрепленной грацилярии происходит чередование изоморфных поколений: гаметофита и спорофита, размножение половое, бесполое, вегетативное.

Грацилярию неприкрепленной формы культивируют тремя способами: на дне мелководных, хорошо прогреваемых лагун и искусственных прудов; на сетях и веревках в толще воды; в специальных емкостях в строго регулируемых условиях.

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

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

Грацилярию можно выращивать в монокультуре или поликультуре с креветками и крабами. Урожайность сухой водоросли достигает 3-10 т/га. При выращивании грацилярии на веревках и сетях пучки растений вплетаются в них. Сети и веревки с вплетенными растениями располагают в толще воды на глубине 0,5-1 м. Урожайность достигает 3,5 кг сырой водоросли в год с 1 м веревки.

При выращивании грацилярии в емкостях в регулируемых условиях при плотности посадки 2-3 кг сырой водоросли на 1 м² можно получить урожайность до 24 т/га сухой водоросли в год.

Одна из основных проблем выращивания грацилярии в Японском море - получение посадочного материала. Естественные заросли грацилярии там малочисленны и не могут обеспечить ее промышленное культивирование посадочным материалом при вегетативном размножении.

В Черном море в толще воды на веревочных субстратах грацилярия растет круглогодично, максимальный рост приходится на август - октябрь.

Зеленые водоросли. Зеленые водоросли (*Chlorophyta*) широко распространены во всех морях и океанах в супралиторали, литорали и сублиторали до глубины 20-30 м. Размеры зеленых водорослей колеблются от нескольких сантиметров до 1 м и более. Их биомасса обычно составляет сотни граммов на 1 м², но может достигать и нескольких килограммов. Размножение вегетативное, бесполое и половое. Зеленые водоросли разводят преимущественно в странах Юго-Восточной Азии и используют в пищу, так как они содержат до 26 % белка. Их используют в качестве удобрений и для очистки сточных вод, в том числе и от тяжелых металлов. Главные объекты культивирования среди зеленых

водорослей - монострома (*Monostroma*), ульва (*Ulva*), энтероморфа (*Enteromorpha*), каулерпа (*Caulerpa*), кладофора (*Cladophora*) и др.

При культивировании зеленых водорослей используют сети, устанавливаемые в литоральной зоне и на мелководных участках морей (эстуариях, устьях рек и др.). Зеленые водоросли выращивают самостоятельно или совместно с порфирой. С одной сети размером 18 x 2 м снимают три урожая в год, а всего - около 26 кг сырых зеленых водорослей.

В Азово-Черноморском бассейне перспективно культивирование ульвы, энтероморфы, кладофоры и др.

Морские травы. Семейство Взморниковых – морских трав в Черном и Азовском морях представлен двумя видами – *Zostera marina* L. и *Z. noltii* Hornem (малая морская трава). Это экологическая группа высших цветковых растений, жизненный цикл которых полностью проходит в водной среде. По ботанической классификации они не являются собственно травами и получили свое название из-за обширных подводных зарослей, которые напоминают луга наземных злаков.

Все виды взморниковых обычно растут большими колониями, преимущественно в морских заливах. Их длинные горизонтальные корневища, закрепленные в морском дне, несут вегетативные побеги с линейными листьями шириной 0,3-15 мм и длиной до 1,5 м. Подрод *Zostera* широко распространен в внутритропической части северного полушария.

Оба вида являются промысловыми объектами, они традиционно относятся к растительным ресурсам, которые используются в сельском хозяйстве, промышленности и медицине. Это обусловлено характерными физико-химическими свойствами морских трав.

В состав зостеры входят экстрактивные вещества, минеральные элементы, азотсодержащие вещества, углеводы, лигнин. Содержание эфирорастворимых веществ незначительно, однако оно колеблется в широких пределах и зависит от времени вегетации и условий произрастания.

Зостера характеризуется благоприятным соотношением макро- и микроэлементов, в ней много витаминов группы В, обнаружен каротин, аскорбиновая кислота и другие ценные вещества

Это позволяет рассматривать зостеру как перспективное сырье в качестве составной части кормосмесей и комбикормов, для пополнения пищевой ценности рациона сельскохозяйственных животных.

В Крыму традиционно используют штормовые выбросы морских трав, применяя их в качестве удобрения или для утепления сельскохозяйственных построек и защиты их от грызунов, а также для изготовления подушек, матрасов, для упаковки яиц, предметов мебели и других хрупких предметов.

Кроме этого, получены образцы отделочных термоизоляционных плит повышенного качества, что позволяет считать штормовые выбросы перспективным сырьем для производства строительных материалов.

В медицине полисахариды из морских трав (зостерин и зостераты) широко используют в качестве энтеросорбентов тяжелых металлов и их радионуклидов для лечения желудочно-кишечных заболеваний. Зостерин применяют в качестве стабилизатора структурированных пищевых продуктов, лечения ожирения и других заболеваний в качестве различных биологических добавок.

Зостера является промысловым видом.

Виды рода *Zostera* включены в «Перечень видов водных биоресурсов, в отношении которых осуществляются прибрежное рыболовство» (Приказ Минсельхоза России от 03.04.2013 № 165 (в ред. Приказа Минсельхоза России от 27.01.2014 № 22) введено Приказом Минсельхоза России от 05.08.2015 N 342). В некоторых местах обитания виды зостеры нуждается в защите и контроле промысла

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Ценность красных водорослей, основные виды.
2. Что необходимо учитывать при подборе видов водорослей для культивирования?
3. Объемы выращивания морских водорослей и пути использования продукции из них.
4. Методы восстановления запасов водорослей-макрофитов в Азово-Черноморском бассейне.
5. Важнейшие факторы среды, влияющие на развитие и урожай морских промысловых водорослей
6. Состав культивируемых бурых водорослей, основные виды, методы культивирования.
7. Основные виды зеленых водорослей, перспективных для культивирования.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие макрофиты являются перспективными объектами культивирования в Азово-Черноморском бассейне?
2. Биология грацилярии, филлофоры, порфиры.
3. Получение рассады водорослей, способы выращивания.
4. Биотехника культивирования филлофоры в Черном море.

Темы рефератов:

1. Биотехнология выращивания красных водорослей.
 2. Перспективы выращивания для пищевых целей зеленых водорослей в Азово-Черноморском бассейне.
 3. Использование и сохранение запасов цистозиры и зостеры.
- Литература [7, 11]

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9 КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ЖИВЫХ КОРМОВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ МАРИКУЛЬТУРЫ

Целью данного занятия является изучение особенностей культивирования одноклеточных водорослей и беспозвоночных – живых кормов для объектов марикультуры

Рабочее задание:

1. Внимательно прочитайте данное методическое руководство и конспекты лекций по изучаемой теме.
2. Изучите биотехнику культивирования одноклеточных морских водорослей.
3. Изучите методы культивирования спирулины и использование ее в качестве пищевой добавки при выращивании рыб.
4. Изучите биологию и методы культивирования коловратки – наиболее часто используемого вида живого корма в марикультуре.
5. Изучите биологию жаброногого рачка артемии и методы получения науплий .
6. Изучите биологию копепод – наиболее ценного живого корма для объектов марикультуры.
7. Ознакомьтесь с методами культивирования копепод.

Теоретическая часть.

При разведении морских рыб и некоторых промысловых беспозвоночных выращивание живых кормов является обязательным звеном, так как обеспечение подходящим кормом личинок в первые недели жизни – наиболее узкое место в процессе

их выращивания до жизнестойких стадий. К организмам, перспективным для использования в качестве живого корма и технологичным с точки зрения их массового разведения, относятся: ряд зеленых, золотистых и диатомовых водорослей; коловратки, копеподы, инфузории, жаброногий рачок артемия, копеподы - представителя морского и солоноватоводного зоопланктона.

Пищевая ценность живых кормов для рыб разных экологических групп

В настоящее время разработана технология индустриального получения и подращивания молоди ценных морских видов рыб семейства кефалевых, созданы основы биотехнологии производства посадочного материала для лиманных хозяйств, для выращивания в моно- и поликультуре с рыбами пресноводного комплекса. Однако рыбоводы нередко сталкиваются с определенными трудностями, особенно при выращивании морских видов рыб в первые годы жизни. Так, например, выживаемость сеголетков пиленгаса в пресноводных прудах не превышает 30-40% [32], темп роста часто низкий, снижается и вкусовое качество товарной продукции. Связано это очевидно с тем, что для этих генеративно морских видов рыб необходимы корма, соответствующее пищевым потребностям вида. Как известно, для личинок морских видов рыб большое значение имеет полноценность липидного питания, поскольку для многих из них наличие в кормах достаточного количества высоконенасыщенных жирных кислот ω 3 (ВНЖК ω 3) являются важнейшим фактором выживания [3] (Watanabe et al, 1983). В естественных условиях их источником являются морские одноклеточные водоросли. В то же время, пресноводный зоопланктон беден этими компонентами, а в искусственных карповых и форелевых кормах (которые чаще всего используются при выращивании пиленгаса), по всей видимости, их недостаточно. Следовательно, для повышения эффективности товарного выращивания пиленгаса, как в пресных, так и соленых водоемах, необходимы корма, соответствующие его пищевым потребностям в воде разной солености. В связи с этим необходимы исследования по оценке пищевых потребностей рыб разных экологических групп.

Как известно, для личинок морских видов рыб большое значение имеет полноценность липидного питания, поскольку для многих из них наличие в кормах достаточного количества высоконенасыщенных жирных кислот ω 3 (ВНЖК ω 3) являются важнейшим фактором выживания [3]. В естественных условиях их источником являются морские одноклеточные водоросли. По данным ряда авторов [1, 9], добавление одноклеточных водорослей в выростные бассейны благоприятно отражается на росте и выживаемости личинок в период кормления их живыми кормами.

Биомассу водорослей добавляют в искусственные корма лососевым, камбаловым и рыбам других видов с целью обогащения кормов минеральными солями, витаминами, ростовыми веществами [2].

Наиболее ценны микроводоросли при использовании в живом виде, поскольку, кроме белков, жиров, углеводов, несут в себе биологически активные вещества, витамины, ферменты.

В настоящее время для целей марикультуры чаще всего культивируют и используют микроводоросли следующих видов: Chlorophyceae (зелёные): *Chlorella* sp.f. Marina, *Platimonas viridis* Butch., *Dunaliella tertiolecta* Dr.; Bacillariophyceae (диатомовые): *Nitzschia closterium*, *Phaeodacylum tricorutum* Bohl; Chrysophyceae (золотистые): *Monochrysis lutheri* Dr., *Isochrysis galbana*.

9.1. Культивирование микроводорослей. Культивируемые водоросли должны иметь высокую кормовую ценность для организмов следующего трофического уровня и отвечать требованиям интенсивной или массовой культуры: обладать способностью к быстрому накоплению биомассы, быть устойчивым к возможным изменениям условий среды, фото- и терморезистентными, стабильными генетически и по химическому составу биомассы, лишены вселенцев.

В практике марикультуры широко используются *Chlorella sp.f. marina*, *Monochrysis (Pavlova) lutheri*, *Dunaliella tertiolecta*, *Platymonas (Tetraselmis) viridis*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Isochrysis galbana*.

Водоросли и продукты их переработки могут применяться в нативном (живом) виде и в виде сухого порошка.

Для хранения водорослей на жидких и агароизованных средах, а также для выращивания их в бутылках, колбах, полиэтиленовых мешках, бассейнах следует использовать среду Уолна или Гольдберга, последнюю – в модификации Кабановой. Питательные среды готовят на трижды стерилизованной при 70°C морской воде.

На первом этапе водоросли выращивают в накопительном режиме. Начальный засев составляет $20 \cdot 10^6$ кл/мл. Через семь дней плотность культуры достигает в среднем $80\text{--}90 \cdot 10^6$ кл/мл. Культуру сливают и используют на засев 20-литровых бутылей на средах Уолна, Тамия с добавлением мочевины, сред с удобрениями. Культивирование осуществляется при круглосуточном и естественном освещении 3-5 тыс. люкс, непрерывном барбатаже воздухом и трехразовом пропускании углекислоты в течение суток (по 3 минуты). При достижении культурой максимальной плотности ежедневно производится слив 10% объема суспензии, который используется для засева выростных емкостей с личинками рыб, кормления коловраток, личинок моллюсков и выращивания креветок. С целью получения наибольшего количества биомассы для культивирования водорослей используются культиваторы.

Для удовлетворения пищевых потребностей объектов марикультуры можно получать биомассу микроводорослей заданного химического состава. Один из перспективных объектов для осуществления направленного биосинтеза - золотистая водоросль монохризис, обладающая пластичным обменом. В результате варьирования условий выращивания удается получать биомассу монохризиса "липидного" или "белкового" характера. Направленный биосинтез микроводорослей перспективен как для рыбного хозяйства, так и для других отраслей, использующих продукты биосинтеза (фармацевтической, микробиологической, медицинской и др.).

9.2. Методы культивирования спирулины. Синезеленая водоросль *Spirulina platensis* – мелкая водоросль, имеет большие размеры клеток – от 250 до 500 мкм. Она подвижна, содержит воздушные вакуоли, за счет чего взрослые особи всплывают на поверхность.

Спирулина содержит физиологически сбалансированный состав белков, углеводов, витаминов, аминокислот, микро – и макроэлементов, эссенциальных жирных кислот и др. Спирулина является универсальным биопротектором и биокорректором, который обеспечивает надежное устранение свыше 300 болезней на самых различных стадиях. Спирулина в естественных условиях растет в озерах со щелочной направленностью, сдерживающей рост других микроорганизмов. На поверхности озера растет до тех пор, пока эта поверхность не станет столь плотной, что перестает пропускать свет, необходимый для её роста. В настоящее время спирулину производят и потребляют более чем в 60 странах мира.

Спирулина является универсальным биопротектором системного действия, который обеспечивает надежное устранение многих патологий в развитии молоди рыб на самых ранних стадиях. Она обогащена макро- и микроэлементами, необходимыми для нормального течения всех обменных процессов в организме молоди рыб. В спирулине в оптимальных соотношениях сконцентрированы важнейшие витамины – А, В₁, В₂, В₃, В₆, биотин, фолиевая кислота В₉, инозитол, пантотенат, С и Е витамины и не синтетические, как в обычных поливитаминах, а натуральные, синтезированные живыми клетками.

Интерес к синезеленой водоросли –цианобактерии спирулине *Spirulina platensis* = *Arthrospira platensis* или *Spirulina maxima* = *Arthrospira maxima* [29-31], как кормовой добавке в рацион не только человека, но и многих сельскохозяйственных животных, в том

числе и рыб, определяется ее уникальным биохимическим составом (табл. 2). Спирулина содержит до 70% высококачественного белка, представленного всеми незаменимыми аминокислотами, комплекс витаминов, в том числе β -каротин (1 700 мг/кг), витамины группы В (В₁, В₂, В₃, В₅, В₅ и особенно В₁₂, большое количество макро- и микроэлементов в биодоступной органической форме. Усваиваемость белка спирулины составляет 85–90%, что выше, этого значение для молока. Спирулина содержит функциональные вещества – фикоцианин, полисахариды, β -глюкан, сульфолипиды, полиненасыщенные жирные кислоты, среди которых особенно ценные линолевая (до 14000 мг/кг), γ -линоленовая (до 12000 мг/кг), арахидоновая и эйкозопентаеновая.

Согласно литературным данным в умеренном климатическом поясе спирулину можно выращивать в теплицах в течение всего года при незначительных затратах низкопотенциального тепла (подогрев грунта) с продуктивностью 7–12 г сухой биомассы с 1 м²/сутки. В субтропических и полупустынных зонах в течение 6–7 месяцев ее можно выращивать на открытом воздухе, а в зимние месяцы – переходить на выращивание в условиях теплиц.

Биотехнологические нормативы культивирования спирулины

Интенсивное культивирование спирулины

Концентрация биомассы при начальном засеве, г/л	не менее 0,5
Концентрация СО ₂ в газовой смеси, %	3-5
рН	9-11
Температура, °С	28-35
Освещенность, клк	10-120
Длина светового дня, ч	полный световой день
Длительность накопительного культивирования, сут	3-5
Вместимость культиваторов, л	до 400-1000
Площадь водного зеркала, м ²	2-16
Высота слоя среды, м	0,15-0,20

Съем урожая спирулины

Количество съемов продукции в течение месяца	10
Концентрация биомассы водорослей при съеме, г/л	5-33 (в среднем 20)
Содержание влаги в пасте, %	50-60
Температура высушивания в сушильном шкафу, °С	56±2

Состав солей и удобрений на 1 т среды

Бикарбонат натрия, кг	8-12
Техническая мочеви́на, кг	0,3-0,5
Динитроаммофос, кг	0,2-0,4
Скважинная вода соленостью 15‰, л	75
Витамин В ₁₂ , кг	0,01

Спирулину выращивают в открытых и закрытых фотокультураторах. Существуют проекты по выращиванию спирулины в гигантских фермах на побережье морей и океанов, где в качестве энергоисточника для обслуживания плантации служат различные возобновляемые источники энергии (солнечные пруды, солнечные коллекторы и др.). В последние годы, например, предложено выращивать адаптированную к морской воде спирулину в интразональных биомах литоралей – мангровых лесах, формирующихся в приливно-отливной полосе морей и океанов. В этом случае спирулина выступает первым

звеном трофических цепей в технологиях аква- и марикультуры по выращиванию креветок, моллюсков, сардин, тилапии и других видов промысловых рыб.

В лаборатории возобновляемых источников энергии МГУ им. М.В. Ломоносова была разработана технология крупномасштабного выращивания микроводоросли спирулины. Опыты показали, что в умеренном климатическом поясе спирулину можно выращивать в теплицах в течение всего года при незначительных затратах низкопотенциального тепла (подогрев грунта) с продуктивностью 7–12 г сухой биомассы с 1 м²/сутки. В субтропических и полупустынных зонах в течение 6–7 месяцев ее можно выращивать на открытом воздухе, а в зимние месяцы – переходить на выращивание в условиях теплиц.

Питательная среда, используемая для производства спирулины, является раствором минеральных солей в воде. Эта жидкость должна снабдить спирулину всеми химическими элементами, в которых она нуждается. РН фактор питательной среды (то есть, ее уровень щелочности) должен быть между 8 и 11. Есть различные рецепты для

9.3. Коловратки. Культивирование коловраток. Из различных видов зоопланктона наиболее распространенным кормом для личинок многих видов морских рыб и некоторых беспозвоночных является солоноватоводная коловратка *Brachionus plicatilis* Muller. Небольшой размер (100...300 мкм) и относительно мягкие покровы делают ее подходящим кормом для личинок с малым раскрытием рта в первые недели жизни.

Химический состав коловраток очень лабилен: его изменение происходит в течение нескольких часов в зависимости от качества корма, что открывает большие возможности для направленного формирования химического состава коловраток, соответствующего потребностям гидробионтов, питающихся коловратками.

Как объекты культивирования коловратки достаточно технологичны: они очень пластичны в отношении условий окружающей среды (концентрация и химический состав солей, температура, освещенность, рН, плотности популяции (более 1000 экз/мл).

Коловратки – мелкие водные беспозвоночные, относящиеся к типу первичнополостных червей, классу – коловраток, размерами от 40 мкм до 2 мм, преимущественно обитатели пресных вод, некоторые живут и в морских водах. Название класса происходит от присутствующего на головном отделе коловращательного аппарата, с помощью которого они передвигаются.

Коловратка - *Brachionus plicatilis* O.F. Muller, 1786, используемая для кормления личинок морских рыб, приобрела значение наиболее употребляемого живого корма для питания личинок малого размера [47].

Br. plicatilis принадлежит к гетерогонному виду. Общепринятая схема гетерогонии (чередование партеногенетического и двухполого размножения) и предполагает участие в размножении двух категорий самок – миктических и амиктических [1]. Самки имеют размеры от 100 до 400 мкм, самцы - 20-40 мкм, ювенильные особи – 10-80 мкм. Амиктические самки не способны к оплодотворению, они производят и вынашивают диплоидные (2N) амиктические яйца, из которых выклеваются либо амиктические самки, (в зависимости от условий), либо миктические самки, способные к однополному или двуполому размножению. В первом случае самки вынашивают гаплоидные (N) миктические яйца, из которых развиваются самцы. В случае оплодотворения миктической самки откладываются диплоидные покоящиеся яйца, из которых после латентного периода появляются амиктические самки. Миктические и амиктические самки, присутствующие в культуре, внешне различаются по наличию определенного типа яиц. При смешанном размножении в популяции коловраток имеются самцы и самки всех категорий: ювенильные, амиктические, миктические оплодотворенные с покоящимися яйцами и неоплодотворенные, а также самки в пострепродуктивном периоде – сенильные (Рис. 5). Наличие разных стадий жизненного цикла и их соотношений характеризует состояние культуры коловраток. Высокий темп размножения амиктических самок, дающих партеногенетические поколения, позволяет популяции достигать больших плотностей. Миктические самки,

откладывающие покоящиеся яйца, обеспечивают сохранность вида в неблагоприятных условиях среды .

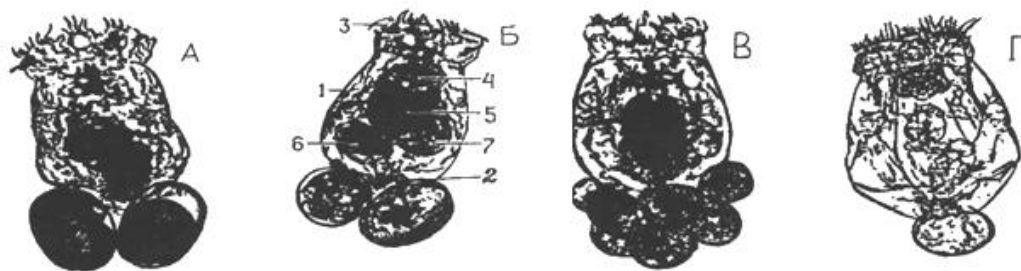


Рис. 5. Коловратки *Brachionus plicatilis*: А - самка с покоящимися яйцами; Б - самка с амиктическими яйцами; В - самка с миктическими яйцами, из которых развиваются самцы; Г - самка с мелким амиктическим яйцом: 1- панцирь; 2 - основание ноги; 3 - коловращательный аппарат; 4- мастакс (челюстной аппарат); 5 - желудочек; 6 - кишечник; 7- созревающий фолликул

При культивировании следует избегать условий, при которых доминируют миктические самки, поскольку их покоящиеся яйца имеют латентный период. Амиктические самки с партеногенетическими яйцами составляют основу здоровой, быстро размножающейся популяции коловраток. Переход к двуполому размножению является признаком неблагополучия в культуре, при этом доля миктических самок превышает 10%. Миктические яйца на самцов и амиктические не имеют длительной покоящейся стадии, и молодь в зависимости от температуры может появиться через несколько часов или дней .

Необходимость в аквакультуре коловраток возникла с развитием искусственного воспроизводства рыб. Тогда же появилась потребность в получении длительно «вегетирующей» культуры коловраток, как естественного стартового пищевого корма. Коловратки, как известно, являются полноценной пищей для личинок рыб в первые дни их активного питания, что способствует быстрейшему формированию ферментативной системы и повышению их жизнестойкости .

Пищевая ценность коловраток и способы ее улучшения. Объем информации о культивировании коловратки для личинок морских рыб огромен. Коловратку культивируют как в лабораторных, так и в промышленных условиях. Наиболее важные исследования проведены учеными Японии.

Массовое культивирование коловраток вначале проводили, используя в качестве кормового организма только микроводоросли. В 70 гг. для выращивания коловраток стали применять хлебные дрожжи (*Sacharomyces cerevisiae* или *S. elipsoides*). С использованием хлебных дрожжей плотность культуры коловраток возросла в десятки раз, по сравнению с той, что отмечалась при содержании их на микроводорослях. Этим добились сокращения трофической цепи и повысили экономическую эффективность выращивания живых кормов. Однако коловратки, культивируемые на дрожжах, часто являлись причиной высокой смертности личинок рыб. Было установлено, что высокую смертность личинок рыб можно предупредить, если культивировать коловраток совместно на дрожжах и морских микроводорослях, или сначала на дрожжах, а затем на микроводорослях.

Наиболее поразительные и существенные различия оказались в содержании ВНЖК в коловратках в зависимости от их корма. Коловратки, культивированные с дрожжами, имели очень низкий уровень $\omega 3$ высоконасыщенных жирных кислот (ВНЖК $\omega 3$) таких как 20:5, 22:6 $\omega 3$ и высокий - высокомономерных жирных кислот, таких как 16:1 и 18:1 $\omega 3$. Они же, культивированные с морской хлореллой, содержали большое количество 20:5 $\omega 3$, которая является одной из незаменимых ВНЖК для морских рыб. Эти результаты могут объяснить, почему коловратки, культивируемые с дрожжами всегда более низкого качества, чем при культивировании с морской хлореллой в отношении их пищевой ценности, как живого корма.

Исследования взаимосвязи пищевой ценности живых кормов и используемых кормовых организмов показали, что содержание в живых кормах ВНЖК ω_3 , таких как 20:5 ω_3 и 22:6 ω_3 , является основным фактором их пищевой ценности. Основываясь на этих результатах, был выведен новый вид дрожжей, названный ω -дрожжами. Новый сорт дрожжей был получен путем добавления рыбьего жира и жира печени каракатицы в среду культивирования хлебных дрожжей. Живые корма культивируемые на ω -дрожжах имели даже лучшую пищевую ценность, чем выращиваемые на морских микроводорослях.

Если в систему вводились ω – дрожжи или гомогенизированные эфиры ВНЖК ω_3 , то пищевая ценность полученной коловратки, позволяла с успехом применять ее для выращивания личинок морских рыб. Так появилась возможность культивирования коловраток с использованием искусственно составленной пищи, с неизменно высокой пищевой ценностью и уменьшить стоимость продукции. С этой же целью был разработан метод инкапсулирования. При этом методе коловраток культивируют с использованием искусственного корма в виде микрочастиц, капсулированных в белковую оболочку с нейлоновой сшивкой.

Было доказано, что коловратки легко ассимилируют ВНЖК ω_3 и жирорастворимые витамины из кормовых организмов. Используя разные методы, оказались возможным повысить пищевую ценность живых кормов путем ассимиляции ими из культуральной среды не только высоконенасыщенных жирных кислот ω_3 , но и жирорастворимых витаминов вместе с липидами. Все выше перечисленные методы (прямой, косвенный, единой пищевой цепи, инкапсулирования) успешно применяются в Японии для повышения пищевой ценности любого зоопланктона при выращивании морских рыб.

Таким образом, коловратка *Brachionus plicatilis* является одним из наиболее распространенных живых стартовых кормов в марикультуре. Интенсификация развития аквакультуры в мире и появление рыбных ферм в Китае, Японии, Средиземноморье стало возможным после усовершенствования технологии культивирования данного вида. Современные стартовые корма на основе коловраток представляют собой культуру этих первичнополостных животных, обогащенных липидами и витаминами, поэтому они пользуются большим спросом. Однако при их производстве все еще существует много проблем, связанных как с гигиеническим состоянием культуры (опасность развития патогенной микрофлоры), так и пищевой ценностью, что отражается на жизнеспособности личинок рыб. Поэтому технология культивирования коловраток в промышленных масштабах все ещё требует улучшений и дальнейшего совершенствования, в частности, с привлечением достижений микробиологии и биохимии

Методы и способы культивирования коловраток. Массовое культивирование коловраток может осуществляться несколькими методами. Один из них - непрерывный метод, использовавшегося при культивировании микроорганизмов. Для непрерывных культур характерно постоянство объема среды, а также постоянная подача корма, отвод продукции и метаболитов. Существует два способа ведения непрерывного культивирования – хемостат и турбидостат. Кроме того, отмечают такой способ, как квазинепрерывный, который заключается в импульсных подаче и сливе очень малых доз питательной и культуральных сред. Однако многие считают его промежуточным между накопительным и непрерывным, или – разновидностью непрерывного. Кроме рассмотренных методов выделяют экстенсивные и интенсивные способы выращивания коловраток.

Бакаевой составлена классификация методов культивирования коловраток, используемых в гидробиологии. Изменение плотности культур во времени при использовании различных методов культивирования представлено на рисунке (рис. 6).

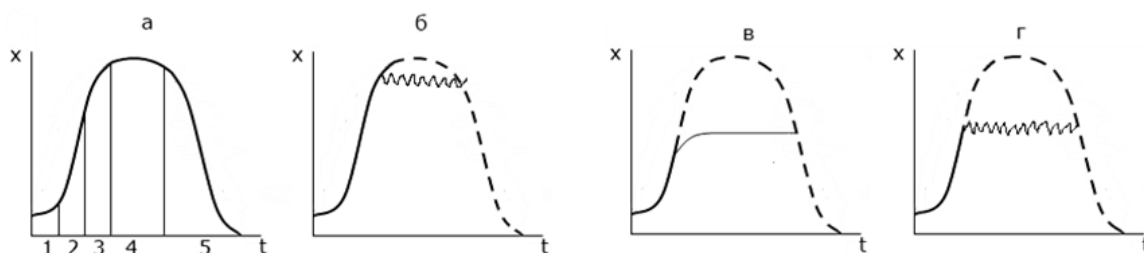


Рис. 6. Изменение плотности культуры организмов (X) во времени (t) при различных методах культивирования [45]: а – периодический (1 – лаг-фаза; 2 – фаза экспоненциального роста; 3 – фаза замедления роста; 4 – стационарная фаза; 5 – фаза отмирания); б – полунепрерывный; в – непрерывный; г – квазинепрерывный.

Методика культивирования коловраток. Массовое выращивание коловратки проводится под открытым небом в прудах, бассейнах или в бетонных танках. Технология их получения включает 3 этапа: выделение маточной культуры, подготовка емкостей для массового выращивания и собственно выращивание гидробионтов.

Выделенную из природных водоемов с помощью планктонной сетки культуру коловраток используют для предварительной разгонки в пластиковых ёмкостях небольших объёмов (1,5 – 2,0 м³). При небольшой плотности первоначального засева (0,5-3,0 экз/мл) уже через неделю культура коловраток может выйти на так называемое «плато» [43] и использована для засева бетонных бассейнов.

Для быстрого разгона культуры коловраток на этом этапе рационально использовать смешанный корм (микроводоросли и сырые дрожжи). Суточная норма внесения их должна составлять не менее 5-13 г/м³ сухого вещества. При этом популяция коловраток может достигать плотностей порядка 100-150 экз/мл, а ее продукция – 6,85 - 15,42 млн.экз/м³ сут.

Одновременно с разгонкой маточной культуры коловраток готовят бетонную ёмкость для массового выращивания. Ее наполняют морской водой, вносят минеральные удобрения и культуру микроводорослей. В качестве удобрения используют суперфосфат и аммиачную селитру, концентрации которых должны составлять 25-30 г/м³. «Цветение» водорослей, как правило, начинается уже на 4-5 сутки после внесения удобрений. В этот момент вносят культуру коловраток из пластиковых бассейнов.

К сбору продукции коловраток приступают при достижении популяцией плотности порядка 30-40 экз/мл. После сбора урожая в бассейн добавляется свежая среда и корм. Соблюдение вышеперечисленных требований позволяет поддерживать культуру коловраток в стадии экспоненциального роста в течение 20-36 дней максимальная численность коловраток за это время может достигать 100-110 экз/мл, а их продукция 4.4-6,6 млн.экз/м³ сут. Сбор продукции осуществляется планктонными сетками с размером ячеей 76 единиц. Собранный урожай концентрируют в небольших объемах, подвергают обработке антибиотиками и используют на корм личинкам рыб.

9.4. Разведение артемии. Артемия относится к типу Членистоногие (Arthropoda), подтипу Жабродышащие, отряду Жаброноги (*Anostraca*), семейству *Arterniidae* и роду *Artemia*.

Артемия (*Artemia salina*) – рачок, живущий в водоемах с высокой концентрацией солей. Обитает в морях, соленых озерах, в основном в теплых местах земного шара. Она неприхотлива в пище, переносит неблагоприятный режим воды, быстро растет, плодовита и охотно поедается молодью рыб.

Артемия является уникальным представителем жаброногих ракообразных, обитающих в пересоленных до состояния рапы лиманах, могут выдерживать соленость

воды до 195 ‰ и концентрацию кислорода до 1 мг/л. В природных условиях они питаются преимущественно одноклеточными водорослями.

Небольшое количество видов артемий (не более 10 в мире) характеризуются общими признаками: удлинённым телом, разделённым на головной, грудной и брюшной отделы. Грудной отдел половозрелой артемии состоит из 11 сегментов, на каждом из которых находится по паре ножек. На наружной стороне каждой ножки расположены по 2–3 лопасти, выполняющие функции дыхательного органа, и одна лопасть, обеспечивающая плавание. На внутренней стороне ножек размещено по шесть лопастей, которые направляют поток воды к ротовой полости. Благодаря такому строению конечности рачков во время движения выполняют одновременно три функции: передвижения, направления тока воды с частицами пищи к ротовой полости и дыхания.

Артемии самый распространённый и универсальный вид живого корма. Они размножаются как половым, так и партеногенетическим (без оплодотворения) способом. При половом размножении уже через 2–3 суток после оплодотворения яйца откладываются в яйцевой мешок, из которого они попадают в воду. Проходя половыми путями, яйцеклетки покрываются твердой оболочкой и превращаются в цисты, которые могут сохраняться до 2-3 лет. Эти цисты, откладываемые самкой, могут переносить неблагоприятные условия и сохраняться длительное время. Именно они и используются в аквакультуре для массового получения однородных науплиев (первой стадии развития артемии после выклева из яйца). После высушивания, цисты содержат от 6 до 10% влаги.

При интенсивном типе получения именно науплии и метанауплии артемий, получаемые в массовом количестве в результате единовременной инкубации в строго контролируемых условиях цист артемий, играют важную роль для обеспечения пищей большого количества мальков морских рыб.

Ценность артемии как кормового объекта определяется:

1. высокой степенью ассимиляции пищи – до 50%
2. высоким содержанием белка в теле рачка (60 %) при значительном уровне незаменимых аминокислот, витаминов, гормонов, каротиноидов.
3. мелкими размерами науплиев (0,3-0,5 мм) и мягким наружным скелетом, что позволяет использовать артемию на ранних стадиях развития личинок.
4. способность к выживанию при высоких плотностях
5. биотические и абиотические факторы среды в течение всего цикла могут оставаться неизменными, что облегчает культивирование.
6. возможность находиться в виде инертного продукта – яиц, которые способны сохраняться годами, и через 1-2 сут. инкубации уже могут быть получены науплии.
7. медленное плавание, делающее науплиев доступным кормом для личинок.



Рис. 7. *Artemia* sp.: а- самка; б - стадия парашютика; в - науплии артемии

Артемия – наиболее используемый в массовых количествах в аквакультуре вид кормового организма, который не требует длительного массового культивирования. Возможность легкого получения единовременно, в течение 24 часов любого количества

однородных по характеристикам (размеру и составу) науплиев артемий (рис. 1.4) из диапаузирующих яиц – сухих цист – сделало артемий наиболее технологичным видом живых кормов, основой распространенных объектов марикультурной промышленности во всем мире. Только что вылупившаяся личинка не сразу освобождается от яйцевой оболочки. Эта стадия получила название "парашютика" (рис. 7.б) или "парашютиста". Эта стадия начинается через 20 часов после начала инкубации. Кормить мальков еще нельзя – оболочки могут забить их кишечник. Впрочем, стадия парашютика длится недолго. Рачки освобождаются от скорлупок и начинают активно двигаться, благодаря резким взмахам антенн. Чтобы обнаружить это, необходимо отключить продувку. Можно также осветить один угол инкубатора.

Науплиусы артемий имеют положительный фототаксис и собираются в светлом углу. Таким образом, можно и собирать их для кормления мальков.

9.5. Копеподы. Характеристика, методы разведения. Подкласс веслоногие – копепода *Copepoda* – веслоногие раки, получившие название по строению грудных лавательных ножек. Он является весьма распространенным и богатым видами подклассом группы низших раков, относится к классу ракообразные – *Crustacea*.

Число видов копепод составляет от 10 до 20 тысяч. Большинство групп копепод — эктопаразиты беспозвоночных и позвоночных животных. Свободноживущие представители отрядов *Calanoida* (каланоиды) и *Cyclopoida* (циклопоиды) — важнейший компонент зоопланктона морей и континентальных водоёмов. Виды отряда *Harpacticoida* (гарпактициды) — обычные представители бентоса и интерстициальной фауны, реже встречаются в планктоне. Ниже рассматриваются в основном строение и образ жизни свободноживущих представителей копепод.

Размеры большинства видов составляют от 1 до 10 мм, есть более мелкие интерстициальные виды и более крупные (до 2—3 см) глубоководные и паразитические.

Тело копепод делится на три тагмы: голову — цефалосому (в копеподологии иногда её называют цефалоторакс, головогрудь), грудь (торакс) и брюшко (абдомен).

У представителей *Cyclopoida* и *Harpacticoida* самцы обычно заметно мельче самок, имеют крючковидно изогнутые, укороченные антенны I, служащие для схватывания и удержания самок при спаривании.

У многих *Calanoida* самки и самцы по размерам не различаются. У самцов имеется одна видоизменённая антенна I, которая называется геникулирующая антенна. Она расширена в средней части и способна «складываться пополам»; как и у циклопов, она служит для удержания самки при спаривании. В отдельных случаях наблюдается половой диморфизм в строении практически любых пар конечностей и сегментов тела.

У копепод полностью отсутствуют специальные органы дыхания, что довольно необычно для членистоногих. Мелкие размеры и обилие выростов, увеличивающие относительную площадь поверхности, а также очень небольшая толщина хитинового покрова позволяют копеподам дышать всей поверхностью тела.

Многие копеподы — типичные представители зоопланктона, имеющие характерные адаптации к жизни в толще воды. Большинство свободноживущих копепод питаются одноклеточными или мелкими колониальными водорослями, которых они отфильтровывают в толще воды, а также донными диатомовыми, бактериями и детритом, которые они могут собирать или соскабливать на дне. При более детальном изучении «фильтрационного» питания копепод с помощью скоростной микрокиносъёмки выяснилось, что многие из них «охотятся» на отдельные клетки водорослей, которые отлавливают поодиночке. Питающиеся водорослями копеподы запасают энергию пищи в жировых каплях, которые содержатся в их тканях и часто окрашены в желтовато-оранжевый цвет. У полярных видов, питающихся в первую очередь диатомовыми, в период массового весеннего «цветения» объём жировых запасов может достигать половины объёма тела.

Свободно живущие копеподы имеют сперматофорное оплодотворение. Крупные,

сравнимые по размерам с размерами брюшка животного, сперматофоры каланоид переносятся на генитальный сегмент самки во время спаривания при помощи левой пятой ноги самца; на её конце имеются «щипчики», удерживающие бутылковидный сперматофор за суженную базальную часть.

Из яиц копепод выходит личинка ортонауплиус, имеющая три передних пары конечностей — одноветвистые антенны I и двуветвистые антенны II и мандибулы. После первой линьки ортонауплиус превращается в метанауплиуса, у которого имеются зачатки следующей пары конечностей (максилл II).

Копеподы играют исключительно важную роль в водных экосистемах и во всей биосфере. Видимо, они имеют наибольшую биомассу среди всех групп водных животных и почти наверняка занимают первое место по доле во вторичной продукции водоёмов. Как потребители фитопланктона копеподы являются главными консументами I порядка в морях и пресных водах. Копеподы служат основной пищей для многих других водных животных, от стрекающих и гребневиков до усатых китов.

Наиболее изученными представителями этого подкласса являются виды *Diaptomus salinus* и *D.gracilis*. *Diaptomus (Arctodiaptomus) salinus* – обитает в солоноватоводных водоёмах и, по экспериментальным данным, хорошо переносит колебания температуры от 4 до 28 °С и солёность от 10 до 28‰.

Методика культивирования копепод.

Обычно объектами культивирования служат 4 вида копепод: *Tisbe furcata*, *Harpacticus littoralis*, *Acartia clausi* и *Diaptomus salinus* [17, 62, 63]. Они широко распространены, обитают как в Черном, так и в Азовском морях, встречаются круглогодично, эвритермны, эвригалинны.

Работы по культивированию копепод можно проводить в земляных прудах и стандартных рыбоводных лотках объемом до 6 м³, размещенных под навесом. При этом контролируются изменения основных гидрохимических параметров: солёности (в лучших вариантах она изменялась от 10 до 14‰), рН (в пределах 7,7-8,0), температура (от 8 до 28 °С), содержание О₂ (6,0-8,0 мг/л), аммиака (0,2-0,3 мг/л), освещённость (от 800 до 50000 люкс). Круглосуточно осуществляют барботаж среды сжатым воздухом. Удобрения и микроэлементы (суперфосфат 10 - 20 г/м³, аммиачная селитра или мочевины 20 г/м³) вносят в солнечные дни с промежутком в 3-5 дней, до тех пор, пока концентрация микроводорослей не достигнет 50-100 тыс.кл./мл (размеры клеток водорослей до 100 мк). Концентрация бактерий должна составлять не менее 60 – 120 млн.кл./мл, инфузорий 2-3 экз/мл. После этого вносят маточные культуры копепод, которых кормят питательными смесями на основе переработанной органики (коровий навоз, птичье гуано, из расчета 2-3 кг на 20 литров морской воды), или прокипяченного сена (2-3 кг на литр морской воды), процеженных через планктонный газ № 64; добавляют рисовые отруби, просеянные через сито 73 мк или крахмал – 3-5 г/5 л, лизин или метионин – 0,5 мкг/мл; сахарозу или глюкозу – 5 г/5 л, пептон 0,3 г/ 5 л, витамины группы В – 0,03 - 0,08 мкг/мл, молибденово-кислый аммоний 5 г/5 л.

За 8-14 дней плотность *Acartia clausi* обычно достигает не менее 3,6 экз/мл; *Diaptomus salinus* – 2,5 экз/мл; *Tisbe furcata* – 1,9 экз/ мл; *Harpacticus littoralis*- 2,0 экз/мл. После изъятия 1/3 или даже 1/2 продукции численность *A. clausi* восстанавливается за 3-4 дня; *Diaptomus salinus* – за 4 -6 дней, *Tisbe furcata* – за 5-6 дней, *Harpacticus littoralis* – за 6-10 дней.

Таким образом, по массовому культивированию копепод, рекомендуется следующая технологическая схема их выращивания:

1. - исследование биогеохимического состава почвы, гидрохимического состава воды;
2. - внесение удобрений, микроэлементов, биоактивных веществ, минеральных подстилок, для развития простейших бактерий, инфузорий, водорослей;

3. - внесение маточной культуры копепод, видов, наиболее перспективных для выращивания в данном регионе;
4. - интенсивное кормление питательными смесями, разработанными для культивируемых видов;
5. - постоянный гидрохимический контроль за культуральной средой, видовым составом и биофизиологическим состоянием популяции;
6. - регулярное изъятие 1/3 или 1/2 продукции копепод.

Копепода *Calanipeda aquae dulcis*, как и *Arctodiaptomus salinus*, обитает в Азовском море, в распреснённых участках, лиманах и эстуариях рек, впадающих в Чёрное море [64] а также пресноводных, солоноватоводных, солёных (до 20‰) водоёмах и гиперсолёных озерах Крыма. Эти копеподы могут быть использованы как кормовые объекты при культивировании личинок морских рыб. В процессе роста и развития в течение жизненного цикла *C. aquae dulcis*, как и *A. salinus*, проходят 12 стадий: 6 науплиальных (N1-6) и 6 копеподитных стадий (C 1-6), достигая половозрелости на стадии C 6. Основными факторами, влияющими на выживаемость и длительность развития копепод, являются температура, количественные и качественные характеристики питания.

Необходимые плотности засева кормовыми организмами выростных бассейнов с личинками морских рыб. Выращивание личинок ведут в установках с замкнутым циклом водообеспечения. За сутки до внесения икры в бассейн добавляют морские одноклеточные водоросли до концентрации 0,1 млн.кл/мл. В последующие дни ее поддерживают на уровне 0,1 – 0,3 млн.кл/мл.

Кормовые организмы вносят в бассейны на 3-4 день после вылупления личинок. Постоянно 2-3 раза в день контролируют их численность, поддерживая концентрацию трохофор 5-15 шт./мл и коловраток 3-5 шт./мл. На 10-12-ый день после вылупления личинок в бассейны вносят однодневные науплии артемии в концентрации до 1 шт./мл. В течение всего периода выращивания личинок в рацион вводят естественный зоопланктон (науплиальные, копеподитные и взрослые формы акарции, гарпактикоидов и диаптомусов) в концентрации до 1-2 шт/мл. [65].

9.6. Разведение ветвистоусых раков (дафнии, поданы, моины)

Ветвистоусые раки - или кладоцеры (*Cladocera*) - мелкие планктонные ракообразные, один из наиболее многочисленных и разнообразных отрядов класса жаброногих. В настоящее время насчитывается около 400 видов морских и пресноводных ветвистоусых, объединяемых в 82 рода, 15 семейств и 4 подотряда. Наиболее хорошо известные представители отряда - пресноводные планктонные рачки рода дафнии: обыкновенная дафния - *Daphnia pulex*, босмина - *Bosmina longirostris* и др. [66, 67].

У большинства ветвистоусых тело заключено в карапакс в виде двустворчатой раковины. Створка карапакса приоткрыта с брюшной стороны. Карапакс полностью прикрывает всё тело, голова выдаётся вперёд, нередко образуя, например, у дафнии, направленный на брюшную сторону клювообразный вырост. На голове находится один большой фасеточный глаз, образовавшийся слиянием пары сложных глаз, и один слабо развитый науплисов глазок. Антеннуаты небольшие, но антенны сильно развиты, двуветвистые и служат для плавания. Взмахи антенн определяют скачкообразные движения ветвистоусых, поэтому их нередко называют водяными блохами. Грудной отдел сильно укорочен, состоит из 4—6 сегментов и несёт соответственное число пар ног. Верхние челюсти, или мандибулы нередко асимметричные, с развитой молярной (жевательной) поверхностью, две пары нижних челюстей, или максилл, слабо развиты. Грудные ножки листовидны. У большинства ветвистоусых ножки служат для отфильтровывания мелких пищевых частиц из воды и снабжены многочисленными перистыми щетинками. На ножках расположены жаберные лопасти, выполняющие дыхательную функцию, но в основном дыхание у них осуществляется через покровы. Брюшной отдел укороченный, нерасчленённый, подогнут вперёд.

Летом они размножаются партеногенетически: из неоплодотворенных яиц развиваются только самки, которые, в свою очередь, откладывают неоплодотворенные яйца. Партеногенетическое размножение обеспечивает более быстрое воспроизводство популяции. Осенью появляются самцы, которые оплодотворяют яйца самок. Оплодотворенные яйца перезимовывают, и весной из них выводится новое поколение рачков. Весной из покоящихся яиц дафний выходят партеногенетические самки, которые девственным путем производят только самок, продолжающих размножаться партеногенетически. Последнее поколение девственных самок производит самцов и покоящиеся яйца, нуждающиеся в оплодотворении и дающие после известного периода покоя первое поколение нового цикла, т. е. снова партеногенетических самок. Неоплодотворенные яйца, дающие самок, одеты нежной оболочкой и вынашиваются самкой в особой выводковой камере, которая помещается между спинной стороной туловища и раковиной животного. В выводковой камере я «летние» яйца, развивающиеся без оплодотворения (обычно за несколько дней) превращаются в молодь, которая выходит вполне сформировавшейся, отличаясь только размерами. Покоящиеся яйца сначала вынашиваются там же, но потом окружаются по одному или по два очень плотной оболочкой (эфиппиум). Затем эфиппии откладываются самкой и, если дело происходит осенью, перезимовывают. Таким образом, жизненный цикл дафний очень напоминает таковой коловраток и так же, как у них, протекает по типу гетерогонии.

Ветвистоусые имеют большое практическое значение. Это очень важный источник пищи не только для более крупных беспозвоночных, но и для молоди рыб, а также для некоторых ценных пород планктоноядных рыб, например сигов. В связи с этим в последнее время на рыбоводных заводах нашей страны практикуется массовое разведение дафний и других ветвистоусых на корм молоди рыб.

Из дафний разводят: *Dafnia magna*, *Dafnia longispina*, из моин: *Moina rectirostris*, *Moina brachiata* и другие. Дафнии и моины – преимущественно пресноводные животные, но могут обитать и в слабосоленых водоемах.

Латентные яйца могут переносить низкие температуры или пересыхание, таким образом, культуру дафний и моин можно легко сохранить. Образованием «зимнего» яйца заканчивается цикл развития ветвистоусых. В пищу, рачки используют, главным образом, бактерии, простейшие, водоросли, органический взвешенный или взмучиваемый детрит. Сбор кладоцер осуществляют планктонными сачками из газа № 30 – 40. Существует 2 метода разведения кладоцер: бассейновый и прудовый.

Бассейновый метод. Используются бассейны $12 \times 4 \times 0,7$ м, которые должны быть не фильтрующими и полностью спускными. При установке их в помещениях, обеспечивают искусственное освещение и подачу воздуха (барботаж). При внесении в бассейны органических и неорганических веществ стимулируется развитие бактериальной флоры водорослей – кормовой базы для планктонных организмов фильтраторов. Бассейны перед внесением удобрений и маточного материала (культуры дафний) моют и наполняют профильтрованной водой для предотвращения заноса личинок и взрослых форм хищного зоопланктона и водорослей. В наполненные бассейны вносят конский навоз, птичий помет, кормовые и гидролизные дрожжи. Из неорганических удобрений – сульфат аммония, аммиачную селитру, двойной суперфосфат. Через 1 – 2 дня вносят дафний или моин в количестве $30 - 100 \text{ г/м}^3$. Оптимальные показатели при культивировании кладоцер: температура воды $20-24^{\circ}\text{C}$, содержание кислорода $6 - 8 \text{ мг/л}$ и pH $7,6 - 8,3$.

Созревание культуры кладоцер продолжается от 15 – 30 дней, в зависимости от количества вносимой маточной культуры, дозы и качества удобрений и гидрохимического режима. При культивировании дафний ежедневно снимают прирост продукции в количестве $30-35 \text{ г/м}^3$, у моин – $50-100 \text{ г/м}^3$, в последующие дни бассейны удобряют через каждые 6-8 дней, из расчета 50% от первоначальных норм. Кормовые и гидролизные дрожжи перед внесением замачивают и доводят до суспензии. Навоз и птичий помет

также замачивают, взбалтывают, процеживают через крупный мельничный газ и разбрызгивают по бассейну.

Прудовый метод. Пруды не должны фильтровать воду, дно и откосы следует очистить от растительности, корней и мусора. Сначала разводят водоросли и бактерии для питания ветвистоусых рачков, а потом заряжают пруды производителями кладоцер. Для улучшения кормовой базы прудов в них вносят органические удобрения (навоз, скошенную растительность). Хорошие результаты получают при внесении компоста – это скошенная растительность, пересыпанная минеральными удобрениями и предварительно выдержанная в кучах 1-2 недели, также вносят азотистые и фосфорные соли. Органические удобрения распределяют по урезу воды или делают специальные компосты, на которые, чередуя слоями, раскладывают навоз и скошенную растительность, поливая их водой. В пруд стекает органика, которая дает великолепную бактериальную флору. Минеральные удобрения распределяются по всему зеркалу пруда. Нормы внесения удобрений зависят от гидрохимического и термического режима.

Нормы внесения удобрений для разведения зоопланктона

На 1 м³: 35-40 г аммиачной селитры, 20-25 г мочевины, 32 мг суперфосфата, растворяют и разбрызгивают, через 3-4 часа после внесения удобрений 20 г гидролизных или 10-15 г кормовых дрожжей в виде суспензии. На 1 м³: конский навоз 1,5 кг, птичий помет 0,5 кг, компоста до 130 г, фосфора 7 мг и азота 13 мг.

Для получения ветвистоусых рачков расходуют от 70 до 450 г дрожжей, от 40 до 750 г аммиачной селитры, сульфата аммония от 240 до 1000 г. Суточная продукция ветвистоусых рачков составляет 15-30 г с 1 м³.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Значение живых кормов для личинок морских рыб.
2. Методы и способы производства микроводорослей: морской хлореллы, монохризис.
3. Систематическое положение спирулины и ее химический состав.
4. Биология и жизненный цикл коловраток.
5. Таксономия морских и солоноватоводных копепоид, строение и стадии развития.
6. Биология жаброногого рачка артемии.
7. Цикл развития кладоцер, использование разных стадий развития в аквакультуре.

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите таксономические и морфологические характеристики наиболее часто культивируемых микроводорослей.
2. Особенности строения и химического состава микроводорослей.
3. Содержание маточных культур, приготовление сред для культивирования различных видов водорослей.
4. Культивирование спирулины.
5. Методы культивирования коловраток.
6. Культивирование артемии.
7. Систематика и биология кладоцер.
8. Методы культивирования дафнии.
9. Биология копепоид и проблемы их культивирования.

Темы рефератов:

1. Методы и способы производства микроводорослей
2. Культивирование коловраток
3. Методы культивирования копепоид.
4. Культивирование мoin

Литература: [31-45]

**ЗАДАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ
ДЛЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ**

Контрольная работа включает четыре вопроса, свой вариант студент определяет по таблице вариантов, прилагаемой к контрольной работе. Номер варианта определяют по последним двум цифрам шифра. На пересечении цифр в прямоугольнике приводятся номера вопросов к заданию. Если шифр представлен целыми сотнями, то студент выполняет вариант 00.

Таблица вариантов заданий контрольной работы

Пред- послед- няя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1, 25, 56, 88	5, 30, 58, 90	10,34, 62, 91	27,8, 52, 77	40,59, 2, 79	21,54, 6, 70	50,86, 17, 4	37, 49, 3, 39	82,26, 11, 47	85, 36, 14, 80
1	15,93, 55,89	9, 57, 83,22	64,13, 42, 94	38,63, 12, 96	60,16, 41, 98	53,24, 73, 99	65,41 7, 81	51,32 84,48	35,44, 76, 2	61,20, 5, 46
2	45, 28, 99,72	43,18,1 21, 71	75,29, 78,69	66, 33, 98,87	74,1 19,67	31, 2, 23,68	92, ,3, 34,60	33, 80, 9,100	89,5, 64,29	50,10, 82,68
3	59,36, 90, 97	56,83, 32, 4,	35, 8, 57, 96	58,7, 31, 91	13,55, 81, 96	24,52, 79, 97	62, 94, 61,28	21,78, 71,49	77,53, 11, 30	18,51, 85, 6
4	25,47, 16, 76	14, 72, 54,37	39,86, 48, 15	26,45, 70, 94	17,46, 65, 87	16,67, 44, 20	12,75, 99, 89	19,63, 43, 98	20,97, 66, 22,	27,38, 17, 69
5	34,8, 57, 93	84,62, 33,6	2,35, 63, 88	29,10, 90, 63	56,31, 11, 83	28,60, 70, 89	30, 5, 58, 80	27,55, 81, 100	25,64, 87, 93	22,53, 76, 96
6	23,52, 79, 85	4, 26, 59, 83	61,7, 38, 65	54,10, 82, 49	77,9, 24,41	36,19, 48, 74	32,41, 86,11	40,47, 92, 1	21,42, 16, 45	17,40, 50, 42
7	51,98, 3,39	37,18, 93, 12	74,13, 44, 96	14,97, 94,12	95,15, 62,12	20,33, 95, 6	40, 78, 72,3	91,61, 36,7	10,39, 58, 93	29,12, 55, 81
8	65,9, 69, 88	35, 82, 56,8	25, 5, 47, 80	21,2, 34, 93	11,57, 78, 24	37,53, 76, 22	4, 89, 60, 90	32,14, 54, 83	31, 94 64,23	18,42, 95, 1
9	22, 38, 48,75	99, 13, 46,85	15,86, 59, 10	17,43, 67,92	91,98, 24, 46	16,77, 73,49	20, 96, 79,30	19,44, 90, 1	28,43, 92, 73	26,45, 81, 91

Теоретические вопросы для выполнения контрольной работы

1. Какие виды рыб являются наиболее перспективными объектами морского рыбоводства в Азово-Черноморском бассейне.
2. Какие основные задачи стоят перед морским рыбоводством Азово-Черноморского бассейна
3. Особенности выращивания кефалей в Азово-Черноморском бассейне.
4. Характеристика сингиля (*Liza aurata* Risso) как промыслового объекта.
5. Характеристики производителей сингиля и особенности их нерестовых миграций.
6. Отлов и отбор производителей сингиля.
7. Стимуляция созревания производителей сингиля, отбор и осеменение икры.
8. Биотехника выращивания личинок сингиля и зимовка его молоди.
9. Дать характеристику лобана (*Mugil cephalus* L.) как промыслового объекта.
10. Биотехнические приемы работы с производителями лобана.
11. Стимулирование созревания производителей лобана.
12. Отбор половых продуктов у производителей лобана и осеменение икры.
13. Биотехнологические приемы выращивания личинок и жизнестойкой молоди лобана.
14. Выращивание сеголетков в прудах для зарыбления лиманов и прудов.
15. Характеристика пиленгаса как промыслового объекта и акклиматизанта.
16. Формирование и бонитировка маточного стада и отбор производителей пиленгаса.
17. Инъецирование производителей пиленгаса; отбор половых продуктов, осеменение и инкубация икры.
18. Выращивание личинок пиленгаса от выклева до стадии сеголеток.
19. Зимовка сеголеток и товарное выращивание пиленгаса.
20. Морфо-биологическая характеристика стальноголового лосося.
21. Стальноголовый лосось – как объект акклиматизации и аквакультуры.
22. Методика выращивания личинок стальноголового лосося.
23. Радужная форель как объект рыбоводства.
24. Осморегуляция и адаптация радужной форели к морской воде.
25. Основные условия перевода в морскую воду и преимущества выращивания в ней радужной форели.
26. Технология выращивания молоди радужной форели в морской воде.
27. Корма и кормление радужной форели при содержании в морской воде.
28. Выращивание форели в садках на Черном море.
29. Характеристика камбалы-калкан как промыслового объекта в Черном море.
30. Работы по разведению камбалы-калкан в Черном море.
31. Биотехника культивирования камбалы-калкан.
32. Характеристика камбалы-гlossa как промыслового объекта.
33. Заготовка и содержание производителей камбалы-гlossa.
34. Оплодотворение и инкубация икры камбалы-гlossa при искусственном разведении.
35. Выращивание личинок камбалы-гlossa.
36. Эколого-биологическая характеристика полосатого окуня.
37. Отбор производителей полосатого окуня и работа с ними.
38. Проведение нереста полосатого окуня.
39. Инкубация икры полосатого окуня.
40. Подращивание личинок полосатого окуня.
41. Выращивание сеголетков полосатого окуня.
42. Выращивание старших возрастных групп полосатого окуня.

43. Культивирование моллюсков в Черном море.
44. Эколого-биологическая характеристика Черноморской мидии.
45. Биотехническая схема культивирования мидий в Черном море.
46. Требования, предъявляемые к районам выращивания мидий.
47. Характеристика технических средств, используемых для культивирования мидий в Черном море.
48. Биотехнология культивирования мидий в открытых районах Черного моря (Керченский пролив).
49. Биотехнология культивирования мидий в закрытых районах Черного моря (оз. Донузлав).
50. Эколого-биологическая характеристика плоской устрицы.
51. Дать общую биотехнологическую схему культивирования плоской устрицы в Черном море.
52. Стимуляция созревания и нерест у плоской устрицы.
53. Выращивание личинок плоской устрицы.
54. Сбор личинок на коллекторы и выращивание молоди плоской устрицы до товарных размеров.
55. Биология тихоокеанской устрицы и ее роль в марикультуре зарубежных стран.
56. Аклиматизация тихоокеанской устрицы в Черном море.
57. Биотехнология получения личинок и спата тихоокеанской устрицы.
58. Выращивание спата тихоокеанской устрицы до товарных размеров.
59. Эколого-биологическая характеристика рапаны в Черном море, перспектива его добычи и культивирование.
60. Эколого-биологическая характеристика мии в Черном и Азовском морях, перспективы добычи и культивирования.
61. Эколого-биологическая характеристика кунearки в Черном и Азовском морях, перспектива добычи и культивирования.
62. Перспективные объекты и методы культивирования среди морских креветок.
63. Биология японской креветки
64. Биотехнология выращивания японской креветки в Азово-Черноморском бассейне.
65. Биология гигантской пресноводной креветки.
66. Биотехнология выращивания гигантской пресноводной креветки.
67. Перспективы выращивания гигантской пресноводной креветки на юге Украины.
68. Потенциальные объекты культивирования среди макрофитов в Азово-Черноморском бассейне.
69. Биология грациллярии в Черном море.
70. Биотехника культивирования грациллярии в Черном море.
71. Культивирование живых кормов в марикультуре.
72. Культивирование микроводорослей для обеспечения объектов марикультуры пищей.
73. Какие виды водорослей и почему являются перспективными объектами для массового культивирования.
74. История разработки и совершенствования методов культивирования морских одноклеточных водорослей.
75. Общая характеристика протококковых водорослей.
76. Морская форма хлореллы как один из наиболее перспективных объектов культивирования в марикультуре.
77. Техническое обеспечение процесса культивирования микроводорослей (хлореллы).

78. Биотехнология производства микроводорослей (хлореллы).
79. Выращивание морских водорослей (хлореллы) в условиях интенсивного режима в рабочих культиваторах в бассейнах
80. Обеспечение процесса выращивания водорослей.
81. Для каких целей производится массовое культивирование спирулины.
82. Техническое обеспечение процесса культивирования спирулины. Методы промышленного выращивания спирулины.
83. Биологическая характеристика солоноватоводной коловратки *Brachionus plicatilis*.
84. Жизненный цикл *Br. plicatilis*.
85. Содержание маточной культуры коловратки *Br. plicatilis*.
86. Дать характеристику трем методам культивирования коловраток.
87. Какие условия необходимо соблюдать при массовом культивировании коловраток.
88. Совместное выращивание в бассейнах микроводорослей, коловраток и личинок рыб.
89. Какие устройства используются для массового культивирования коловраток.
90. Как осуществляется кормление коловраток.
91. От чего зависит и как повышается пищевая ценность коловраток.
92. Дать биологическую характеристику копепод.
93. Содержание маточной культуры копепод.
94. Какие методы используются при культивирования копепод.
95. Основные условия, которые необходимо соблюдать при массовом культивировании копепод.
96. Использование копепод в качестве живого корма для личинок морских рыб.
97. Артемия как универсальный и наиболее распространенный вид живого корма.
98. Биология рачка *Artemia salina*.
99. В чем заключается ценность артемии как кормового объекта для личинок рыб.
100. Техника сбора и очистки яиц артемии, методы оценки их качества, инкубация.

Список использованной и рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Козлов В.И., Никифоров–Никишин А.Л., Бородин А.Л. Аквакультура. М.: Колос, 2006. С. 313-440.
- 2 Хрусталеv Е.И. Марикультура. Методические указания к лабораторным работам для студентов высших учебных заведений, обучающихся по программе направления 110900.68 – Водные биоресурсы и аквакультура и специализации 110900.68.02 - Аквакультура. Калининград: КГТУ, 2008. 58 с.
- 3 Ворошилина З.П., Хрусталеv Е.И. Аквакультура. Раздел 2. Товарное рыбоводство и марикультура. Марикультура. Методические указания к лабораторным работам для студентов по направлению 110900.62 – Водные биоресурсы и аквакультура. Калининград: КГТУ, 2005. 93с.
- 4 Моисеев П.А. Морская аквакультура / П.А. Моисеев, А.Ф. Карпевич, О.Д. Романычева - М.: Агропромиздат, 1985. - 253 с.
- 5 Пономарев С.В., Лагуткина Л.Ю. Фермерское рыбоводство. М.: Колос, 2008. С.161-187.

6 Шекк П.В., Куликова Н.И. Марикультура рыб и перспективы ее развития в Черноморском бассейне. Киев: КНТ, 2005, 307 с

Дополнительная литература

1. Аксенова Е.И., Макирова Э.В. Индустриальное культивирование стартовых живых кормов.-Ростов-на-Дону: 2001.-196с.
2. Аранович Т.М., Дергалева Ж.Т., Сничак М.К. Марикультура: настоящее и будущее.- М.:ВНИЭРХ, 1990.-42с.
3. Аранович Т.М., Спешилов Л.Н. и др. Современное состояние и зарубежный опыт в области марикультуры:- М.,1976.- 76с.;
4. Аранович Т.М. Биологические аспекты искусственного разведения кефали. Биологические основы аквакультуры в морях европейской части СССР. Сер. Биологические ресурсы гидросферы и их использование. М.: «Наука», 1985.- С.104-119
5. Бардач Дж., Ритгер Дж., Макларни У. Аквакультура.-М.: Пищ. Промышленность, 1979.- 291с.
6. Богитова Н.Б. Рыбоводная гидробиология. М.: Пищ. Промышленность, 1980.- 167 с.
7. Биологические основы марикультуры (под ред. Л.А. Душкиной).-М.: Изд-во ВНИРО, 1998.-319 с.
8. Вижевский В.И. Биотехника культивирования мидии на оз. Донузлав// Рыбное хозяйство. - 1987.-№3.-с.
9. Виноградов А.К. Как пополнить кладовые Нептуна.- М.: Пищ. Промышленность, 1978.- 205 с.
10. Губанов Е.П., Вижевский В.И., Новиков Н.П. и др. Обитатели прибрежных вод Крыма. -Керчь: 2002.- 72 с.
11. Дмитриев Я.Н. Использование лагун Черного моря в рыбохозяйственных целях.-Кишинев: «Шниица», 1979.- 17с.
12. Иванов В.Н., Холодова В.И., Сеничева А.В. и др. Биология культивирования мидий. Киев: Наукова думка, 1989.- 100с.
13. Канидъев А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.-215с.
14. Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов.- М.: Пищ. Промышленность, 1975.- 432с.
15. Культивирование кефалей в Азово-Черноморском бассейне: Сб. научных трудов.- М.:ВНИРО, 1991.- 136с.
16. Лавровская Н.Ф. Выращивание водорослей и беспозвоночных в морских хозяйствах.- М.: Пищ. Промышленность, 1979.- 432с.
17. Милн П.Х. Морские хозяйства в прибрежных водах., М.: Пищ. Промышленность, 1978.- 183с.
18. Моисеев П.А. Перспективы развития морской аквакультуры в СССР – В кн. Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Биологические ресурсы Мирового океана. М.: 1979.- 201-208с.
19. Моисеев П.А., Карпевич А.Ф., Романычева О.Д. и др. Морская аквакультура. М.: Агропромиздат, 1985.- 253с.
20. Современное состояние и зарубежный опыт в области марикультуры. М.: ВНИРО, 1976.- 93с.
21. Состояние биологических ресурсов Черного и Азовского морей (справочное пособие).- Керчь:ЮгНИРО, 1995. – 64с.
22. Спектонова Л.В., Проскурина Е.С. и др. Инструкция по массовому разведению морских одноклеточных водорослей и коловраток.-М.: ВНИРО, 1984.- 64с.
23. Скотт С. Содержание рыб в замкнутых системах.-М.: Легкая промышленность, 1987.- 190 с.

24. Татченко В.Ф. Опыт выращивания черноморской камбалы-глоссы. Рыбное хозяйство №8, 1976, с.16-17;
25. Титарев Е.Ф. Форелеводство.-М.: Пищ. промышленность, 1980.- 165с.
26. Уилтон Ф. Техническое обеспечение аквакультуры.-М.: Агропромиздат, 1985.- 328с.
27. Цуладзе В.Л. Бассейновый метод выращивания лососевых рыб.-М.: ВО «Агропромиздат», 1990.- 155с.
28. Чепурнов А.В. Культивирование рыб Черного моря в замкнутых установках. Киев: Наукова думка, 1989, 102с.
29. Чечун Т.Я. Перспективы культивирования стальноголового лосося на Черноморском бассейне //Рыбное хозяйство.-1977.- №4.- с.52-54
30. Шелбурн Дж Искусственное разведение морских рыб.-М.: Пищевая промышленность, 1971.- 78 с.
- 31 Инструкция по массовому разведению морских одноклеточных водорослей и коловраток. Составители: Спекторова Л.В., Паньков С.Л., Проскурина Е.С., Шершов С.В., Семик А.М., Горонкова О.И., Лебедева.Л.И., Ланге А.Б., Карташова Н.И., Орленко О.Н., Корженко О.В. М: ОНТИ ВНИРО, 1986, 64 с.
32. Спекторова Л.В., Горонкова О.И., Альбицкая О.Н, Задорин Н.Н. Производство микроводорослей для целей марикультуры и возможности направленного биосинтеза в живые корма для объектов марикультуры.- В сб. Живые корма для объектов марикультуры.- М: ВНИРО. 1988. С. 5-15.
33. Watanabe T., Kitajima C., Fujita S. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review // Aquaculture. 1983. V. 34. № 1/2. P. 115-143.
34. Жукова Н.В., Орлова Т.Ю., Айздайчер Н.А. Жирнокислотный состав как показатель физиологического состояния диатомовой водоросли *Pseudonitzschia pungens* в природной среде и в культуре // Биол. моря. 1998. Т. 24. С. 44-48.
35. Хребтова Е.В. Влияние микроводорослей на рост и развитие личинок черноморской устрицы // Живые корма для объектов марикультуры. – М., 1988. – С. 15-26.
36. Виноградова, 1967. Биохимические аспекты изучения морского планктона. Вопросы океанографии. Изд. «Наукова думка». Киев, 1967. - С. 210.
37. Фролов А.В. Влияние состава жирных кислот корма на выживаемость, скорость роста и состав липидов *Artemia salina*. В сб. Корма и методы кормления объектов марикультуры.- М: ВНИРО. – 1988 - С. 20-38.
38. А.Н. Ханайченко Критерии выбора кормовых организмов для личинок черноморской камбалы калкана. Состояние и перспективы научно-практич. разработок в области марикультуры России. Ростов-на-Дону. 1996. С. 325-330.
9. Scott A.P., Middleton C. Unicellular algae as a food for turbot (*Scophthalmus maximus* L.) larvae – the importace of dietary long-chain polyunsaturated fatty acids // Aquaculture. – 1979. – Vol. 18. – P. 227-240.
40. Шершов С.В., Проскурина Е.С., Писарева Н.А. и др. Исследование биохимического состава некоторых видов живых кормов, используемых при выращивании личинок кефалей // Живые корма для объектов марикультуры. М.: ВНИРО. – 1988. - С. 103-119.
41. Музафаров А.М., Таубаев Т.Т. Культивирование и применение микроводорослей. – Ташкент: Изд-во ФАН, 1984. – 136 с.
42. Ханайченко А.Н., Планас М.И., Карнеро Д.Г. Рост, выживаемость и химических состав личинок тюрбо (*Scophthalmus maximus* L.) при интенсивном выращивании в «чистой» и «зеленой» воде. Экология моря, 2000, вып. 50. С. 78-82.
43. Спекторова Л.В., Паньков С.Л., Горонкова О.И. Массовое производство морских микроводорослей как основа разведения некоторых беспозвоночных и рыб // Probleme de marikulture. I.R.C.M. Constanta. – 1986. - P.21-28.

44. Tokusoglu, Oe; Uenal, MK. Biomass Nutrient Profiles of Three Microalgae: *Spirulina platensis*, *Chlorella vulgaris*, and *Isochrysis galbana*. *Journal of Food Science [J. Food Sci.]*. Vol. 68, no. 4, 2003, pp. 1144-48.

45. Бабаева

Любовь Ивановна Булли

СПЕЦИАЛЬНАЯ МАРИКУЛЬТУРЫ

Практикум

к практическим занятиям и по самостоятельной работе
для студентов направления подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и
аквакультура»

очной и заочной форм обучения

Тираж _____ экз. Подписано к печати _____

Заказ № _____ Объем 4,09 п. л.

ФГБОУ ВО "Керченский государственный морской технологический
университет"

298309 г. Керчь, Орджоникидзе, 82.