

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура»

Булли Л.И.

СПЕЦИАЛЬНАЯ МАРИКУЛЬТУРА

Конспект лекций

для студентов направления подготовки 35.03.08
Водные биоресурсы и аквакультура
очной и заочной форм обучения

Керчь, 2018 г.

УДК 639.321/.6

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


подпись

Рецензент: Сытник Н.А., к.б.н., доцент кафедры «Водные биоресурсы и
марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»


подпись

Конспект лекций рассмотрен и одобрен на заседании кафедры «Водные
биоресурсы и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»,
протокол № 6 от 29.05 2018 г.

Зав. кафедрой  А. В. Кулиш

подпись

Конспект лекций утвержден и рекомендован к публикации
на заседании методической комиссии ТФ ФГБОУ ВО «КГМТУ»,
протокол № 1 от 03.09.2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
РАЗДЕЛ 1. МОРСКОЕ РЫБОВОДСТВО В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ	6
ТЕМА 1. РАЗВЕДЕНИЕ КЕФАЛЕЙ	
1.1. Основные и перспективные объекты аквакультуры Азово-Черноморского региона.....	6
1.2. Разработка биотехнологий искусственного воспроизводства кефалей	7
1.3. Выращивание кефалей.....	8
ТЕМА 2. РАЗВЕДЕНИЕ КАМБАЛОВЫХ РЫБ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА..11	
2.1. Разработка биотехнологии разведения черноморского и азовского калканов.....	11
2.2. Биотехника культивирования камбалы-глоссы.....	14
ТЕМА 3. ВЫРАЩИВАНИЕ ЛОСОСЕВЫХ В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ.....16	
3.1. Биологическая характеристика стальноголового лосося, особенности культивирования.....	16
3.2. Товарное выращивание стальноголового лосося.....	18
3.3. Радужная форель как объект аквакультуры.....	18
ТЕМА 4. АККЛИМАТИЗАЦИЯ И РАЗВЕДЕНИЕ ПОЛОСАТОГО ОКУНЯ И ВЕСЛОНОСА.....	20
4.1. Полосатый окунь как объект акклиматизации и аквакультуры.....	20
4.2. Биотехника культивирования веслоноса.....	21
РАЗДЕЛ 2. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МОЛЛЮСКОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ.....	22
ТЕМА 1. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИДИЙ.....	22
1.1. Общая биотехнологическая схема культивирования мидий в Черном море.....	22
1.2. Характеристика технических средств, используемых для культивирования мидий.....	23
ТЕМА 2. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ УСТРИЦ.....	24
2.1. Эколого-биологическая характеристика плоской устрицы. Биотехника культивирования плоской устрицы в Черном море.....	24
2.2. Биология, акклиматизация и биотехнология культивирования тихоокеанской устрицы в Черном море.....	25
ТЕМА 3: МОЛЛЮСКИ-АУТОАККЛИМАТИЗАНТЫ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА - ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПРОМЫСЛА И КУЛЬТИВИРОВАНИЯ	26
3.1. Эколого-биологическая характеристика рапаны – аутоакклиматизанта в Азово-Черноморском бассейне	26
3.2. Эколого-биологическая характеристика мии и кунearки - аутоакклиматизантов в Черном и Азовском морях.....	28
РАЗДЕЛ 3. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ РАКООБРАЗНЫХ В ЧЕРНОМОРСКОМ БАССЕЙНЕ...29	
ТЕМА 1. БИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОРСКИХ КРЕВЕТОК.....	29
1.1. Перспективность выращивания креветок в Азово-Черноморском бассейне.....	29
1.2. Биотехника культивирования гигантской пресноводной креветки <i>Macrobrachium rosenbergia</i>	30
РАЗДЕЛ 4. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ ДОБЫЧИ И КУЛЬТИВИРОВАНИЯ СРЕДИ МАКРОФИТОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ	33
ТЕМА 1. ЗАПАСЫ ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И ТРАВ В ЧЕРНОМ МОРЕ, КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МАКРОВОДОРОСЛЕЙ	33
1.1. Основные объекты марикультуры среди бурых водорослей.....	33

1.2. Характеристика филофоры, распространение, запасы и перспективность культивирования.....	34
1.3. Распространение zostеры в Черном море, хозяйственное значение.....	35
РАЗДЕЛ 5. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ЖИВЫХ КОРМОВ В МАРИКУЛЬТУРЕ	36
ТЕМА 1. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ	36
1.1. Биотехнология производства морских микроводорослей. Техническое обеспечение процесса культивирования	36
1.2. Методы культивирования спирулины.....	38
ТЕМА 2. БИОТЕХНИКА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ СОЛОНОВАТОВОДНОЙ КОЛОВРАТКИ (BRACHIONUS Plicatilis) - СТАРТОВОГО КОРМА ДЛЯ ЛИЧИНОК МОРСКИХ РЫБ	40
2.1. Биология объекта исследования.....	40
2.2. Коловратка <i>Brachionus plicatilis</i> – стартовый корм в марикультуре.....	42
2.3. Методы культивирования коловраток.....	44
ТЕМА 3. ЖАБРОНОГИЙ РАЧОК ARTEMIA SALINA КАК НАИБОЛЕЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ И РАСПРОСТРАНЕННЫЙ ВИД ЖИВОГО КОРМА В МАРИКУЛЬТУРЕ	45
3.1. Биологическая характеристика артемии, использование в аквакультуре.....	45
3.2. Получение науплий артемии (<i>Artemia sp.</i>).....	46
ТЕМА 4. РАЗРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА КОПЕПОД – НАИБОЛЕЕ ЦЕННОГО ЖИВОГО КОРМА ДЛЯ ЛИЧИНОК МОРСКИХ РЫБ.	48
4.1. Биологическая характеристика копепод.	48
4.2. Разработка методов культивирования копепод	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	50

ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемый курс обучения отражает современное состояние различных направлений отечественной марикультуры, направлен на овладение будущими специалистами биотехнологий культивирования различных видов, в первую очередь, морских гидробионтов в Азово-Черноморском бассейне.

Целью преподавания дисциплины является расширение и углубление знаний, умений и навыков по биотехнологиям культивирования различных видов морских гидробионтов в условиях Азово-Черноморского бассейна.

Задачи дисциплины:

- изучение современного состояния марикультуры Азово-Черноморского региона и истории ее развития;
- изучение биологических особенностей объектов разведения;
- изучение биотехнологий культивирования рыб и морских беспозвоночных - перспективных объектов марикультуры в Азово-Черноморском регионе;
- изучение технических средств, применяемых при культивировании гидробионтов;
- освоение технологий культивирования живых кормов для личинок рыб и морских беспозвоночных.

Дисциплина «Специальная марикультура» входит в профессиональный цикл подготовки студентов, имеет статус вариативной.

Для успешного освоения предмета необходимо знать такие предшествующие базовые дисциплины как: «Общая биология», «Ихтиология», «Зоология», «Гидробиология», «Биологические основы рыбоводства», «Искусственное воспроизводство рыб».

Дисциплина «Специальная марикультура» является предшествующей и создает базу для повышения квалификации студента и применения полученных знаний при прохождении производственной практики, ведении научно-исследовательской работы и, в последствии, профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины «Специальная марикультура»: студент должен

знать:

особенности биотехнологий культивирования основных объектов марикультуры, выращиваемых или являющихся перспективными в условиях Азово-Черноморского бассейна;

уметь:

применять на практике полученные знания по разведению и выращиванию наиболее перспективных объектов марикультуры в бассейне Черного и Азовского морей;

владеть:

- биологической терминологией;
- методиками отбора, определения плотности культур и особенностей культивирования одноклеточных водорослей;
- методами культивирования живых кормов, приготовления для них питательных сред;
- методами оценки физиологического состояния рыб, гормонального стимулирования их созревания, получения зрелых половых продуктов и осеменения икры.

РАЗДЕЛ 1. МОРСКОЕ РЫБОВОДСТВО В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

ТЕМА 1. РАЗВЕДЕНИЕ КЕФАЛЕЙ

- 1.1. Основные и перспективные объекты аквакультуры Азово-Черноморского региона
- 1.2. Разработка биотехнологий искусственного воспроизводства кефалей
- 1.3. Выращивание кефалей

1.1. Основные и перспективные объекты аквакультуры Азово-Черноморского региона

В течение последних десятилетий в Мировом Океане произошло значительное снижение запасов ценных видов рыб. Разбалансировка морских экосистем из-за перелова 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. По данным ФАО, в последние десятилетия темпы ее развития неуклонно растут. Так, с 1985 по 2005 гг. объемы выращивания морских рыб увеличились с 224 до 1643 тыс. т, в 2013 году - доля суммарной мировой продукции аквакультуры достигло 97 млн. тонн. При этом впервые производство продукции аквакультуры превысило общемировой вылов на 3,5 млн. тонн. Мировой промысловый вылов остается практически на одном уровне с 1986 года, застыв на среднем показателе 90 млн. тонн, незначительно варьируя в ту или иную сторону (Моисеев, 1996; Щелкунов, 2002; FAO Fisheries Circular, 2005-2013).

В течение последних десятилетий (с конца 50-х годов) в Азово-Черноморском бассейне, как и в Мировом Океане 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 рыб.

В связи с этим, начиная с 70-х годов, институтами ВНИРО, ЮгНИРО, АзНИРХ, ИнБЮМ разрабатывается комплекс мероприятий, направленных на повышение численности ценных видов рыб, в первую очередь, кефалевых и камбаловых

Одним из наиболее перспективных объектов морского рыбоводства на юге СССР являлись кефали (Апекин, 1976; Сальников, Аронович, 1979). 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 и привело к упадку традиционного в Азово-Черноморье лиманного кефалеводства (Бабаян, Зайцев, 1964; Бабаян, 1965; Шекк, Куликова, 2005).

В связи с этим в 70-м году Министерством рыбного хозяйства СССР совместно с ВНИРО, АзЧерНИРО и АзНИИРХом 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, было 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 (1990; 1993; 1996; Пат. 28426, 2000).

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

1.2. Разработка биотехнологий искусственного воспроизводства кефалей

Лиманное кефалеводство в течение нескольких веков является традиционной формой морского рыбоводства в Азово-Черноморском бассейне. Снижение за последние десятилетия рыбопродуктивности лиманов связано с недостаточным зарыблением их молодь, что, в свою очередь, определяется снижением численности кефалей в Черном море. В то же время, проведенные исследования показали исключительное богатство кормовой базы лиманов-лагуны, в которых к концу вегетативного периода основная масса кормовых организмов погибает неиспользованной. Поэтому только активная форма рыбоводства, в первую очередь, кефалеводство, может дать положительные результаты по увеличению рыбопродуктивности этих водоемов. Имеется в виду создание полносистемных комплексных хозяйств, включающих рыбопитомники с цехами искусственного воспроизводства молоди, зимовальниками, нагульно выростными водоемами. Все это позволит выпускать часть полученной и перезимовавшей молоди непосредственно в море для пополнения численности производителей, а другую часть нагуливать в прибрежных водоемах до промысловых размеров.

В ходе многолетних комплексных исследований ЮгНИРО, ВНИРО, АЗНИИРХ разработаны научные основы и биотехнологии искусственного воспроизводства черноморских кефалей (лобана и сингиля) и дальневосточной кефали пиленгаса.

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 *Liza aurata (Risso)*.

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 загустевания 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 ‰, 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.

Общая эффективная доза для самок лобана *Mugil cephalus L* составляет 30 мг/кг массы тела свежего гипофиза своего вида, пиленгаса *Liza haematocheilus* – 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 18-22‰ (пиленгас), 17-19‰ (лобан). 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.

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.

1.3. 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. Заходящих весной рыб, 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, Югославия, Турция), в странах Африки (Египет, Тунис, Марокко, Алжир), в странах Причерноморья (Болгария, Румыния и бывшего СССР) (Бабаян, 1961).

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 эвригалинных 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) (Бабаян, 1965).

На территории Украины 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 хозяйствах на лиманов 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‰) (Бабаян,1961). 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 – пиленгас и натурализация этого вида в Черном и Азовском морях (Казанский, Старушенко,1980; Семененко,1991) 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 Тузовских 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. (Семененко,1991; Рылов, Пилипенко,1994; Казанский, Старушенко,1980; Демьянко,1995; Василенко, Цунникова, Попова, 1996; Микодина, 1994; Поляруш и др.,2001). 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 (Яновский, Изергин, 1995). К сожалению, большинство авторов публикаций не приводят сведений об уловах рыбы в этих лиманах. Есть данные П.В. Шекка об уловах в Хаджибейском лимане ($S=15-17\text{‰}$), 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 ($S=0,9-1,87\text{‰}$) осенний вылов трехлетков пиленгаса массой 1,2-1,9кг составил 10 т (Поляруш и др., 2001).

Первые опыты выращивания пиленгаса в прудах разной солености в поликультуре с другими кефалиями 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 кефалиями. Осенью вес сеголетков увеличился до 193-430г, двухлетки и трехлетки в дальнейшем достигали веса соответственно 691-1167г и 1380-2172 г (Финько, Сверба, 1973; Финько,1977). 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 (Старушенко,1977; Семененко,1991; Баденко и др.,1985) 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 (Рылов и др., 1998; Рыжников, Сверба, 1996; Турятко И.П., Зубкова Е.И.,1997). Аналогичные работы проводят сотрудники КрасНИИРХ в рыбколхозе «За

Родину» Краснодарского края (Москул, Бершадский, 1994), сотрудники АООТ «РосрыбНИИпроект» в прудах Новочеркасского рыбхоза (Поляруш и др., 2001)

Пруды Крымского рыбокомбината. Экспериментальные работы проведены в 1993-1996 гг. Пиленгаса выращивали в поликультуре с карпом и рыбами растительного 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 (Рылов В.Г., Шерман И.М., Пилипенко Ю.В., 1998).

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. Конкуренционные отношения возникают между пиленгасом и карпом при интенсивном методе выращивания (Рылов и др., 1998), а также между карпом и остроносом (Финько, Сверба, 1973).

Пруды Краснодарского края. Пиленгаса выращивали в нагульных прудах рыбколхоза «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 (Москул, Бершадский, 1994)

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные задачи стоят перед морским рыбководством в Азово-Черноморском бассейне?
2. Каковы причины снижения рыбопродуктивности Азово-Черноморских лиманов?
3. Какие меры необходимо принять для развития кефалеводства на бассейне?
4. Дать эколого-биологическую характеристику черноморским кефалям лобану и сингилю. Особенности нерестовых миграций лобана.
5. Характеристика акклиматизанта пиленгаса как промыслового объекта в Азово-Черноморском бассейне и объекта марикультуры
6. Основные этапы биотехнологии искусственного воспроизводства кефалей.
7. Как проводится отлов и отбор производителей сингиля для получения зрелых половых продуктов.
8. Как проводится получение зрелых половых продуктов сингиля.
9. Биотехника выращивания личинок сингиля и зимовка его молоди.
10. Биотехнологические приемы работы с производителями лобана.
11. Формирование маточного стада, бонитировка и отбор производителей пиленгаса для работ по воспроизводству.
12. Инъекционирование производителей пиленгаса, отбор половых продуктов, осеменение и инкубация икры.
13. Выращивание личинок пиленгаса.
14. Общая схема и краткое описание питомника по воспроизводству кефалевых рыб.
15. Товарное выращивание пиленгаса.

ТЕМА 2. РАЗВЕДЕНИЕ КАМБАЛОВЫХ РЫБ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

2.1. Разработка биотехнологии разведения черноморского и азовского калканов

2.2. Биотехника культивирования камбалы-глоссы

2.1. Разработка биотехнологии разведения черноморского и азовского калканов

Черноморская камбала-калкан *Psetta maeutica maeutica* (Pallas) и его подвид - азовский калкан *Psetta maeutica 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 (1965-1984 гг.).

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 искусственного разведения камбалы, 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: задачи, связанные с производителями – 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. 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. 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 Украиной составили 3 т 635 кг, а в 2012 г. всего 831 кг.

Все предпринимаемые меры регулирования его численности 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.

Черноморская камбала-калкан (*Psetta maeutica* Pallas). 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 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.

В процессе многолетних экспериментальных исследований решался ряд задач по отработке ряда методов:

- 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;

- 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.

Общая схема биотехнического процесса искусственного воспроизводства черноморского калкана, разработанная ЮгНИРО, 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 рыбоводных целей целесообразно заготавливать в конце апреля – начале мая.

После краткосрочной акклимации проводится бонитировки, которая 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 определить 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 шупом. 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 на 4-7 °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 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 в период инкубации происходит при солености от 17 ‰ и выше. При температуре 14-16 °С максимальное количество вылупившихся предличинок было получено в воде соленостью 18-22 ‰. При более низких значениях солености, как и при более высоких, возрастало количество выклюнувшихся личинок с отклонениями от нормального развития.

Продолжительность эмбрионального развития зависит от температуры воды. При температуре 10° развитие эмбрионов 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, соленость – 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 копепоидитные стадии «дикого», а также культивируемого 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, на 55-60 суток. Выживаемость молоди на данном этапе выращивания достигает 75 %. Мальки, в отличие от личинок, отличаются большей эврибионтностью по отношению ко всем основным абиотическим факторам.

2.2. Биотехнология культивирования камбалы-гlossы

Камбала – glossа азово-черноморского региона относится к семейству камбаловых *Pleuronectidae* подвиду черноморской речной камбалы *Platichthys flesus luscus* (Pallas, 1814). Внутри подвида существует деление на собственно черноморскую *Platichthys flesus luscus* (Pallas, 1814) и азовскую *Platichthys flesus maeoticus* (Pallas, 1814) речные камбалы (glossы) [7].

Камбала-glossа (*Platichthys flesus luscus* Pallas) – имеет широкое распространение в морях северного полушария. В Азово-Черноморском бассейне обитает южный подвида 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.

Промысел глоссы Черноморского бассейна велся преимущественно в Тендровском, Каркинитском, Егорлыцком заливах и лиманах. Уловы были подвержены существенным колебаниям. С 1960 по 1976 г.г. в водах черноморского побережья Украины ежегодно добывали от 110 до 1240 т глоссы. В последующие годы уловы неуклонно снижались и в настоящее время не превышают 1-2 т.

В последние годы численность глоссы в бассейне Азовского моря катастрофически снизилась. Расчетный промысловый запас в Молочном лимане и Сиваше не превышает 60 тонн. Фактически реальное состояние запасов этих ценных промысловых рыб плачевно. Начиная с 2009 года, промысловый лов глоссы был запрещен в Сиваше. Официального вылова глоссы в 2010 году при квоте 14 тонн не зафиксировано, а в 2011 г в связи с отсутствием разрешающих районов, орудий лова и сроков для специализированного лова глоссы в «Режиме специального промышленного рыболовства в бассейне Азовского моря в 2011 году» – промысел глоссы исключен во всем Азовском бассейне [6].

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-глосса 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 работало 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 биотехнология искусственного разведения глоссы: заготовка и преднерестовое содержание производителей, получение зрелых половых продуктов, осеменение икры и ее инкубация, выращивание личинок и мальков.

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.

Общая схема биотехнического процесса искусственного воспроизводства глоссы, разработанная ЮгНИРО, 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;
- выпуск молоди в естественные водоемы;

- проведение лечебно-профилактических мероприятий.

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 $6-10^{\circ}\text{C}$. При этой температуре наблюдается массовый нерест глоссы. Плодотворенная 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 $7-12^{\circ}\text{C}$, солености - 19-25‰. Режим инкубации: температура - $7-12^{\circ}\text{C}$, соленость - 19-25‰, содержание растворенного кислорода - 7-10 мг/л (80-120% насыщения), pH = 8,2-8,4, освещенность 400-500 лк. Весь процесс эмбрионального развития глоссы при данной температуре длится 7-7,5 суток, при $8-10^{\circ}\text{C}$ - 5-6 суток, при $10-12^{\circ}\text{C}$ - 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 [57] 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 самоконтроля:

1. Эколого-биологическая характеристика черноморской камбалы-калкан.
2. Работы по разведению камбалы-калкан на Черном море.
3. Получение зрелых половых продуктов и осеменение икры черноморской камбалы-калкан.
4. Особенности выращивания личинок камбалы-калкан.
5. Получение зрелых половых продуктов и осеменение икры азовской камбалы-калкан.
6. Камбала-глосса как объект промысла и культивирования в Азово-Черноморском бассейне.
7. Эколого-биологическая характеристика камбалы-глоссы.
8. Заготовка и содержание производителей камбалы-глоссы.

9. Оплодотворение и инкубация икры.
10. Выращивание личинок камбалы-гlossы до жизнестойкой стадии.

Литература [1,10,21,22,23, 30,31,37]

ТЕМА 3. ВЫРАЩИВАНИЕ ЛОСОСЕВЫХ В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ РЕГИОНЕ

- 3.1. Биологическая характеристика стальноголового лосося, особенности культивирования
- 3.2. Товарное выращивание стальноголового лосося
- 3.3. Радужная форель как объект аквакультуры

3.1. Биологическая характеристика стальноголового лосося, особенности культивирования

В 70-х – 80-х годах прошлого столетия некоторые представители североамериканской ихтиофауны были завезены в СССР и успешно здесь акклиматизированы. Среди них буффало, канальный сом, веслонос, стальноголовый лосось и полосатый окунь (Виноградов и др., 1985). Эти виды адаптировались к условиям нового ареала и были определены как перспективные объекты марикультуры в южных районах страны.

Одним из таких видов рыб является стальноголовый лосось *Saimo gairdneri* Richardson = *Oncorhynchus mykiss* Walbaum.

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 достаточно пластичен к факторам среды, 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 молоди. От полученного на Чернореченском форелевом хозяйстве (ЧФХ, Грузия) маточного стада, годовиков выращивали на Чухуш-Кабалинском лососевом заводе Азербайджанской ССР, где 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 также в Северо-Западном Причерноморье на экспериментальном кефалевом заводе (ЭКЗ, Одесская область) в 70-90-х годах. 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. 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.

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

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/кв. метр, годовиков и двухгодовиков 150 экз./м², 3годовиков 15 экз./м², на 4 году 1экз./м². Кормили рыб 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°С, а на других хозяйствах этот показатель был, как правило, выше 16°С. 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°С (в отдельные дни она повышалась до 15°С), в бассейнах, где лосося выращивали от сеголетка до пятигодовика, средняя температура в течение года варьировала от 6,8 до 18°С (в отдельные дни она понижалась до 1°С и повышалась до 25°С).

3.2. Товарное выращивание стальноголового лосося

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 °С. В Крыму среднемесячная температура и пределы ее колебаний всего на 1-2 °С ниже, чем на Кавказе.

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 [Чечун, 1987]. 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°С. 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.

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.

3.3. Радужная форель как объект аквакультуры

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.

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

Благоприятный температурный и 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.

Объектом морского товарного рыбоводства 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). В 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).

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 самоконтроля:

1. Выращивание лососевых в Азово-Черноморском бассейне.
2. Морфо-биологическая характеристика стальноголового лосося.
3. Сроки созревания и плодовитость стальноголового лосося.
4. Методы выращивания личинок стальноголового лосося.
5. Радужная форель как объект рыбоводства.
6. Осморегуляция и адаптация радужной форели к морской воде.
7. Основные условия перевода радужной форели в морскую воду.
8. Технология выращивания молоди радужной форели в морской воде.
9. Особенности кормления радужной форели при содержании в морской воде.
10. Выращивание форели в садках на Черном море.

ТЕМА 4. АККЛИМАТИЗАЦИЯ И РАЗВЕДЕНИЕ ПОЛОСАТОГО ОКУНЯ И ВЕСЛОНОСА

4.1. Полосатый окунь как объект акклиматизации и аквакультуры

4.2. Биотехника культивирования веслоноса

4.1. Полосатый окунь как объект акклиматизации и аквакультуры

В середине 70-х годов прошлого столетия полосатый окунь - *Morone saxatilis* (Mitschtl) – ценный промысловый вид атлантического и тихоокеанского прибрежных районов Северной Америки, был рекомендован (биологическое обоснование разработано ВНИРО), для вселения в Азово-Черноморский бассейн. В 1973 - 1974 гг. на Темрюкский рыбопитомник были доставлены 2430 шт. молоди окуня (массой 0,5—0,9 г). В 1978 г. рыбы достигли половозрелости и от них было получено потомство. Опыты сотрудников АзЧерНИРО показали, что выращенный в пруду полосатый окунь в возрасте 4+ с гонадами IV стадии зрелости, не прошедший этапа нагула и созревания в морской воде, способен, тем не менее, давать жизнестойкое потомство.

Для получения зрелой икры самок полосатого окуня инъецируют гипофизом сазана, икру отцеживают и осеменяют сухим или полусухим методом. Однако при этом наблюдаются низкий процент оплодотворения, большой отход икры во время инкубации и 100 %-ная гибель производителей.

Другой метод: получение зрелой икры от стада производителей полосатого окуня после их нереста в бассейнах, - получил более широкое применение, так как в этом случае производители не погибают и отход икры значительно ниже

При этом методе самок отбирают с ооцитами диаметром не менее 950-1000 мкм и инъецируют гипофизом сазана в два приема. После стимуляции к каждой самке подсаживают по 2-3 текучих самца. Рыбы нерестятся в бассейне при температуре 17-19 °С. Через 3-4 ч после нереста икру отлавливают из бассейна и помещают для дальнейшей инкубации в аппараты Вейса. Длительность инкубационного периода зависит от температуры и варьирует от 34 до 44 ч. Температура воды свыше 22 °С является летальной для инкубируемой икры.

Резорбция желтка у личинок полосатого окуня при температуре 20-22 °С завершается на 5-6-е сутки, плавательный пузырь заполняется воздухом на 4, 5-6-е сутки, на активное питание личинки переходят в возрасте 4-5 сут.

Полученную молодь полосатого окуня выращивают в прудах площадью 0,05 га, кормят фаршем из свежей малоценной рыбы. Выживаемость рыб массой более 25-30 г близка к 100%.

При интенсивном методе выращивания полосатого окуня в прудах сеголетки достигают массы 30-60 г, двухлетки - 500-1000, трехлетки - 800-1500, четырехлетки - 1000-2000, пятилетки - 2000-3500, шестилетки - 3500-6000 г.

4.2. Биотехника культивирования веслоноса

В 1974 г из Северной Америки в Краснодарский край был также завезен удивительный представитель семейства осетровых - веслонос *Polyodon spathula* (Walbaum, 1792). Акклиматизация веслоноса осуществлялась на Горячеключевском рыбопитомнике. Впоследствии он встречался в естественных условиях в Краснодарском водохранилище и в нижнем течении р. Кубань.

Вид является единственным представителем осетровых, питающимся зоопланктоном (зоопланктофаг). Веслонос обладает высокими гастрономическими качествами, имеет черную

икру и является в настоящее время важнейшим объектом рыбного хозяйства внутренних водоемов России и Украины.

Половое созревание наступает в зависимости от климатических условий: у самцов - в возрасте 6-8, у самок - 7-14 лет. В прудах самцы созревают на 6-м году жизни, самки - на 11-м. У веслоноса ярко выражен половой диморфизм. В преднерестовый период рострум, голова, а иногда и тело самцов покрыты жемчужной сыпью и шероховаты на ощупь; область генитального отверстия у самок сглажена и уплотнена, у самцов - окружена приподнятыми сосочками.

Работы по искусственному воспроизводству веслоноса начинают с момента наступления устойчивой температуры воды 13-14 °С (оптимум около 16 °С). Для стимуляции созревания производителей используют ацетонированные гипофизы осетровых рыб, а также нерестин (опытные работы по тестированию препарата Нерестин-5(5А, 5Б) на производителях веслоноса проводились и в Молдове).

В работе с самками применяют дробные (двукратные) инъекции. Очень важно правильно определить дозу гипофизов во время первой (предварительной) инъекции. Основным показателем поляризации ядра в ооцитах у самок веслоноса весной меняется в пределах 0,04-0,14.

Экспериментально выявлена закономерность в подборе первой дозы гипофизов в зависимости от показателя поляризации ядра. Наилучшие результаты получены при температуре воды 12 - 16 °С и интервала между первой и второй инъекциями 24 ч при дозах гипофиза, указанных в табл. 4.6 [47, 48].

Применение указанных доз гормона во время предварительной инъекции позволяет получать икру высокого рыбоводного качества (80 - 98% оплодотворения). Некоторое завышение доз гипофизов во время разрешающей инъекции, как правило, не приводит к негативным результатам, а способствует ускорению овуляции икры. Понижение разрешающей дозы гипофизов вызывает длительную, порционную овуляцию икры, снижение ее рыбоводного качества.

Таблица 1 - Введение суспензии ацетонированных гипофизов осетровых самкам веслоноса во время предварительной инъекции в зависимости от уровня поляризации ядра

Показатель поляризации ядра в ооцитах	Доза гипофизов для предварительной инъекции, мг/кг
0,04-0,06	0,4-0,6
0,06-0,08	0,6-0,8
0,08-0,09	0,8-0,9
0,10-0,13	1,0

Эффективными дозами гипофизов при разрешающей инъекции для самок веслоноса (при оптимальных нерестовых температур) следует считать 6 - 7 мг / кг. При температуре воды ниже 13 - 14 °С допускаются дозы около 8 мг / кг.

Для стимуляции созревания самцов достаточна одна гипофизарная инъекция - суспензию ацетонизированных гипофизов осетровых рыб (3 - 4 мг / кг) вводят перед разрешающей инъекцией самкам.

У самок десятигодовиков масса одной икринки составляет 7,9 мг, а самок шестнадцатигодовиков - 8,6 мг. Осеменение икры осуществляют полусухим способом. Затем икру обесклеивают и инкубируют в тех же аппаратах, что и икру осетровых рыб (аппарат Ющенко, «Осетр»). Оптимальная температура инкубации икры - 14-18 °С, рН 6,5-7,8. При температуре воды 13°С эмбриональное развитие продолжается 260 ч, при 18 °С - 113 ч. Подращивание личинок веслоноса лучше проводить в проточных бассейнах и лотках рыборазводных заводов при температуре 20-24 °С.

В прудах веслонос проявил себя как исключительно быстрорастущая рыба, несмотря на то, что условия выращивания часто не позволяют полностью выявить потенциал роста. Длина сеголеток веслоноса достигала 67 см, средняя масса - 670 г, двухлеток -3,4 кг, пятилеток -7-8 кг.

В благоприятных условиях прирост составляет 6,9 кг за одно лето, в менее благоприятных - 3 кг.

Таким образом, веслонос является одной из самых быстрорастущих прудовых рыб. На протяжении всей жизни он питается планктоном, главным образом низшими ракообразными, а также фитопланктоном и детритом; известны также случаи хищничества.

Вопросы для самоконтроля:

1. История акклиматизации полосатого окуня в Азовском море.
2. Биологическая характеристика веслоноса.
3. Сроки созревания, получение зрелых половых клеток веслоноса.
4. Выращивания личинок.
5. Товарное выращивание веслоноса в прудах.

Литература [2,8,10,26]

РАЗДЕЛ 2. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МОЛЛЮСКОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ

ТЕМА 1. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИДИЙ

- 1.3. Общая биотехнологическая схема культивирования мидий в Черном море
- 1.4. Характеристика технических средств, используемых для культивирования мидий

1.1. Общая биотехнологическая схема культивирования мидий в Черном море

Важнейшим направлением современной мировой аквакультуры является конхиокультура – расширенное воспроизводство и промышленное выращивание раковинных моллюсков в шельфовой зоне морей и океанов. Черноморская или средиземноморская мидия *Mytilus galloprovincialis* Lam является одним из наиболее важных объектов конхиокультуры Азово-Черноморского бассейна.

Большой интерес к расширению производства мидий связан с их высоким пищевым качеством. Моллюски богаты легкоусвояемыми белками, витаминами и важными для человеческого организма микроэлементами. Пищевая ценность мяса черноморских мидий обусловлена особенностью его химического состава, который меняется в зависимости от районов и сезонов лова. Содержание влаги варьирует в пределах 45-90 %, белка – 7-11 %, жира – 0,5-1,6%, углеводов – 0,2-3,55 %, минеральных солей 1-2%. Мясо также содержит большое количество витаминов группы В, витамин D, более 30 микроэлементов. Белок содержит все незаменимые аминокислоты, причем их больше, чем в белке яйца, который принимается за эталон. Содержащиеся в теле мидии биологически активные вещества положительно влияют на улучшение обмена веществ, повышают общий тонус организма. Створки мидий можно использовать для производства кормовой муки и кормовой крупки (0,5-5 мм) – добавки к корму кур, свиней и других сельскохозяйственных животных.

Черноморская мидия обитает в литоральной и сублиторальной зонах, начиная от уреза воды и до глубины 75-80м, используя в качестве субстрата чаще всего илистые и твердые грунты.

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.

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 (25-30 мм) на кормовые цели.
- Съём 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.

1.2. Характеристика технических средств, используемых при культивировании мидий

В настоящее время во многих странах отдается предпочтение выращиванию моллюсков в толще воды. Эта технология обеспечивает их быстрый рост и большой выход товарной продукции по сравнению с методом выращивания мидий на грунте, который применяется в некоторых странах.

Метод «Бушо» - выращивание моллюсков на кольях, также существенно уступает по продуктивности методам выращивания на ярусах, плотках, стеллажах (подвесным способом).

При подращивании моллюсков необходимы определенные технические средства:

- 1) выростные устройства - садки, лотки, мешки; коллектора;
- 2) приспособления для их размещения в толще воды: плоты, стеллажи, колья, столбы, ярусные устройства и т.д.
- 3) необходимы транспортные средства, оборудованные специальными приспособлениями для обслуживания ярусов.

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.

Согласно этой технологии 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 нед.) на коллекторах имеется 15 - 20 % мидий непромысловой длины (менее 5 см), то дорощивание моллюсков продолжают еще 2-3 мес.

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

Вопросы для самоконтроля:

1. Моллюски, культивируемые в Черном море.
2. Эколого-биологическая характеристика черноморской мидии.

3. Биотехнологическая схема культивирования мидий в Черном море.
4. Требования, предъявляемые к районам выращивания мидий.
5. Характеристика технических средств, используемых для культивирования мидий в Черном море.
6. Особенности культивирования мидий в различных открытых районах Черного моря (Северо-Западная часть Черного моря, Южный и Восточный берег Крыма).
7. Особенности культивирования мидий в Керченском проливе.
8. Особенности культивирования мидий в закрытых акваториях Черного моря (оз. Донузлав).

Литература: [2,5,15,21,22,56]

ТЕМА 2. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ УСТРИЦ

- 2.1. Эколого-биологическая характеристика плоской устрицы. Биотехника культивирования плоской устрицы в Черном море
- 2.2. Биология, акклиматизация и биотехнология культивирования тихоокеанской устрицы в Черном море

2.1. Эколого-биологическая характеристика плоской устрицы. Биотехника культивирования плоской устрицы в Черном море.

Черноморская плоская или грядовая устрица *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758 обитает в Черном море на глубинах от 1 до 65 м. Раковина имеет неправильно округлую форму. 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 5мм и более, он помещается в садки или на носители специальной конструкции, которые выставляются в наиболее благоприятных для роста и экологически чистых районах моря. После достижения моллюсками товарных размеров, устриц снимают, чистят, сортируют и помещают на отсадку для бактериальной очистки, после чего реализуют.

2.2. Биология, акклиматизация и биотехнология культивирования тихоокеанской устрицы в Черном море

Тихоокеанская или гигантская устрица *Crassostrea gigas* 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 в длину достигает до 40 см и отличается большим разнообразием формы раковины.

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. *C. 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 10^3 - 10^4 кл./мл.

Вопросы для самоконтроля:

1. Эколого-биологическая характеристика плоской устрицы.
2. Общая биотехнологическая схема культивирования европейской устрицы в Черном море.
3. Подготовка производителей, их стимуляция и нерест европейской устрицы.
4. Выращивание личинок европейской устрицы.
5. Сбор спата на коллекторы и товарное выращивание европейской устрицы.

6. Биология тихоокеанской устрицы и ее роль в мировой марикультуре.
7. Акклиматизация тихоокеанской устрицы в Черном море.
8. Биотехнология получения личинок и спата тихоокеанской устрицы.
9. Товарное выращивание тихоокеанской устрицы в Черном море.

Литература: [2,5,15,21,22,56]

ТЕМА 3. МОЛЛЮСКИ-АУТОАККЛИМАТИЗАНТЫ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА - ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПРОМЫСЛА И КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

- 3.1. Эколого-биологическая характеристика рапаны – аутоакклиматизанта в Азово-Черноморском бассейне
- 3.2. Эколого-биологическая характеристика мии и кунearки - аутоакклиматизантов в Черном и Азовском морях

3.1. Эколого-биологическая характеристика рапаны – аутоакклиматизанта в Азово-Черноморском бассейне

Двустворчатых моллюсков в Черном море насчитывается более 80 видов. По сравнению с богатством фауны моллюсков мирового океана (более 12000 видов) это не так уж много. Но роль их такова, что с ней не могут справиться никакие другие виды животных. Именно эти неприметные создания делают воды Черного моря (да и других морей тоже) чистыми и пригодными для человека. Практически все двустворчатые моллюски являются фильтраторами - свою пищу они получают, процеживая воду в полости тела и потребляя находящийся в ней планктон и органические частицы. Попутно при этом осаживается взвесь, вода становится чистой и прозрачной, свободной от многих бактерий и микроорганизмов. В этом деле есть свои рекордсмены - черноморская мидия длиной 5 - 7 см в сутки пропускает через свое тело до 70 л воды. В летние месяцы очищается за сутки таким образом вся прибрежная часть моря.

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

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 конъюнктура международного рынка, а также снижение запасов промысловых рыб в Азово-Черноморском бассейне.

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.

Указанные выше изменения в основных биоценозах определяют и внутригодовую динамику общей биомассы зообентоса, приведенную в таблице 13.

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 мидии и устрицы. При этом пространственная динамика добычи последних совпадала с формированием ареала рапаны в Черном море.

Интересы рационального использования сырьевых ресурсов в прибрежных акваториях Черного моря требуют оценки условий, при которых промысловые объекты формируют оптимальную численность промысловых популяций при надлежащем товарном качестве промыслового запаса. Исходя из полученных данных специальных исследований, современное промысловое изъятие рапаны не соответствует оптимальной стратегии использования сырья. Для решения этих задач необходимы дополнительные исследования, направленные как на адекватную оценку численности промысловых популяций, так и на разработку режима экологически безопасной добычи.

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 (по данным Прфессора А.П. Золотницкого) колеблется от 17 до 70% от величины продукции.

3.2. Эколого-биологическая характеристика мии и кунearки - аутоакклиматизантов в Черном и Азовском морях

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, образовала обширные самостоятельные биоценозы на глубинах от 0 до 26м.

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.

Мия – ценный промысловый моллюск, не уступающий по пищевой ценности мидиям и устрицам. В условиях Азово-Черноморского бассейна этот вид может достигать по численности свыше 600 экз/м², а по биомассе более 4000 г/м². Специально проведенные опыты по получению личинок мии в искусственных условиях и сбору спата на коллекторы дали положительные результаты.

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.

Анадара *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) (*A. inaequalvis*) или кунearка (*Cunearca cornea*), скафарка, кровавая ракушка, случайно завезена в Черное море в 60-х годах из Атлантического океана. Раковина анадары массивная, тяжелая, вздутая, неравностворчатая у молодых особей, она 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, за исключением Красного моря. 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 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. Типичное для двустворчатых размножение со стадией планктонной личинки. Появление анадары на черноморском шельфе означает возможность дальнейшего распространения 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 анадары.

Анадара – ценный промысловый вид в Азово-Черноморском бассейне. Это 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 *Anadara granosa*.

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 трофностью вод и хорошей экологией (Золотницкий, отчет ЮгНИРО).

Вопросы для самоконтроля:

1. Назвать и кратко охарактеризовать виды моллюсков-аутоакклиматизантов в Черном и Азовском морях.
2. Эколого-биологическая характеристика рапаны в Черном море.
3. Добыча рапаны в Черном море и ее использование.
4. Перспективы работ по выращиванию рапаны в Черном море.
5. Эколого-биологическая характеристика мии - вселенца в Черное и Азовское море.
6. Перспективы добычи и культивирование мии на бассейне.
7. Эколого-биологическая характеристика анадары Черного и Азовского морей.
8. Перспективы добычи и культивирование анадары в условиях Азово-Черноморского бассейна.

Литература: [2,14,15,21,22,56]

РАЗДЕЛ 3. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ РАКООБРАЗНЫХ В ЧЕРНОМОРСКОМ БАССЕЙНЕ

ТЕМА 1. БИОЛОГИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ МОРСКИХ КРЕВЕТОК

1.1. Перспективность выращивания креветок в Азово-Черноморском бассейне

1.2. Биотехника культивирования гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergia*

1.1. Перспективность выращивания креветок в Азово-Черноморском бассейне

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. Дорастивание 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 подрастиваться 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 таким 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 неременным 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 (Статкевис С.В., 2017).

1.2. Биотехника культивирования гигантской пресноводной креветки *Macrobrachium rosenbergii*

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 фибергласа, 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 самоконтроля:

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

Литература [15,16,26,53,56]

РАЗДЕЛ 4. ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ ДОБЫЧИ И КУЛЬТИВИРОВАНИЯ СРЕДИ МАКРОФИТОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ

ТЕМА 1. ЗАПАСЫ ОСНОВНЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ И ТРАВ В ЧЕРНОМ МОРЕ, КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МАКРОВОДОРΟΣЛЕЙ

- 1.1. Основные объекты марикультуры среди бурых водорослей
- 1.2. Характеристика филофоры, распространение, запасы и перспективность культивирования
- 1.3. Распространение зостеры в Черном море, хозяйственное значение

- 1.1. Основные объекты марикультуры среди бурых водорослей
- 1.2.

Выращивание макроводорослей. Бурые водоросли. Основными объектами марикультуры являются ламинариевые: ламинария (*Laminaria*), ундария (*Undaria*), костария (*Costaria*),

макроцистис (*Macrocystis*). Процесс выращивания ламинариевых водорослей состоит из нескольких этапов: подбора места для размещения хозяйств; установки каркаса конструкции плантации; подготовки посадочно-выростных субстратов; заготовки маточных слоевищ; стимулирования единовременного массового выхода зооспор из маточных слоевищ подсушиванием; посева спор на посадочно-выростные субстраты (оспоривание); переноса субстратов с осевшими эмбриоспорами в море или в специальные емкости с регулируемым условиями; выращивания микроскопических стадий в регулируемых условиях (температура, освещенность, аэрация, питание); выращивания водорослей на всех стадиях развития в море. На этом этапе нужно проводить работы по сохранению конструкции в рабочем состоянии, удалению обрастателей, прореживание, пересадку рассады и некоторые другие. Завершается процесс выращивания снятием урожая, хранением (сушка, консервирование, заморозка) и доставкой сырья потребителю.

Водоросли рода *Cystoseira* 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 её биомассы (фитомассы) максимален на глубине 0,5-1 м, но существенно варьируют в разных районах Черного моря.

1.2. Культивирование красных водорослей. Характеристика филлофоры, распространение, запасы и перспективность культивирования

Объектами культивирования для получения желирующих веществ в пищевых целях являются несколько видов красных водорослей: порфиры, грацилярии и эухеумы, реже анфельция, хондрус, гелидиум, фуцеллярия, 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 филофоры на северо-западном шельфе. В 2008 году был создан Ботанический заказник для сохранения в пределах прежнего поля бентосных сообществ красных водорослей рода *Phyllophora* Grev. Благодаря этому, а также некоторой стабилизации и снижению уровня загрязнений, в 2015 году отмечена устойчивая тенденция к восстановлению зарослей филофоры на прежней территории «поля Зернова» и видового состава фитобентоса. Параллельно с восстановлением филофоры в природных условиях перспективно ее культивирование в морских заливах.

1.3. Распространение zostеры в Черном море, хозяйственное значение

Зостера (*Zostera marina* и *Z. noltii*) относится к семейству Взморниковые, к группе цветковых – покрытосеменных растений, приспособившихся к обитанию в соленой воде морей и океанов. Их относят к морским травам – экологической группе 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.

В Азово-Черноморском бассейне наиболее широко zostера распространена в северо-западной части Черного моря, а также в бухтах, заливах и лиманах крымского побережья, в Керченском проливе. В Черном море zostеровые фитоценозы распространены в диапазоне глубин от 0,5 до 17 м, в зоне илистых и песчаных донных осадков, часто со значительной примесью ракуши.

В Азовском море *Z. marina* отмечена в Северном Сиваше, плавнях р. Кубань, Таманском заливе и Керченском предпроливье. Азовоморская zostера занимает глубины от 0,5 до 8 м, встречается при солености от 2 до 26 ‰.

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 zostеры 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. В 100 г сухого вещества zostеры содержится (в мг): Са – 1,39-2,44; Р – 2,48; Na – 0,18-0,30; Mg – 0,15-1,0; Mn – 82,7-472,5; Cu – 0,39-2,88; Co – 0,19-0,66; Zn – 8,52-33,75; Fe – 94,5-450,68; Al – 148,5-720,4. По содержанию некоторых микро- и макроэлементов zostера намного превосходит наземные кормовые травы. Содержание железа в zostере в 50 раз больше, чем в сене злаков. Кроме этого, определено и высокое содержание кобальта (больше, чем в бобовых травах в 40 раз), который участвует в образовании крови у животных. Потребность животных в меди во многом зависит от поступления с кормами других элементов, особенно цинка, молибдена, кадмия и серы. Как показали результаты химического анализа, в zostере присутствует молибден, много цинка и меди.

Зостера рассматривается как перспективное сырье в качестве составной части кормосмесей и комбикормов, для пополнения пищевой ценности рациона сельскохозяйственных животных.

Значительна и экосистемная роль морских трав. Они представляют основу трофических цепей, их сообщества высокопродуктивны, характеризуются богатым видовым разнообразием. В зарослях морских трав нерестятся, находят убежище и питаются многие виды рыб и беспозвоночных животных, в том числе промысловых. Они способны гасить волновую

активность, что стабилизирует донные осадки и защищает песчаные пляжи и берега от эрозии и разрушения.

Вопросы для самоконтроля:

1. Потенциальные объекты культивирования среди макрофитов в Азово-Черноморском бассейне.
2. Состояние запасов филлофоры, цистозеры и зостеры.
3. Мероприятия, направляемые на восстановление запасов филлофоры в Черном море.
4. Методы культивирования филлофоры.
5. Биология грацилляррии *G. verrucosa* в Черном море.
6. Биотехника культивирования грацилляррии в Черном море.
7. Распространение морских трав в Черном море, их использование

Литература: [4, 15,16,21,22]

РАЗДЕЛ 5. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ЖИВЫХ КОРМОВ В МАРИКУЛЬТУРЕ

ТЕМА 1. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

1.1. Биотехнология производства морских микроводорослей. Техническое обеспечение процесса культивирования.

1.2. Методы культивирования спирулины.

1.1. Биотехнология производства морских микроводорослей. Техническое обеспечение процесса культивирования

При разведении морских рыб и некоторых промысловых беспозвоночных выращивание живых кормов – обязательное звено биотехнологии, так как обеспечение подходящим кормом личинок в первые недели жизни – наиболее узкое место в этом процессе. 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.

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.

В настоящее время для целей марикультуры чаще всего культивируют и используют микроводоросли следующих видов: Chlorodendrophyceae = Chlorophyceae (зелёные): *Chlorella* sp.f. Marina, *Tetraselmis suecica*, *Tetraselmis (Platimonas) viridis* Butch., *Dunaliella tertiolecta* Dr.; Bacillariophyceae (диатомовые): *Nitzschia closterium*, *Phaeodaecylum tricornerutum* Bohl; Chrysophyceae (золотистые): *Monochrysis (Pavlova) lutheri* Dr., Prymnesiophyceae: *Isochrysis galbana*. Эти виды рассматриваются как корм для коловраток, артемий, устриц. Их вносят в выростные ёмкости с личинками кефалей и камбаловых для улучшения гидрохимического режима ёмкостей. Одной из задач при культивировании водорослей является обеспечение максимальной продуктивности в имеющихся сосудах и установках. Продуктивность определяется максимальной плотностью, которую может достичь культура в конкретных условиях, продолжительностью периода поддержания этой плотности и крутизной выхода на плато.

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*.

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 [1].

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 [1].

Состав среды Уолна, мг/л:

FeCl ₃ · 6H ₂ O.....	1,3	ZnCl ₂	2,1
MnCl ₂ · 4 H ₂ O.....	0,36	CoCl ₂	2.
H ₃ BO ₃	33,6	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ · 4 H ₂ O.....	1
ЭДТА.....	45,0	CuSO ₄ · 5 H ₂ O.....	2
NaNO ₃	100,0	Витамины В ₁	100γ
Na H ₂ PO ₄ · 2H ₂ O.....	20,0	В ₁₂	5γ

Состав среды Гольдберга, мг/л:

KNO ₃	200
Na ₂ HPO ₄	7
MnCl ₂ · 4 H ₂ O.....	0,20
CoCl ₂ · 6H ₂ O.....	0,24
FeCl ₃ · 6H ₂ O.....	0,27

Питательные среды готовят на трижды стерилизованной при 70°C морской воде.

Микроводоросли для кормления живых кормов (например, коловраток *Br. plicatilis*) выращивают в морской воде на среде Уолна. Для этого на 2 л дистиллированной воды нужно вносить: FeCl₃ 6H₂O – 2,6 г; MnCl₂ 4H₂O – 0,72; H₃BO₃ – 67,2; ЕДТА (этилендиаминтетрауксусная кислота) – 90; NaH₂PO₄ 2H₂O – 40; NaNO₃ – 200 г. Дополнительно вносят раствора микроэлементов – 2 мл. На каждый литр морской воды добавляют 1 мл данного раствора. Раствор микроэлементов состоит из: 100 мл дистиллированной воды; ZnCl₂ – 2,1 г; CoCl₂ 6H₂O – 2г; (NH₄)₆Mo₇O₂₄ 4H₂O – 0,9 г; CuSO₄ 5H₂O – 2 г. Этот раствор необходимо подкислить HCl, чтобы получить чистую жидкость. Кроме того, необходимы витамины: В₁₂–10 мг и В₁ (тиамин) – 200 мг. Их растворяют в 200 мл дистиллированной воды, а затем по 10 мл этого раствора добавляют на каждые 100 л морской воды. Для нормального развития, помимо минерального питания, водорослям необходимо и углеродное. Для этого нужно продувать воду углекислотой (20 л/ч на 1 л суспензии) или ее смесью с воздухом (100 л/ч на 1 л суспензии). Последнее лучше, так как позволяет точнее регулировать содержание СО₂, необходимое для культуры той или иной плотности и в зависимости от степени освещенности.

Микроводоросли служат кормом не только беспозвоночным животным, но и для мальков растительоядных рыб. Выращивать микроводоросли можно как при искусственном освещении (лампы накаливания, люминесцентные и др.), так и на солнечном свете. При избытке освещения емкость нужно затенять. Минимальная продолжительность светового дня – 12 ч, при круглосуточном освещении продуктивность удваивается. Оптимальная температура 26...30 °С.

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 $80-90 \cdot 10^6$ кл/мл. Культуру сливают и используют на засев 20-литровых бутылей на средах Уолна, Тамийя 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 [2].

Для удовлетворения пищевых потребностей объектов марикультуры можно получать биомассу микроводорослей заданного химического состава. В результате варьирования условий выращивания удастся получать биомассу водоросли "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.).

1.2. Методы культивирования спирулины

Синезеленая водоросль *Spirulina platensis* имеет 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. (табл. 4). 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 [29-31].

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.

В спирулине белок полный. Каждая аминокислота имеет свое незаменимое значение. Лизин очень важен для синтеза гемоглобина, метионин – для регулирования жирового обмена, вместе с цистеином стимулирует рост и развитие молодого организма рыб, уничтожает токсические продукты обмена веществ. Недостача метионина приводит к нарушению функций печени и почек, к развитию анемии, ожирению, атрофии мышц. Фениланин активно воздействует на центр «аппетита» в головном мозге, стабилизируя потребность организма в пище.

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, В₆)

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 - глюкоза, сульфоллипиды, полиненасыщенные жирные кислоты, среди которых особенно ценные линолевая (до 14000 мг/кг), γ -линоленовая (до 12000 мг/кг), арахидоновая и эйкозопентаеновая.

Скорость роста спирулины и ее урожайность выше, чем у традиционных сельскохозяйственных культур в 5–10 раз, выход белка на единицу площади за единицу времени в десятки раз выше, чем у сои. Для производства 1 кг спирулинового белка требуется в 10–30 раз меньше площади; причем, можно использовать непригодные или требующие рекультивации земли, а эффективность преобразования солнечной энергии у спирулины намного выше, чем для традиционных продуктов [29].

Согласно литературным данным [29, 31], 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

Сода, кг	8-12
Техническая мочевины, 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 фотокультиваторах. 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 [29]. 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

Вопросы для самоконтроля:

1. Значение живых кормов для личинок морских рыб.
2. Химический состав липидов рыб в зависимости от условий обитания.
3. Пищевые потребности рыб разных экологических групп.
4. Назовите таксономические и морфологические характеристики наиболее часто культивируемых микроводорослей. Особенности их химического состава.
5. Содержание маточных культур, приготовление сред для культивирования различных видов водорослей.
6. Методы и способы производства микроводорослей.
7. Систематическое положение спирулины.
8. Химический состав водоросли.
9. Культивирование спирулины.
10. Техническое обеспечение процесса культивирования спирулины. Методы промышленного выращивания спирулины.
11. Выращивание спирулины при естественном освещении на улице.

Литература: [2, 4, 11,21,22, 27,32,33-35, 39,42,43]

ТЕМА 2. БИОТЕХНИКА КУЛЬТИВИРОВАНИЯ СОЛОНОВАТОВОДНОЙ КОЛОВРАТКИ (*BRACHIONUS PLICATILIS*) - СТАРТОВОГО КОРМА ДЛЯ ЛИЧИНОК МОРСКИХ РЫБ

- 2.1. Биология объекта исследования
- 2.2. Коловратка *Brachionus plicatilis* – стартовый корм в марикультуре
- 2.3. Методы культивирования коловраток

2.1. Биология объекта исследования

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 [1]. Таксономия: Тип Круглые или Первичнополостные черви – *Nemathelminthes*, Класс Коловратки – *Rotatoria*, Подкласс – *Eurotatoria*, Надотряд – *Pseudotrocha*, Отряд – *Ploimida*,

Monogononta, Семейство - *Brachionidae*, Род -*Brachionus*, Вид - *Brachionus plicatilis* тип Круглые или Первичнополостные черви – *Nemathelminthes* , Класс Коловратки – *Rotatoria*, Подкласс – *Eurotatoria*, Надотряд – *Pseudotrocha*, Отряд – *Ploimida*, *Monogononta*, Семейство - *Brachionidae*, Род -*Brachionus*.

Из различных видов зоопланктона наиболее распространенным кормом для личинок многих видов морских рыб и некоторых беспозвоночных является солоноватоводная коловратка *Brachionus plicatilis* Muller [1]. 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).

Пресноводная аквакультура уже перешла на индустриальную основу. Разведение же морских рыб в нашей стране еще далеко не достигло крупных экономических масштабов. Интенсивное развитие этого направления – было определено, как одно из главных в развитии рыбной отрасли, и коловратке, как наиболее подходящей в качестве стартового корма, отводится особая роль.

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 выклевываются 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 [1, 48].

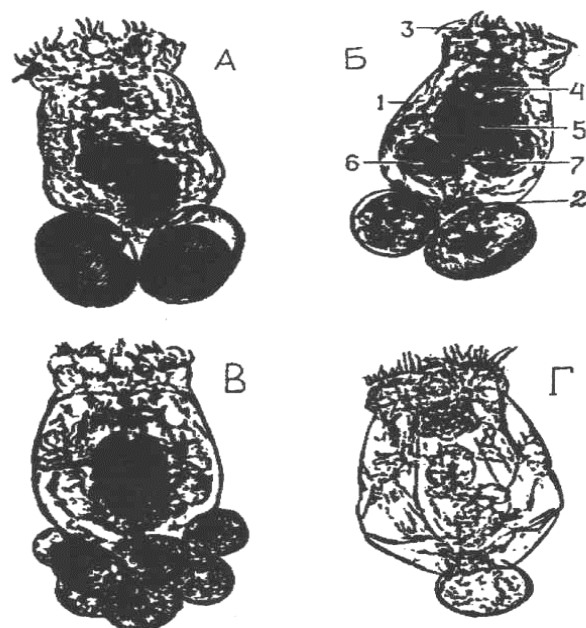


Рисунок 1 - Коловратки *Brachionus plicatilis*: А - самка с покоящимися яйцами; Б - самка с амиктическими яйцами; В - самка с миктическими яйцами, из которых развиваются самцы; Г- самка с мелким амиктическим яйцом: 1- панцирь; 2 - основание ноги; 3 - коловращательный аппарат; 4- мастакс (челюстной аппарат); 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 [50, 51].

Молодь из покоящихся (латентных) яиц может выклеиваться через несколько недель, месяцев и даже лет. Появление покоящихся яиц в культуре обусловлено резким изменением одного или нескольких внешних факторов (повышением или понижением температуры, ухудшением кормового режима, изменением солености и др.). Число одновременно вынашиваемых яиц различно в зависимости от условий среды и плотности коловраток [50, 51].

У *Br. plicatilis* обычно насчитывается от одного до трех амиктических яиц (редко 5-6) , до семи миктических яиц на самцов. Плодовитость самки зависит от ее физиологического состояния и продолжительности жизни, которая колеблется от нескольких дней до 1,5-2 недель. Продолжительность жизни самцов - 3-4 суток. За свою жизнь самка откладывает несколько десятков яиц. Половой зрелости самки достигают через 16-36 часов после вылупления. При температуре 20-25° первое яйцо появляется через 20-24 часа после выклева, при 26-28° - через 16-20 часов. Длительность сенильного периода до 2-4 суток [1, 46-48, 51].

Коловратки в естественных водоемах составляют обычно до 40 % всей биомассы зоопланктона и являются прекрасным кормом для молоди рыб.

2.2. Коловратка *Brachionus plicatilis* – стартовый корм в марикультуре

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 [1].

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 [3, 27].

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 [1,3]. Этим добились сокращения трофической цепи и повысили экономическую эффективность выращивания живых кормов. Однако коловратки, культивируемые на дрожжах, часто являлись причиной высокой смертности личинок рыб [3]. 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 [1, 3].

Коловратки, культивированные с дрожжами, имеют 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 $\omega 3$, таких как 20:5 $\omega 3$ и 22:6 $\omega 3$, является основным фактором их пищевой ценности [13]. 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.

Содержание $\omega 3$ ВНЖК и общих липидов в коловратках, выращенных на ω -дрожжах оказалось несколько выше, чем у коловраток на морской водоросли - *Chlorella* (табл. 2). Этот способ улучшения пищевой ценности живых кормов назвали косвенным способом. Был разработан и другой метод повышения пищевой ценности живых кормов, названный прямым способом. При этом способе, липиды, содержащие ВНЖК $\omega 3$, подавались непосредственно живым кормам, причем липиды обязательно гомогенизировали с небольшим количеством сырого яичного желтка и воды, а полученной эмульсией вместе с хлебными дрожжами или микроводорослями кормили выращиваемые организмы.

Кроме этих способов были предложены и другие для повышения пищевой ценности и эффективности культивирования живых кормов для личинок морских рыб. Хирата предложил метод культивирования коловраток с помощью создания единой пищевой цепи: *фитопланктон – микроорганизмы - коловратки* в искусственной замкнутой экосистеме [53, 54].

Если в среду вводились ω – дрожжи или гомогенизированные эфиры ВНЖК $\omega 3$, 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 [55]. Однако микрокапсулированные корма теряют быстро свои пищевые качества при хранении, уже за период 2-4 суток. Поэтому их следует готовить непосредственно перед применением.

Таким образом, было показано, что коловратки легко ассимилируют ВНЖК $\omega 3$ и жирорастворимые витамины из кормовых организмов. Используя разные методы, оказались возможным повысить пищевую ценность живых кормов путем ассимиляции ими из культуральной среды не только высоконасыщенных жирных кислот $\omega 3$, но и жирорастворимых витаминов вместе с липидами [3]. Все выше перечисленные методы (прямой, косвенный, единой пищевой цепи, инкапсулирования) успешно применяются в Японии для повышения пищевой ценности любого зоопланктона при выращивании морских рыб.

2.3. Методы 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.

Выделение маточной культуры коловраток из естественных водоемов, как правило, не вызывает затруднений. Данный вид обитает практически в водоёмах любых размеров и различной минерализации. Выделенную 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. [1, 60].

Одновременно с разгонкой маточной культуры коловраток готовят 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. Следует учесть, что от величины плотности первоначального засева зависит время достижения популяцией коловраток концентраций, достаточных для сбора продукции. Чем выше плотность засева, тем раньше можно начинать сбор продукции. При выращивании коловраток в бетонных ёмкостях в качестве дополнительного корма используют сухие пекарские дрожжи, а также комбикорм, который не пригоден для кормления рыб. Корм вносят три раза за сутки в концентрации 10-15 г/м³.

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 и используют на корм личинкам рыб.

Вопросы для самоконтроля

1. Биологическая характеристика солоноватоводной коловратки *Br. plicatilis*.
2. Жизненный цикл *Br. plicatilis*.
3. Дать характеристику методам культивирования коловраток.
4. Совместное выращивание в бассейнах микроводорослей, коловраток и личинок рыб.
5. Какие устройства используются для массового культивирования коловраток?

6. Как осуществляется кормление коловраток?
7. От чего зависит и как повышается пищевая ценность коловраток?

Литература [27, 34, 44-48,50-54]

ТЕМА 3. ЖАБРОНОГИЙ РАЧОК *ARTEMIA SALINA* КАК НАИБОЛЕЕ УНИВЕРСАЛЬНЫЙ И РАСПРОСТРАНЕННЫЙ ВИД ЖИВОГО КОРМА В МАРИКУЛЬТУРЕ КОПЕПОДЫ. ХАРАКТЕРИСТИКА, МЕТОДЫ РАЗВЕДЕНИЯ

- 3.1. Биологическая характеристика артемии, использование в аквакультуре
- 3.2. Получение науплий артемии (*Artemia sp.*)

3.1. Биологическая характеристика артемии, использование в аквакультуре

Артемия относится к типу Членистоногие (Arthropoda), подтипу Жабродышашие, отряду Жаброноги (Anostraca), семейству Artemiidae 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 [66, 67]. 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 [66].

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 [54].

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 этих показателях обмен веществ эмбриона не активизируется, цисты могут длительное время оставаться в покоящейся фазе, что делает их очень удобными для длительного хранения. В аквакультуре применяют яйца предварительно обработанные, т.е. отчищенные от мусора и пустых оболочек цист, дегидратированные (такие яйца хорошо хранятся), высушенные, и герметично запакованные. При выращивании калкана используют преимущественно две личиночные стадии артемии, науплии и метанауплии, последние можно насыщать микроводорослями и любыми эмульгированными смесями для повышения их питательной ценности для личинок рыб [67].

При благоприятных условиях из цист выходят личинки (науплиусы), которые в течение 2–3 недель проходят 7–8 линек. В процессе линьки формируется тело рачка, которое имеет

сегментированную структуру. Существует и партеногенетический способ размножения. Самки могут откладывать неоплодотворенные яйца, из которых развиваются нормальные науплиусы.

Характер размножения артемий определяется условиями среды их обитания. В более соленых озерах и лиманах южных регионов Украины артемий размножаются с мая по октябрь. Наряду с рождением живых науплиусов, они могут откладывать и «зимние» яйца. Средняя продуктивность самок артемий составляет 65–70 яиц на одну кладку. В течение вегетационного периода самки могут откладывать яйца или выметывать науплиусов несколько раз с интервалом 6–28 суток. Новорожденные рачки, прежде чем, достигнут половой зрелости, проходят 15 стадий развития.

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 находится 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.

3.2. Получение науплий артемии (*Artemia sp.*)

Культуру артемий разводят в цементных бассейнах. Длина бассейнов 8 м, ширина 1,6 м, высота 0,7 м, при слое воды не более 0,4 м.

В бассейне на 1 м³ воды вносят 60 кг хлористого натрия, 10 кг огородной земли, 1 кг сернокислого аммония, 0,5 кг суперфосфата и 0,5 кг калийной соли. Затем вносят цисты водорослей, способные развиваться в солевой воде и служить пищей для артемий. Спустя 5–10 дней, после массового развития вносят яйца артемии.

Яйца артемии заготавливают на берегу соленых водоемов, либо закупают. Выклев личинок артемий начинается на 3–4-й день после внесения в бассейны яиц и продолжается 7–10 дней. Для массового развития бактериальной флоры, которой питаются личинки, в бассейны вносят навоз (0,5 кг на 1 м³), который раскладывают в марлевых мешочках в поверхностных слоях воды. Дополнительным источником пищи для взрослых артемий являются кормовые дрожжи, которые вносят ежедневно в количестве не более 1/5 от массы артемий.

Артемий отлавливают сачком из шелкового мельничного газа, когда они собираются в рой. На конце сачка подвешивают банку, чтобы не травмировать артемий. Ежедневный выход с 1 м² бассейна 30–40 г артемий. Бассейны с культурой артемий можно эксплуатировать до 50 дней. При соблюдении требуемого гидрохимического режима, поддержки уровня воды и концентрации солей, периодической очистки бассейна от избытка органики. Кислород должен быть не ниже 4–6 мг/л, температура воды от 18 °С до 25 °С.

Для поддержки постоянной численности артемий через каждые 10 дней вносят новые порции яиц (1/2 нормы от предыдущего внесения). При благоприятных условиях артемий в возрасте 14 дней начинают размножаться. К концу вегетационного периода перестают пополнять воду, что при продолжающемся испарении ведет к увеличению концентрации солей. При этом находящиеся в бассейне яйца всплывают. Их отлавливают, просушивают и хранят в открытых ящиках слоем не более 10–15 см, в сухом помещении до следующей весны. Зимой

яйца желательно выдерживать при отрицательных температурах, что благоприятно влияет на выклев артемий. [13,14]

Еще один способ культивирования артемии солины (*Artemia sp.*). Науплии получают, инкубируя яйца артемии (их берут около 1/3 чайной ложки) в растворе морской или поваренной соли (до 50 г на 1 л воды). При T 20... 32 °C развитие длится от 24 до 36 ч. Воду при этом нужно хорошо аэрировать, чтобы яйца находились в движении. Для выхода воздуха в крышке должно быть отверстие. Через 10...15 мин после выключения аэрации мертвые организмы и скорлупа скапливаются у поверхности, яйца – на дне, а живые науплии в придонном слое, откуда их отсасывают трубкой, промывают водой в сачке из плотного газа и скармливают малькам. Для увеличения всхожести яиц нужно после длительного хранения их активировать бурой, содой, ацетоном и др. Хорошие результаты получаются при 15-минутной обработке яиц 1,5...3%-ным раствором перекиси водорода с последующим их высушиванием перед инкубацией. Декапсулирование (снятие наружной оболочки) яиц артемии, что, во-первых, повышает их всхожесть, а во-вторых, позволяет кормить некоторых рыб непосредственно декапсулированными яйцами, не инкубируя их. Науплии и декапсулированные яйца артемии часто содержат бактерии сальмонелл, вызывающих у рыб энтериты пищеварительного тракта и поражения печени. Чтобы этого не случилось, яйца артемии необходимо выдержать в холодильнике при температуре 2...5 °C.



Рисунок 2 - *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 одновременно, 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 яичевой оболочки. Эта стадия получила название "парашютика" (рис. 1.5) 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.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дать биологическую характеристику артемии.
2. Артемия как универсальный и наиболее распространенный вид живого корма.
3. Биология рачка *A. salina*.
4. В чем заключается ценность артемии как кормового объекта для личинок рыб.
5. Методы культивирования артемии.

Литература: [7,11,24, 35,36 38, 45]

ТЕМА 4. РАЗРАБОТКА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ МАССОВОГО ПРОИЗВОДСТВА КОПЕПОД – НАИБОЛЕЕ ЦЕННОГО ЖИВОГО КОРМА ДЛЯ ЛИЧИНОК МОРСКИХ РЫБ

4.1. Таксономические и морфологические признаки копепод

4.2. Методика культивирования копепод

4.1. Таксономические и морфологические признаки копепод

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.

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

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.

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.

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* [16].

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‰.

4.2. 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, эвригаллины.

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‰), pH (в пределах 7,7-8,0), температура (от 8 до 28⁰С), 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.

При массовом культивировании 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 (С 1-6), достигая половозрелости на стадии С 6. Основными факторами, влияющими на выживаемость и длительность развития копепод, являются температура, количественные и качественные характеристики питания.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дать биологическую характеристику копепод.
2. Содержание маточной культуры копепод.
3. Какие методы используются при культивировании копепод?
4. Использование копепод в качестве живого корма для личинок морских рыб.

Литература: [7, 35,37,38, 40,41,45, 55]

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Гарлов П.Е. Искусственное воспроизводство рыб / П.Е. Гарлов, Ю.К. Кузнецов, К.Е.Федоров. - СПб.: Изд. «Лань», 2013. – 256 с.
2. Ким Г.Н. Марикультура: учебное пособие / Г.Н. Ким, С.Г. Лескова, И.В. Матросова. - М.: МОРКНИГА, 2014. -273 с.
3. Пономарев, С.В Лососеводство / С.В Пономарев. - М.: МОРКНИГА, 2013.- 561 с.
4. Матросова И. В. Организация и планирование хозяйств марикультуры : учебное пособие для высших учеб. заведений / И. В. Матросова, С.Е. Лескова , м.е гар , с.в. лАС — М. : МОРКНИГА, 2016. — 198 с.
5. Черноморские моллюски: элементы сравнительной и экологической биохимии / Нац. акад. наук Украины, Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского. — Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2014. – 322, [2] с. : рис., табл. — Библиогр.: с. 274-316. — Под ред. Г. Е. Шульмана, А. А. Солдатова.
6. Пономарев С.В. Фермерское рыбоводство / С.В. Пономарев, Л.Ю .Лагуткина. - М.: Колос, 2008. С.161-187.
7. 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.

Дополнительная литература

8. Козлов В.И. Аквакультура / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров–Никишин, А.Л. Бородин. - М.: Колос, 2006. С. 313-440.
9. Ворошилаина 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. 93 с.
10. Шекк П.В. Марикультура рыб и перспективы ее развития в Черноморском бассейне / П.В. Шекк, Н.И. Куликова. - Киев: КНТ, 2005, 307 с
11. Аксенова Е.Н., Макаров Э.В. Индустриальное культивирование стартовых живых кормов для рыб. - Ростов-на-дану, 2001 г. - 196 с.
12. Аронович 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.
13. Биотехника искусственного воспроизводства кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника / Составители: Куликова Н.И., Шекк П.В. - Керчь: ЮгНИРО. – 1996 г. - 27 с.
14. Бардач Дж. Аквакультура / Дж. Бардач, Дж.Риттер, У. Макларни. – М. Пищевая промышленность. - 1979 г. - 291 с.
15. Морская Аквакультура. Моисеев П.А., Карпевич А.Ф., Романычева О.Д. и др.. – М.: Агропромиздат. - 1985. - 253 с.
16. Димитриев Я.Н. Использование лагун Черного моря в рыбохозяйственных целях / Я.Н. Димитриев – Кишинев, «Штиинца» - 1979 г. - 176 с.
17. Культивирование кефалей в Азово-Черноморском бассейне: Сборник научных трудов. 1991. – М.: ВНИРО. – 136 с.
18. Карпевич А.Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. – М.: Пищевая пром-ть, 1975. – 432 с.
19. Инструкция по разведению кефали лобана. - М., ВНИРО. – 1986. - 54 с.
20. Инструкция по разведению кефали сингиля. - М., ВНИРО. -1990. - 69 с.

21. Лавровская Н.Ф. Выращивание водорослей и беспозвоночных в морских хозяйствах / Н.Ф. Лавровская. – М.: Пищевая промышленность. - 1979 г. - 432 с.
22. Милн П.Х. Морские хозяйства в прибрежных водах \ П.Х. Милн. – М. Пищевая промышленность. - 1979 г. - 183 с.
23. Моисеев П.А. Перспективы развития морской аквакультуры в СССР. – В кн. Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Биологические ресурсы Мирового океана. -М.: 1979. – С. 201 – 208.
24. Обзор зарубежного опыта разведения артемии для использования ее в аквакультуре. - М.: ВНИРО (ЩНИПТЭИРХ). 1984. – 63с.
25. Семик А.М. К биологии веслоногого рачка *Diaptomus salinus* S. кормового объекта для кефалей / А.М. Семик. - В сб. Культивирование кефалей в Азово-черноморском бассейне. - М.: ВНИРО., 1991 г., 116-12 с.
26. Современное состояние и зарубежный опыт в области марикультуры. М. ВНИРО, 1976. – 93с.
27. Спекторова Л.В. Способ получения биомассы золотистой водоросли монохризис - кормового объекта для марихозяйств / Л.В. Спекторова, Л.П. Носова, О.Н. Альбицкая // Культивирование морских организмов: Сборник научных трудов ВНИРО. – М., 1985. - С. 160-170.
28. Супрунович А.В. Аквакультура беспозвоночных / А.В. Супрунович. - Киев, «Наукова думка». 1988. – 54 с.
29. Цуладзе В.Л. Бассейновый метод выращивания лососевых рыб / В.Л. Цуладзе. – М.: «Агропромиздат». – 1990. – 155 с.
30. Чепурнов А.В. Культивирование рыб Черного моря в замкнутых установках / А.В. Чепурнов. – Киев: Наукова думка. - 1989 г. - 102 с.
31. Шелбурн Дж. Искусственное разведение морских рыб / Дж. Шелбурн. - М.: Пищевая промышленность. – 1971 г. - 78 с.
32. 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.
33. Производство микроводорослей для целей марикультуры и возможности направленного биосинтеза в живые корма для объектов марикультуры. Л.В. Спекторова, О.И. Горонкова, О.Н. Альбицкая, Н.Н. Задорин. - В сб. Живые корма для объектов марикультуры.- М: ВНИРО. - 1988. - С. 5-15.
34. Watanabe T. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review / T. Watanabe, C. Kitajima, S. Fujita // *Aquaculture*. - 1983. - V. 34. № 1/2. - P. 115-143.
35. Виноградова З.А. Биохимические аспекты изучения морского планктона. / З.А. Виноградова. - Вопросы биогеографии. - Киев: Наукова думка. - 1967. - С. 52-58.
36. Фролов А.В. Влияние состава жирных кислот корма на выживаемость, скорость роста и состав липидов *Artemia salina*. / А.В. Фролов. - В сб. Корма и методы кормления объектов марикультуры. - М: ВНИРО. – 1988 - С. 20-38.
37. Ханайченко А.Н.. Критерии выбора кормовых организмов для личинок черноморской камбалы калкана. / А.Н. Ханайченко. - Состояние и перспективы научно-практич. разработок в области марикультуры России. - Ростов-на-Дону. - 1996. - С. 325-330.
38. Исследование биохимического состава некоторых видов живых кормов, используемых при выращивании личинок кефалей. С.В. Шершов, Е.С. Проскурина, Н.А. Писарева и др. // Живые корма для объектов марикультуры. М.: ВНИРО. – 1988. - С. 103-119.
39. Спекторова Л.В., Паньков С.Л., Горонкова О.И. Массовое производство морских микроводорослей как основа разведения некоторых беспозвоночных и рыб // *Probleme de mariculture*. I.R.C.M. Constanta. – 1986. - P.21-28.

40. Семик А.М. К биологии веслоногого рачка-диаптомуса - кормового объекта для кефалей. / А.М. Семик. - В сб. Культивирование кефалей в Азово-черноморском бассейне.- М.: ВНИРО., 1991 г., 116-12 с.
41. Хребтова Е.В. Влияние микроводорослей на рост и развитие личинок черноморской устрицы // Живые корма для объектов марикультуры. – М., 1988. – С. 15-26.
42. Минюк Г.С., Дробецкая И.В., Тренкеншу Р.П., Вялова О.Ю. Ростовые и биохимические характеристики *Spirulina (Arthrospira) Platensis* (Nordst.) Geitler при различных условиях азотного питания // Экология моря. - 2002. - Вып. 62. - С. 61 - 66.
43. Гнатченко Л.Г., Писаревская И.И. Способ культивирования спирулины. Патент Украины, 34839, 2001.
44. Богатова И.Б. Рыбоводная гидробиология. 1980. М. «Пищевая промышленность». 166 с.
45. Моисеев Н.Н. Выращивание живых кормов. 2007. Ж. «Рыбоводство и рыбное хозяйство». М., № 12, с. 43-51.
46. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР // Ленинград. 1970. - С. 766.
47. Спектрова Л. В. Выращивание живых кормов для личинок морских рыб // Рыбное хозяйство, 1971. – № 11. – С. 14-15.
48. Спектрова Л. В., Савчук-Вижевский В. И. Культивирование *Brachionus plicatilis* на различных видах корма // Тезисы докладов УШ сов.- японского симпозиума по вопросам аквакультуры и повышения продуктивности Мирового океана. – М.: ВНИРО, 1970, С. 38-39.
49. Тевяшова О.Е. Сбор и обработка зоопланктона в рыбоводных водоемах // Ростов-на-Дону. 2009. - С. 82.
50. Бакаева Е.Н., Строганов В.П. Способ культивирования коловраток А.с. СССР №1360680А1, МКИ 4А01 К 61/00. Заявл. 4.08.86; Зарег. 22.08.87; Опубл. 23.12.1987. Бюлл. №47.
51. Бакаева Е.Н. Эффективность роста коловраток в условиях аквакультуры // Автореферат дисс. канд. биол. наук. 1992. Минск. 20 с.
52. Бакаева Е.Н., Макаров Э.В. // Эколого-биологические основы жизнедеятельности коловраток в норме и в условиях антропогенной нагрузки. 1999. Ростов-на-Дону, АзНИИРХ, 206 с.
53. Алексеев В.Р. Веслоногие раки. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – СПб, 1995. - Т.2. - С. 77-78.
54. Новоселова Н.В., Туркулова В.Н. К методике массового культивирования живых кормов в условиях низкой температуры для молоди ценных видов морских рыб / Н.В. Новоселова, В.Н. Туркулова // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 2008. – Т. 49. – С. 41 - 48.
55. Шадрин Н.В. *Arctodiaptomus salinus* (Daday, 1885) (Copepoda, Diaptomidae), редкий в северо-западной части Черного моря вид, обычен в прибрежных водах Крыма / Н.В. Шадрин, Е.А. Багатова, А.В. Копейка // Морской экол. журнал. – 2008. - 7, 2. – С. 86.

Любовь Ивановна Булли

Специальная марикультура

Конспект лекций

для студентов направления подготовки 35.03.08

«Водные биоресурсы и аквакультура»

очной и заочной форм обучения

Тираж _____ экз. Подписано к печати _____

Заказ № _____. Объем __3,6__ п.л.

ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический
университет»

298309 г. Керчь, Орджоникидзе, 82.