

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра «Водные биоресурсы и марикультура»**

Сытник Н.А.

ОСНОВЫ МАРИКУЛЬТУРЫ

Учебное пособие

для студентов направления подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»,

очной и заочной форм обучения

Керчь, 2018 г.

УДК 639.32

ББК 47.2

С957

Учебное пособие содержит сведения о биологии и современных технологиях выращивания гидробионтов – традиционных и перспективных объектов марикультуры. Рассматривается современное состояние и перспективы развития товарного рыбоводства в России и за рубежом.

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура», бакалавриата, а также магистратуры по направлению подготовки 35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура» очной и заочной форм обучения.

Составитель: Сытник Н.А., канд. биол. наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»

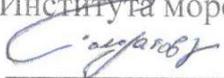

подпись

Рецензенты:

Золотницкий А.П., д-р биол. наук, профессор кафедры «Водные биоресурсы и марикультура» ФГБОУ ВО «КГМТУ»


подпись

Солдатов А.А., д-р биол. наук, профессор, заведующий отделом физиологии и биохимии животных Института морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН


подпись

Самышев Э.З., д-р биол. наук, профессор, заведующий отделом функционирования морских экосистем Института морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН


подпись

«Допущено Ученым советом Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Керченский государственный морской технологический университет в качестве учебного пособия для обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, по направлению подготовки (специальности) 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» и магистратуры по направлению подготовки 35.04.07 «Водные биоресурсы и аквакультура».

Протокол № 9 от «24» апреля 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ТЕМА1 МАРИКУЛЬТУРА - САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОТРАСЛИ АКВАКУЛЬТУРЫ.....	8
1.1 Общие принципы марикультуры.....	8
1.3 История развития марикультуры.....	10
1.3 Современное состояние и тенденции развития марикультуры.....	15
1.4 Биологические основы марикультуры.....	17
1.5 Типы хозяйств морской аквакультуры.....	18
ТЕМА2 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ. УЧАСТКИ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МАРИХОЗЯЙСТВ.....	20
2.1 Требования к условиям выращивания культивируемых объектов.....	21
2.2 Способы увеличения продуктивности открытых систем.....	22
2.3 Этапы технологических операций культивирования.....	25
ТЕМА 3 РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ КЕФАЛЕЙ.....	28
3.1 История разведения и выращивания кефалей.....	28
3.2 Современное кефалеводство.....	31
ТЕМА 4 РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ КАМБАЛ.....	33
4.1 История разведения и выращивания камбал.....	33
4.2 Выращивание молоди и товарной продукции камбалы тюрбо.....	38
4.3 Производство рыбопосадочного материала камбалы калкана.....	39
4.4 Профилактика заболеваний при выращивании камбалы.....	41
4.5 Технические средства марикультуры – выращивания камбалы.....	44
4.6 Выращивание камбалы.....	46
ТЕМА 5 РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ.....	48
5.1 Виды лососевых, используемые для разведения.....	48
5.2 Разведение ручьевой форели.....	48
5.3 Разведение радужной форели.....	50
ТЕМА 6 РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В МОРСКОЙ ВОДЕ.....	52
6.1 Осенняя бонитировка.....	53
6.2 Стадии зрелости гонад осетровых рыб.....	53
6.3 Методы предварительного отбора производителей осетровых рыб.....	53
6.3.1 Биопсия.....	54
6.3.2 Прямая пальпация и лапароскопия.....	55
6.3.3 Эндоскопия.....	57
6.4 Проведение гормонального стимулирования.....	58
6.5 Контроль за ходом созревания самок и самцов.....	61
6.6 Отбор овулировавшей икры.....	62

6.6.1	Метод Подушки С.Б.	62
6.6.2	Лапаротомия	64
6.6.3	Метод многократного сцеживания	65
6.6.4	Анестезия производителей	65
6.7	Получение спермы и её хранение в гипотермических условиях	66
6.8	Искусственное осеменение икры	67
6.8.1	Техника осеменения	67
6.8.2	Продолжительность осеменения	69
6.8.3	Обесклеивание икры	70
6.9	Инкубация икры	71
6.9.1	Инкубационный аппарат Ющенко	71
6.9.2	Инкубационный аппарат «Осетр»	71
6.9.3	Инкубационные аппараты Вейса или Мак-Дональда	72
6.9.4	Подготовка инкубационных аппаратов	73
6.9.5	Освещенность	75
6.9.6	Контроль инкубации икры осетровых рыб	75
6.9.7	Продолжительность эмбрионального развития	75
6.10	Выдерживание предличинок	76
6.10.1	Вылупление предличинок	76
6.10.2	Условия выдерживания предличинок	77
6.10.3	Важные этапы постэмбрионального развития	77
6.11	Выращивание личинок	78
6.11.1	Переход на экзогенное питание	78
6.12	Выращивание молоди в бассейнах для пополнения маточных стад	80
6.12.1	Программы кормления молоди различных видов осетровых	80
6.13	Прудовое выращивание молоди осетровых рыб	81
6.13.1	Основные требования к прудам	81
6.13.2	Подготовка прудов	82
6.13.3	Плотность посадки личинок в пруды	83
6.13.4	Формирование кормовой базы и применение минеральных удобрений	83
ТЕМА 7 РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ МОРСКИХ ОКУНЕЙ		84
7.1	Полосатый окунь	84
7.2	Белый морской окунь	85
ТЕМА 8 БИОТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МИДИЙ		86
8.1	Биологические особенности основных объектов выращивания	86
8.2	Корейская мидия	91
8.3	Съедобная мидия	91
8.4	Средиземноморская мидия	92
8.5	Тихоокеанская мидия	92
8.6	Мидия Грея	93
8.7	Биотехника культивирования мидий	93
ТЕМА 9 БИОТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ УСТРИЦ		96
9.1	Биология устриц	96
9.2	Технология выращивания устриц в полноциклических хозяйствах	102
9.2.1	Получение спата в питомнике	104
9.2.2	Кормление личинок	114
9.2.3	Осаждение личинок	115

9.2.4 Подращивание спата.....	117
9.2.5 Примерный календарь работ в устричном питомнике (с 12 марта по 21 августа).....	118
ТЕМА 10 БИОТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ГРЕБЕШКОВ, И ДРУГИХ МОЛЛЮСКОВ.....	119
10.1 Биология морского гребешка.....	119
10.2 Содержание производителей гребешка.....	121
10.3 Технология искусственного оплодотворения гребешка.....	122
10.4 Условия содержания личинок гребешка.....	125
10.5 Морское ушко.....	126
10.6 Технология культивирования жемчуга.....	127
10.6.1 Пресноводный или речной жемчуг.....	128
10.6.2 Морской жемчуг.....	128
ТЕМА 11 КУЛЬТИВИРОВАНИЕ КРЕВЕТОК.....	130
ТЕМА 12 РАЗВЕДЕНИЕ ОМАРОВ И ЛАНГУСТОВ.....	134
ТЕМА 13 РАЗВЕДЕНИЕ КРАБОВ.....	135
13.1 Биология крабов.....	135
13.2 Выращивание крабов.....	136
ТЕМА 14 КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ИГЛОКОЖИХ, АСЦИДИЙ И ДРУГИХ МОРСКИХ ЖИВОТНЫХ.....	138
14.1 Культивирование голотурий.....	138
14.2 Культивирование морских ежей.....	139
ТЕМА 15 МАРИКУЛЬТУРА ПРОМЫСЛОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ.....	141
15.1 Состав и характеристика морских водорослей. Подбор видов для культивирования.....	141
15.2 Культивирование бурых водорослей.....	142
15.3 Культивирование красных водорослей.....	147
15.4 Культивирование зеленых водорослей.....	150
15.5 Культивирование одноклеточных водорослей.....	151
ТЕМА 16 АККЛИМАТИЗАЦИЯ И ЕЕ РОЛЬ В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ МАРИКУЛЬТУРЫ.....	153
16.1 Роль акклиматизантов в аквакультуре.....	153
16.2 Результаты интродукции гидробионтов (рыб, промысловых и кормовых беспозвоночных).....	155
16.2.1 Принципы и методы выбора форм в акклиматизации.....	158
ТЕМА 17 МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ БОЛЕЗНЕЙ И ЛЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ.....	163
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	166

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день рыболовный сектор вносит существенный вклад в мировую экономику. Растущее население планеты и, соответственно, рост потребления ставят перед международным сообществом и Россией, как одной из ведущих рыболовных держав, задачу по обеспечению глобальной продовольственной безопасности и в то же время сохранению биоразнообразия Мирового океана.

Марикультура является одной из динамично развивающихся отраслей мировой экономики. Кроме растущего населения и стабилизации мировой добычи рыбы, этому способствует высокое качество морских организмов, как продуктов питания. В отличие от продуктов питания наземного происхождения, у большинства морепродуктов отсутствуют так называемые потребительские риски. Продукция из морских организмов содержит полноценные, но легко усваиваемые белки, богатые микроэлементами и необходимыми жирными кислотами, в то же время, свободными от холестерина. Все это способствует повышенному спросу морепродуктов потребителями, и как следствием, развитию производства.

По своей многогранности, множественности подходов, изобилию объектов культивирования морская аквакультура является одним из наиболее комплексных и сложных теоретических и практических направлений, опирающихся на многолетний опыт населения, передовые инженерно-технические решения и достижения науки.

Развитие марикультуры связано с необходимостью вложения капитальных средств в строительство рыбопроизводственных заводов, экспериментально-производственных баз, оборудование садковых комплексов и т.д. При этом для гармонизации отношений человека с природой и сохранения сложившихся природных экосистем требуется разрешение комплекса правовых, биологических, экологических, технических и социально-экономических проблем.

Развитие отечественной марикультуры невозможно без подготовки высококвалифицированных кадров, недостаток которых остро ощущается в рыбохозяйственной отрасли. Актуальность учебного пособия состоит в том, что в нем отражены методы культивирования как классических для России объектов выращивания - кефалей, камбал, лососевых и осетровых рыб, морских окуней мидий, устриц, гребешков, креветок, крабов, промысловых водорослей; так и перспективных для отечественной марикультуры объектов - омаров, лангустов, иглокожих.

Учебное пособие позволяет повысить уровень самостоятельной подготовки и освоения студентами лекционного материала дисциплины «Основы марикультуры».

Цели дисциплины «Основы марикультуры» - приобретение студентами разносторонних знаний и умений, связанных с культивированием различных видов гидробионтов в морской воде.

Задачи, решаемые в процессе преподавания дисциплины, заключаются в том, чтобы будущие специалисты овладели биотехнологиями искусственного воспроизводства и товарного выращивания различных ценных видов морских организмов.

В задачи преподавания дисциплины входит:

- формирование знаний об объектах марикультуры;
- изучение методов разведения морских гидробионтов;
- изучение способов и методов выращивания морских гидробионтов.

Дисциплина «Основы марикультуры» в учебном плане специальности «Водные

биоресурсы и марикультура» является профессионально ориентированной. Она отражает современное состояние морской аквакультуры и все основные направления ее развития, основанные на высокой степени интенсификации товарного производства морских гидробионтов, что и определяет ее ведущее значение в подготовке выпускников.

Дисциплина «Основы марикультуры» тесно связана с другими дисциплинами, входящими в программу обучения будущих специалистов: основами гидробиологии, биологией, зоологией, гидрологией, ихтиологией и другими.

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

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

Уметь:

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

Владеть:

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

ТЕМА 1 МАРИКУЛЬТУРА - САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ОТРАСЛИ АКВАКУЛЬТУРЫ

- 1.1 Общие принципы марикультуры
- 1.2 История развития марикультуры
- 1.3 Современное состояние и тенденции развития марикультуры
- 1.4 Биологические основы марикультуры
- 1.5 Типы хозяйств морской аквакультуры

1.1 Общие принципы марикультуры

Биологические ресурсы гидросферы издавна привлекали пристальное внимание человечества. В настоящее время с громадных пространств «голубой нивы» ежегодно добывается 80 млн. т водорослей, ракообразных, моллюсков и рыб. В среднем около 25 % потребляемых белков животного происхождения человечество получает за счет водных обитателей, а во многих странах рыба и другие водные объекты являются основными продуктами питания.

Биологические ресурсы Мирового океана и пресноводных водоемов в последние десятилетия используются в рыболовном отношении очень интенсивно, что ведет к уменьшению их запасов. Так, снизилась численность лососей, сельдей, трески, морских окуней, камбал, крабов, лангустов и многих других важнейших объектов промысла. Объем вылова традиционных объектов лова приблизился к предельно допустимой величине и даже проявил тенденцию к снижению, а суммарный, вылов морских объектов в последние годы нарастал за счет увеличения добычи видов, запасы "которых пока еще недостаточно интенсивно использовались (минтай, мойва, сардины, сардинеллы, ставрида и др.). Обширные прибрежные районы океана в результате установления 200-мильных экономических зон оказались закрытыми для промысла многих государств. В результате за последние годы мировой улов рыб и беспозвоночных животных возрос только на 12 млн т, в то время как за предыдущие двадцать лет увеличение объема добычи составило более 45 млн. т.

Все возрастающие потребности населения нашей планеты в пищевых продуктах и прежде всего в белках животного происхождения в сочетании с большими сложностями и трудоемкостью развития животноводства свидетельствуют о необходимости значительного увеличения объемов добычи водных объектов. Человечество нуждается в том, чтобы в ближайшие десятилетия добыча морских и пресноводных обитателей была по меньшей мере удвоена и тем самым океан и пресноводные водоемы обеспечивали бы еще большую долю пищевого рациона.

В настоящее время человечество получает с 4,4 млрд, га, т. е. с 9 % площади нашей планеты, занятых сельскохозяйствен- ными угодьями - пашнями, лугами и пастбищами (из них под пашней всего 1,5 млрд, га) почти 99 % продуктов питания, состоящими из мясных и молочных продуктов, зерновых, овощей, фруктов и т. д., в то же время 71 % ее поверхности, занятой морями и океанами, а также 2,5 млн. км² с пресноводными водоемами дают немногим более 1 % общего объема пищевых продуктов. Полезная продуктивность наземных, управляемых человеком сельскохозяйственных и животноводческих производств, в десятки и сотни раз выше продуктивности естественных сообществ морских и пресноводных бассейнов.

По современным представлениям в океане ежегодно производится более 1,2 триллиона

тонн растительности, т. е. примерно столько же, как и на суше, а допустимый вылов традиционных видов рыб может составить около 100 млн. т, т. е. намного меньше, чем продукция животноводства. Результативность неуправляемых человеком океанических биопродукционных процессов со свойственными им протяженными и сложными пищевыми цепями, с потерями энергии, весьма низкая. Так, например, для того, чтобы получить один килограмм мяса рогатого скота, требуется 20-25 кг растительной массы, в то время как на получение такой же массы большинства промысловых рыб требуется в тысячи раз большая масса водорослей в виде фитопланктона или различных макрофитов. В результате таких потерь в различных звеньях биопродукционных процессов в океанах, морях и пресноводных водоемах их рыбопродуктивность не высока.

Используя различные формы активного воздействия человека на океан и его обитателей с тем, чтобы повысить естественную рыбопродуктивность и создать морские плантации и фермы для выращивания гидробионтов, можно значительно увеличить объемы продукции водорослей, беспозвоночных и рыб.

В настоящее время определились различные формы целенаправленного воздействия человека на многих обитателей морей и океанов и на окружающую их среду с тем, чтобы получать более высокие урожаи с голубой нивы. Создалось новое направление в рыбном хозяйстве, значительно более многогранное, чем рыбоводство в пресноводных водоемах, - морская аквакультура.

В прибрежных морских хозяйствах успешно выращивают многие виды рыб - камбалу, желтохвоста, морских судаков и др. Уже стали привычными высокие урожаи устриц, мидий и других моллюсков на подводных фермах, дающих десятки тонн продукции с одного гектара, а также устойчивые и обильные «накосы» водорослей - порфиры, морской капусты и др. с подводных огородов. Уникальные биологические особенности таких рыб, как тихоокеанские лососи, осетровые и некоторые другие виды, - возвращаться после интенсивного питания в море на нерест в родные реки, делают этих рыб прекрасными объектами пастбищного выращивания. Выведенную на рыбоводных заводах молодь этих рыб подкармливают, а затем выпускают в море, обеспечивая более высокий промысловый возврат, чем при естественном нересте.

Успешное пастбищное выращивание может также обеспечить рыбную промышленность рыбами, обитающими в прибрежных водах, - морскими окунями, камбаловыми, кефальями, сельдью (балтийские, тихоокеанские, беломорские и др.), терпугами, бычками, бленнеидами, зоардидами и др. В солоноватоводных водоемах можно выращивать генеративно-пресноводных, полупроходных и проходных рыб, обеспечивающих в этих условиях повышенный прирост массы.

Перспективными являются морские рыбоводные хозяйства с интенсивной циркуляцией воды, регулируемым температурным и солевым режимами, позволяющие на небольшой площади получать высокие урожаи.

В пределах прибрежной зоны, преимущественно на песчаных и илистых грунтах, создают искусственные подводные рифы - своеобразные укрытия для обитания рыб, беспозвоночных и водорослей, способствующие повышению продуктивности прибрежных районов. Создаются искусственные нерестилища для морских рыб (сельдь, сайра, тунец и др.) и беспозвоночных, воспроизводство которых ограничено недостаточностью естественных субстратов.

Хорошо себя зарекомендовали акклиматизационные работы. Переселенные в Каспийское море кормовые объекты (червь nereis и моллюск синдесмия) значительно

улучшили условия нагула осетровых и других рыб в этом обширном озере-море. Успешно прошло вселение в Тихий океан атлантической сельди шед; у тихоокеанского побережья США - полосатого окуня; кефали в Каспийское море; тихоокеанских лососей в бассейн Атлантического океана и южную часть Тихого океана и др.

Оказалась весьма результативной трансплантация молоди различных видов рыб в более кормные водоемы - угрей, обитающих у берегов Франции, в Прибалтику, камбал Северного моря в заливы Дании и т. д.

Большое значение имеют целенаправленные изменения океанологического режима ряда прибрежных и морских районов для повышения их биопродуктивности. Осуществляется ряд проектов с целью изменения характера циркуляционных процессов в некоторых морских проливах, заливах и районах моря с тем, чтобы уменьшить застойные явления, интенсифицировать вертикальное перемешивание водных масс и тем самым повысить их экологическую и биотическую емкость.

Таким образом, в понятие морская аквакультура (марикультура) включается широкий комплекс различных форм активного воздействия человека на биопродукционные процессы, протекающие в солоноватоводных и морских бассейнах с целью повышения их биопродуктивности.

Морская аквакультура превратилась в крупномасштабную ветвь рыбного хозяйства, ежегодная мировая продукция которой составляет около 6 мдн. т. Основными объектами марикультуры являются моллюски (3,2 млн. т) и водоросли (2,2 млн. т). В морских и солоноватоводных водоемах выращивают около 0,5 млн. т рыбы и прежде всего желтохвоста (0,16 млн. т). Ракообразных (креветки) выращивают только 70 тыс. т. Среди водорослей основными объектами культивирования являются бурые (1,7 млн. т) и красные (0,5 млн. т).

Методы выращивания товарной продукции в хозяйствах морской аквакультуры сходны с методами, применяемыми в сельском хозяйстве. Однако специфика водной среды и особенности ее обитателей требуют более высокой интенсификации, чем при выращивании злаковых, овощных и кормовых культур, а также при выращивании объектов животноводства. Это объясняется тем, что водные организмы, как правило, являются более эффективными конвекторами корма по сравнению с наземными животными, рост их происходит в трехмерном пространстве. Кроме того обмен и рост водных животных в значительно большей степени зависит от температуры и других факторов среды и может быть управляем изменением их параметров. Все это позволяет при хорошо организованном и научно обоснованном хозяйствовании получать высокую экономическую эффективность от разведения водных объектов в морских водах.

Марикультура, в отличие от рыбного промысла, дает возможность создавать и эксплуатировать своеобразные морские фермы со стойловым или пастбищным содержанием объектов выращивания и подводные плантации по выращиванию водорослей.

В своем становлении и развитии морская аквакультура опирается на закономерности и теоретические положения многих общебиологических дисциплин - зоологии беспозвоночных и позвоночных животных, гистологии, физиологии, экологии, ихтиологии, гидробиологии, генетики и селекции. Особое значение для научного обоснования процессов, свойственных марикультуре, имеет творческое использование теории и практики пресноводного товарного рыбоводства и рыбоводства в естественных водоемах, поскольку морская аквакультура включает в себя прежде всего морское рыбоводство. Широкое применение знаний в области теории видообразования, акклиматизации животных и растений, селекции и гибридизации, океанологии, а также в области гидротехники, связанных с созданием и эксплуатацией

различных сооружений (волноломов, штормоустойчивых садков, подводных рифов, рыборазводных и выростных сооружений и др.), еще более расширяет круг требований, связанных с научным обоснованием морской аквакультуры.

В условиях все возрастающего отрицательного антропогенного воздействия на водоемы и их обитателей особое значение приобретает выявление и учет такого рода воздействия на гидробионтов.

Современный уровень биологических знаний, а также достижения в области техники и накопленный практический опыт позволяют рассматривать марикультуру, как науку о выявлении, формировании и реализации потенциальных биоэкологических свойств полезных гидробионтов для получения необходимых для человека морепродуктов.

Марикультура - это система мероприятий, предусматривающая регулирование естественных процессов воспроизводства водных организмов и управление этими процессами. В нее входят переселение и акклиматизация рыб и нерыбных объектов в места, где существуют благоприятные условия для их развития, организация подводных морских ферм для выращивания промысловых объектов и сбора их урожая.

Культивирование морских животных и растений дает возможность существенно повысить их добычу. По расчетам специалистов, 1 м² подводных угодий может дать в среднем 3,0-3,5 кг рыбы, тогда как комплекс для крупного рогатого скота дает в среднем 40-70 г. мяса в год с такой же площади пастбища, снабжающего его кормами. На океанском шельфе можно снять с гектара 1500 ц зеленой массы, а с такой же площади суши - примерно 10 ц. Эти показатели самые простые и реальные для современных форм хозяйствования в мировом океане. Подходящий в экономическом отношении район морского дна размером около 1500 миль², может ежегодно давать 230 млн. тонн мидий, что более чем втрое превышает современный мировой улов рыбы. Наиболее эффективны комплексные морские хозяйства, где разводят несколько видов рыб, устриц, трепангов и выращивают водоросли. Здесь высокий уровень отдачи даров моря с единицы площади хозяйства достигается в результате увеличения выживаемости особей (защита от хищников и штормов), ускорения наращивания веса (специальная подкормка), стабилизации объемов добычи т.п.

Все эти преимущества марикультуры стимулируют неуклонное расширение и развитие морских хозяйств. Ныне они созданы во многих странах мира. Наиболее значительных успехов в марикультуре достигла Япония. В 2004 году 10% в общей добыче продуктов моря принадлежало продукции морских хозяйств, а к 2030 г. марикультура должна давать половину даров моря, потребляемых японцами. В морских хозяйствах США выращивают главным образом лососей, устриц, лангустов и креветок [1, 2].

На Филиппинах в промышленных масштабах разводят креветок, крабов, мидий. Примерно тех же морских животных культивируют в Индии. Во Франции и Югославии созданы устричные хозяйства. Работы в области марикультуры ведутся в Великобритании, Канаде, Бразилии и в других странах.

1.2 История развития марикультуры

Развитие аквакультуры, прежде всего разведение пресноводных рыб, насчитывает по меньшей мере 4 тыс. лет. Известно, что в Китае (3750 лет тому назад) создавались пруды для разведения рыбы, а несколько позже (1120 г. до н. э.) многие виды рыб выращивались для товарного использования. В 599 г. до н. э. китаец Фан Ли опубликовал первое известное нам пособие по разведению рыб, а 500-600 лет тому назад в этой стране в промышленных

масштабах выращивали порфиру, устриц, жемчужниц, кефаль и другие морские объекты. Несколько позже рыбоводство стало развиваться в Месопотамии, Древнем Египте, Риме, Греции и других странах. Ныне разведение пресноводных объектов превратилось в значимую ветвь рыбного хозяйства, обеспечивающую около 4 млн. т продукции.

История развития морской аквакультуры не столь протяженна и малоизвестна. Жители побережий Средиземного моря в период Римской империи занимались разведением кефали в солоноватоводных лагунах, а жители многочисленных островов Тихого океана издавна использовали небольшие морские заливы и бухты для содержания и выращивания рыб. В середине XV в. на Гавайских островах существовали бассейны для выращивания морских рыб, которые отчленились от моря при помощи довольно протяженных валов и плотин. К 1900 г. сохранилось 159 таких древних сооружений.

Достаточно широкое развитие марикультура получила у народов, живущих на берегах западной части Тихого океана и прежде всего Японии, Китая, Кореи, Филиппин, Индонезии и др. Уже в XVII в. в Японии стали успешно разводить устриц и получать с подводных плантаций около 50 тыс. т водорослей (главным образом порфиры) и несколько десятков тысяч тонн двустворчатых моллюсков (устриц, гребешков и др.).

В настоящее время у берегов Японии, Китая, Кореи и Филиппинских островов в больших количествах выращивают водоросли. Особое внимание уделяется пищевым красным водорослям, урожай которых составляет около 500 тыс. т. Бурые водоросли (ламинария, ундария и др.), также используемые для питания, преимущественно выращивают на мелководьях Китая (250 тыс. т), Японии (125 тыс. т) и КНДР (90 тыс. т)>

Раковинных моллюсков интенсивно выращивают во многих европейских странах, США, Японии, Китае, Южной Корее и др. Так, Испания ежегодно получает около 160 тыс. т мидий со своих подводных ферм, Голландия и Франция - по 80- 100 тыс. т, Китай - более 120 тыс. т, а Италия - около 25 тыс. т. Еще больше выращивают устриц. В отдельные годы Япония получала урожай устриц до 270 тыс. т, а в США урожай устриц доходил до 400 тыс. т. Много выращивается устриц у берегов Южной Кореи (более 100 тыс. т). До 120 тыс. т гребешка получает Япония за счет культивирования.

В Японии, Китае, странах Латинской Америки, США и многих других странах выращивают креветок, получая около 70 тыс. т продукции в год. Кроме того, у берегов Японии ежегодно выращивают 25-30 тыс. т морских ежей.

В настоящее время многие виды рыб являются объектами марикультуры. Например, в Японии ежегодно получают около 150 тыс. т желтохвоста (сериолы), а в солоноватых водах Филиппин, Индонезии и Тайваня выращивают десятки тысяч тонн молочной рыбы и тилапии. У берегов Италии, Югославии и других Средиземноморских стран в лагунах выращивают таких ценных рыб, как угри, спаровые, кефаль и др.

В Японии искусственно получают молодь корюшек и морских окуней, которую в подрощенном состоянии выпускают в море и тем самым повышают численность этих видов в прибрежной зоне.

В Норвегии в небольших прибрежных бухтах выращивают молодь трески, сельди и камбалы с последующим выпуском в море. Уже многие годы в Шотландии выращивают молодь камбал.

Большое значение имеет искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей. Советские, японские, американские и канадские рыбоводы ежегодно обеспечивают около 100 тыс. т дополнительного улова. В Норвегии, Швеции, Дании и Финляндии в морских водах ежегодно выращивают более 30 тыс. т. товарной форели и семги.

История развития морской аквакультуры свидетельствует о том, что долгое время она не получала должного развития, так как основное внимание уделялось собственно¹ рыболовству, а культивирование морских объектов, требующих больших усилий и наличия технического оснащения, не получало необходимой поддержки.

Массовыми объектами морской аквакультуры являлись преимущественно те виды, которые обеспечивали высокий урожай, не нуждаясь в искусственном кормлении (водоросли, моллюски, кефаль), или при непродолжительном кормлении на первых этапах жизни, а впоследствии питаясь естественными кормами (проходные лососи, осетровые), а также те виды, которые нуждались в кормлении в течение всего периода выращивания до достижения товарной массы (угри, желтохвост, форель, креветки и др.).

В России, если не считать весьма скромных попыток выращивания устриц и кефали в Черном море, морская аквакультура развития не получила. Только после революции были начаты работы по выявлению перспективных объектов разведения и выращивания. В широких масштабах начали проводить акклиматизационные работы. Было осуществлено переселение кефали и кормовых объектов в Каспийское море. В Каспийском и Азовском морях создается управляемое осетровое хозяйство, включающее разведение рыб, выращивание и выпуск молоди и организацию промысла. На Дальнем Востоке ежегодно выращивают и выпускают в море 900-1000 млн. мальков тихоокеанских лососей. Разрабатываются научные принципы высокоэффективного управляемого лососевого хозяйства. Создаются кефалевые хозяйства в Причерноморье и товарные хозяйства по выращиванию форели и других лососевых рыб на Балтийском море. Успешно используются в марикультуре такие акклиматизанты, как стальноголовый лосось и полосатый окунь. Проводятся работы по выращиванию тихоокеанских лососей в Каспийском море и по их вселению в Белое море.

Ведутся работы по разведению и выращиванию устриц, мидий и гребешков в Черном, Баренцевом и Японском морях. Осуществляются исследования и экспериментальные работы по разведению и выращиванию трепанга в заливе Петра Великого. Хорошие результаты получены при выращивании бурой водоросли ламинарии (морской капусты) на Дальнем Востоке. Разрабатываются методы разведения и выращивания агароносной водоросли анфельдии в дальневосточных морях, создаются искусственные нерестилища для охотской и беломорской сельди и т. д.

Уже сейчас продукция, выращиваемая на этих фермах, называемая продукцией марикультуры, или морской аквакультуры, составляет более 10 млн. т ежегодно, или 20% всех выращиваемых в океанах и морях гидробионтов по их стоимости. Более 50% всего объема марикультуры составляют моллюски, 30% - водоросли, и 10-15 % - рыбы. Среди культивируемых водорослей более 70% составляют "бурые", менее 30% - красные водоросли. Всего на этих подводных плантациях добывается более 2/3 водорослей, используемых человеком. Марикультура очень хорошо развита в таких странах, как Китай (3 млн. т ежегодно) и Япония (1 млн. т).

Материковые массивы - американский, европейско-африканский и азиатско-австралийский - имеют меридиональную протяженность и в южном полушарии разделены огромными океаническими просторами. Океаны также разобщены материками, но не полностью. Полностью (если не считать Панамского и Суэцкого каналов) разобщены только фауны северного умеренного пояса и тропической зоны Атлантического и Тихого океанов: на севере - холодными арктическими морями, на юге -слишком теплым режимом тропического пояса, а для тропической фауны- холодными водами умеренной зоны южного полушария. Тем не менее океанические фауны, атлантическая и индо-тихоокеанская, обладают сходством в

гораздо большей степени, чем материковые (Южной Америки, Африки и Австралии). Для океана обычно различают 8 основных областей (1): Кругополярную (Арктическую), Бореальную (Умеренную) - атлантическую и тихоокеанскую, Тропическую Индийско-Западно-Тихоокеанскую, Тропическую Западно-Африканскую, Тропическую Американскую, Нотальную (или Южную Умеренную) и Антарктическую кругополярную. Кроме этого, иногда выделяют Субарктическую, Субтропическую и Субантарктическую переходные области. Арктическую область делят обычно на две подобласти: Высоко-Арктическую и Нижне-Арктическую (Баренцево и Белое моря и некоторые районы, прилежащие к Гренландии и к северо-восточной части Северной Америки). И области и подобласти делятся на более мелкие подразделения - провинции, округа и т. д.- по степени сходства и различия населяющих их фаун.

Зоогеографическое районирование океана усложняется двумя обстоятельствами. Для пелагической и донной фауны зоогеографические подразделения имеют различный характер, так же как и для различных вертикальных зон. Закономерности горизонтального распределения абиссальной фауны значительно отличаются от закономерностей распределения литоральной, сублиторальной и абиссальной фауны. Одна из наиболее крупных закономерностей в распределении современной фауны, определяемой палеоклиматологическим прошлым, - это явление биполярности.

В высоких широтах умеренных зон обоих полушарий, в северобореальной и южнонотальной частях этих областей, наблюдается частичное сходство систематического состава и ряда биологических явлений для наземной фауны и флоры и особенно для морской. Очень хорошим примером может быть географическое распространение сардин. Биполярные ареалы обычно имеют несколько сотен видов различных групп фауны и флоры.

В настоящее время соединению ареалов биполярных форм препятствует высокая температура тропической зоны, но если допустить, что в ледниковое время температура тропической зоны была несколько ниже современной, то северные формы могли проникать на юг, а южные - на север. Последующее потепление разорвало их первоначально сплошные ареалы. Помимо этого недавнего периода возникновения биполярности, имеются и более древние источники биполярности - остатки ледниковых периодов более древних геологических периодов. Биполярность сказывается не только на систематическом составе, но и на биологических и экологических особенностях: размерах тела, темпе роста, жирности, явлениях живорождения, биоценологических связях и многом другом.

К явлениям биполярности тесно примыкают и поширотные различия в качественном разнообразии. В тропической зоне видовое обилие значительно больше, чем в высоких широтах: море Лаптевых населяют 400 видов животных, Карское море - 1200, Баренцево - 2500, Северное море - 3-4 тыс., Средиземное море - 6-7 тыс., а Малайский архипелаг - около 40 тыс. видов. В тропической зоне одних крабов насчитывается свыше 700 видов, а в арктической области - всего несколько видов. Мадрепоровых кораллов в тропической зоне свыше 2500 видов, а в Арктике - один вид. Моллюсков соответственно - 6 тыс. и 250 видов (для Баренцева моря). То же самое наблюдается и в наземной фауне и флоре. До соединения Южной и Северной Америки, в середине третичного периода, тропическая фауна прилежащих частей Атлантического и Тихого океанов была единой [1].

После образования Панамского перешейка, несмотря на значительное сходство условий существования по обе стороны от него, изолированные друг от друга фауны пошли по самостоятельному пути развития, и за прошедшие 5-8 млн. лет в них сформировалось около половины новых подвидов и видов. Флористические области океана совпадают с

зоогеографическими областями, установленными для морских животных.

Наряду с водорослями это относится к морским цветковым растениям, которых насчитывается крайне ограниченное число родов и видов. В морях и океанах флористические области выделяются независимо для прикрепленных (бентосных) растений и свободноплавающих (планктонных) водорослей открытых пространств. Границы их часто не совпадают, так как гидрология и гидрохимия прибрежных и открытых вод могут быть различными; к тому же на распространение планктонных водорослей больше сказываются направление и сила течений. Для прикрепленных водорослей и морских цветковых растений большие открытые пространства океанов и морей часто служат непреодолимым препятствием.

1.3 Современное состояние и тенденции развития марикультуры

В настоящее время мировая продукция марикультуры превышает 6 млн. тонн в год, из которых 84% (5,4 млн. тонн) дают азиатские страны, 13,2% (0,8 млн. тонн) европейские, 1,7% (0,1 млн. тонн) африканские и 1,1% (0,07 млн. т) - южноамериканские. По видовому составу мировая продукция марикультуры распределяется следующим образом (млн. тонн): рыба - 4, моллюски - 1, водоросли - 1, ракообразные - 0,01. Более 50% марикультуры дают пресноводные водоемы, в которых выращивают главным образом карповых рыб. Среди морских рыб в марикультуре преобладает сериола, годовая продукция которой только в Японии достигает 70 тыс. тонн.

По прогнозам ФАО, к 2018 г. мировая продукция рыбоводства должна повыситься до 20-25 млн. тонн и более.

Основные объекты морского культивирования в России: мидии, устрицы, морской гребешок; в последние годы началось развитие марикультуры других беспозвоночных, прежде всего, морских ежей, трепанга и крабов. Площадь акваторий хозяйств марикультуры в настоящее время составляет более 10 тыс. га.

Приморский край занимает лидирующее положение в развитии марикультуры в нашей стране. В европейской части России преимущественное развитие получила пресноводная аквакультура. В Приморье в настоящее время функционирует 36 предприятий, занимающихся культивированием беспозвоночных (главным образом гребешка); в 2009 году выращено около 1000 т. Начаты работы по выращиванию морского ежа. На Баренцевом море в районе Линахамари (губа Печенга) организовано садковое товарное выращивание семги совместным российско-норвежским предприятием в объеме 200 т товарного лосося в год.

В настоящее время культивированием водорослей занимаются только в Приморье (17 предприятий); общий объем товарной продукции в 2009 году составил более 150 т.

Всего в настоящее время марикультурой в крае занимаются более 20 хозяйств различной формы собственности. Набирает обороты и пресноводная аквакультура. В поселке Лучегорск на НИРС ТИНРО-Центра выращивается товарная продукция осетровых (19,4 тонны в 2008 году). Некоторые хозяйства выращивают карпа и толстолоба (2,4 тонны). Стабильно работают два лососевых завода, которые ежегодно выпускают около 20 млн. молоди лососей. В условиях опытно-промышленного комплекса в бухте Киевка сотрудниками ТИНРО-Центра осуществляется отработка заводского получения молоди дальневосточного трепанга с последующим ее расселением на грунт. Кроме того, проводится работа по совместному выращиванию серого морского ежа и ламинарии на участках марикультуры Приморья, а также мероприятия по восстановлению природных зарослей ламинарии. Последние работы защищены российскими патентами. В заключение можно констатировать тот факт, что при стабилизации

вылова рыбы и других гидробионтов в Мировом океане возрастающая потребность в белковой пище населения планеты будет покрываться исключительно за счет аквакультуры.

Многие государства и Международные организации разработали программы развития марикультурных хозяйств, исходя из возможного перечня объектов разведения и выращивания, зоогеографических характеристик, рельефа и океанологического режима прибрежных районов, потребностей населения в продуктах из морских объектов и т. д.

Практически всюду в прибрежных зонах Мирового океана (кроме суровых в климатическом отношении регионов) в пределах глубин 20 и более метров, в зависимости от степени изрезанности береговой линии, характера рельефа и грунтов, океанологического режима и состояния кормовых ресурсов, а также многих других факторов возможна организация хозяйств морской аквакультуры, хотя с далеко неоднозначными показателями полезной продуктивности.

Шельфовая зона Мирового океана занимает 25,6 млн. км², если исключить из нее мелководья Арктики и Антарктики (6 млн. км²), как непригодные для выращивания объектов марикультуры, то прибрежные плато умеренных и тропических районов составят около 20 млн. км². Наиболее мелководная часть его, с глубинами менее 20 м, занимает 0,7 млн. км², а с несколько большими (20-50 м) - 3,29 млн. км².

Современная практика ведения марикультурных хозяйств свидетельствует о том, что для размещения садков и других плавучих сооружений можно использовать около 40 % площади шельфа с глубинами менее 20 м и около 5 % шельфовой зоны, расположенной в пределах от 20 до 50 м. Искусственные подводные рифы могут размещаться до глубин в 200 м. Таким образом суммарная площадь приемлемых для морской аквакультуры участков шельфа в Мировом океане оценивается в 0,44 млн. км².

Размещать подводные рифы и укрытия, плавающие и стационарные искусственные нерестилища, и другие сооружения можно и за пределами прибрежной зоны, что значительно расширяет акватории, пригодные для использования. Наконец, еще более обширные пространства используют акклиматизанты и объекты пастбищного выращивания, например, лососи.

Средняя продуктивность объектов марикультуры (порфира, ламинария, устрицы, гребешки, желтохвосты), выращиваемых в теплых районах, составляет примерно 300-350 т/км². Если принять для всех зоогеографических регионов Мирового океана среднюю продуктивность марикультурных хозяйств 200 т/км², то с участков шельфа (0,44 млн. км²) можно получать 90 млн. т водных объектов.

В последние годы морская аквакультура развивается во многих странах нарастающими темпами. В Японии среднегодовой прирост продукции марикультуры составляет 9-10 % и в 2014 г. объем составил 1052 тыс. т (в том числе 180 тыс. т рыбы, 400 тыс. т моллюсков и 460 тыс. т водорослей), т. е. 35 % всего прибрежного и 9 % общего вылова. В Китае за последние 10 лет продукция хозяйств марикультуры возросла с 183 до 450 тыс. т, составив 10,2 % общего вылова. Норвегия намеревается увеличить продукцию лососевых рыб, доведя ее до 100 тыс. т за счет искусственного выращивания. За период с 1990 по 2015 г. в США продукция аквакультуры удвоилась, составив около 0,2 млн. т, прежде всего за счет выращивания лососей, устриц, сомика, форели и омаров. Большое внимание развитию марикультуры уделяют во Франции, Швеции, Ирландии, Дании и других европейских странах. Развивается морская аквакультура и в странах бассейна Средиземного моря. Специалисты этих стран считают, что в ближайшие 15-20 лет урожай продуктов марикультуры будет составлять около 100 тыс. т. Существенно наращивают продукцию морские хозяйства КНДР. В странах тропической зоны успешно

выращивают молочную рыбу (Chanos).

В настоящее время происходит процесс интенсификации усилий, направленных на развитие морской аквакультуры, и несомненно, что объем продукции будет из года в год нарастать ускоренными темпами. Основная часть прироста Мирового вылова за последние годы (60-70%) состоит из продукции марикультуры.

В нашей стране развитие морской аквакультуры определяется объектами, пригодными для такого рода использования, зоогеографическими и океанологическими характеристиками шельфовой зоны и потребностью населения страны в морепродуктах.

По оценке Института питания Академии медицинских наук РФ физиологическая потребность в рыбных продуктах в среднем составляет около 20 кг на человека в год и может изменяться в зависимости от степени обеспеченности другими продуктами питания, зоны проживания, национальной принадлежности, привычки и многих других обстоятельств. Таким образом, объем пищевой рыбной продукции должен неуклонно возрастать с учетом ежегодного увеличения народонаселения. Одновременно должен расширяться ассортимент этой продукции и прежде всего за счет объектов морской аквакультуры - моллюсков, креветок, водорослей, так как они не только высокопитательны, но и содержат необходимые для человеческого организма микроэлементы, витамины и животные белки. Поэтому во многих странах мира именно эти продукты моря занимают существенное место в повседневном рационе питания. Достаточно очевидно, что в ближайшие годы потребность в блюдах из объектов марикультуры будет возрастать.

В морях, омывающих берега нашей страны, обитает около 1100 видов рыб, 900 видов моллюсков, 600 видов иглокожих и произрастает около 700 видов водных растений и водорослей, среди которых многие уже являются объектами разведения и выращивания.

Приведенный перечень свидетельствует о большом видовом многообразии объектов марикультуры и несомненно он будет пополняться новыми и ценными представителями морской флоры и фауны.

Высокая эффективность и интенсивное развитие марикультуры не снижают роли традиционных способов лова. Сочетание рационального рыболовства (включая и другие дары моря) и рентабельных морских ферм - основной путь обеспечения человечества необходимыми биологическими ресурсами.

1.4 Биологические основы марикультуры

Водные животные по сравнению с наземными обладают рядом преимуществ для разведения. Поскольку плотность тела рыб и плавающих ракообразных близка к плотности воды, они избавлены от необходимости тратить энергию на поддержание своего тела в пространстве и могут расходовать ее на рост. Кроме того, такие холодно-кровные животные, как рыбы и бес-позвоночные, не тратят энергию на терморегуляцию (исключением являются тунцы и другие быстроплавающие рыбы). Эта особенность еще больше увеличивает потенциальную скорость их роста, гораздо более пластичную, чем у высших позвоночных.

В работах советских ученых приводятся данные о том, что использование пищи на рост у карпа на единицу потребленного корма происходит в 1,5 раза быстрее, чем у свиней и кур, и в 2 раза быстрее, чем у крупного рога-того скота или овец.

Прикрепленные беспозвоночные экономят энергию благодаря пассивному, но высокоэффективному методу фильтрации корма.

Скорость фильтрации организмов варьирует, но у крупных здоровых устриц она может

достигать 450 л воды в день.

Необходимо также учитывать, что водная среда позволяет выращивать организмы в трехмерном пространстве. Многие рекордные величины продуктивности в аквакультуре были достигнуты путем использования в поликультуре рыб, населяющих разные слои воды, или путем подвешивания коллекторов для моллюсков к плавучим устройствам; оба метода позволяют полностью использовать объем воды. Подобные методы применяются не только в аквакультуре. Известно совместное, или многоэтажное, выращивание деревьев, кустарников и низкорослых растений, но аквакультура - единственная область, где трехмерные выростные системы используются в промышленном масштабе.

Главным недостатком водной среды с точки зрения производства пищевых продуктов является то, что вода - универсальный растворитель. Этим определяется сложность осуществления мер контроля и защиты от физического и химического загрязнения водоемов по сравнению с земной поверхностью. Случаи загрязнения воды, послужившие причиной гибели или возникновения болезней водных организмов и их потребителей, хорошо известны, и описывать их нет необходимости [4].

Некоторые вещества, в основном продукты жизнедеятельности человека и животных, могут быть использованы в рыбоводстве; примеры использования сточных вод или навоза в качестве удобрений описаны ниже. Однако применение органических продуктов распада требует большой осторожности. То же самое относится и к использованию отработанных вод теплоэлектростанций [2].

Другие загрязнения, например пестициды и тяжелые металлы, токсичны для морских организмов, тем не менее во многих водоемах они присутствуют во все возрастающем количестве. В перенаселенных или промышленных районах, а также там, где в сельском хозяйстве используется большое количество химикатов, загрязнения создают исключительно серьезную проблему. Из этих районов химикаты могут быть разнесены водными течениями. В результате хозяйства, источником водоснабжения которых служат море, большое озеро или река, часто сталкиваются с проблемой загрязнения, которое не является результатом их деятельности и не поддается контролю. Хотя большинство рыбохозяйственных исследований в области аквакультуры направлено на поиск морских и солоноватых водоемов, пригодных для морской аквакультуры, авторы полагают, что пресноводная аквакультура будет развиваться также быстро и при соответствующей организации и правильном выборе места расположения хозяйства проблема загрязнения пресноводных водоемов может быть решена.

1.5 Типы хозяйств морской аквакультуры

Основными типами хозяйств морской аквакультуры по разведению и выращиванию морских растений, беспозвоночных и рыб являются следующие.

П а с т б и щ н о е р ы б о в о д с т в о осуществляет искусственное разведение промысловых объектов, выращивает жизнестойкую молодь, которая при необходимости подращивают на первых этапах жизни, а затем выпускают в естественные водоемы, где проходит относительно длительный период нагула с использованием естественных кормовых объектов. При акклиматизации или недостатке производителей объекты разведения (производители или оплодотворенная икра) могут завозиться из других районов.

Данный тип хозяйств наиболее применим для рыб, обитающих в прибрежной зоне (камбалы, морские окуни, корюшки, кефали и др.), и проходных (лососи, осетровые и др.) рыб, а также для беспозвоночных с ограниченным ареалом прибрежного обитания и миграционным

инстинктом (креветки, многие раковинные моллюски-мидии, устрицы, гребешки, абалоны и др.). Пастбищное рыбоводство позволяет повысить продуктивность морских водоемов путем целенаправленного и эффективного воспроизводства его обитателей. Этот тип хозяйств наиболее приемлем и при акклиматизации объектов в новом для них водоеме.

Существенное преимущество такого типа хозяйств заключается в его экономичности, вытекающей из относительно короткого периода подращивания молоди, требующего несложных в инженерном отношении сооружений и небольшого расхода кормов. Так, например, масса взрослых особей тихоокеанских лососей более чем в 10 раз превышает количество корма, затраченного на подращивание молоди.

Товарное рыбоводство основано на выращивании рыб до товарной массы с использованием молоди, выращенной у себя или получаемой из хозяйств другого типа. Данный тип хозяйств более сложный, чем первый, так как включает в себя длительный период (от нескольких месяцев до нескольких лет) содержания выращиваемых объектов. В этих хозяйствах необходимо осуществлять постоянный контроль за состоянием среды, проводить профилактические и лечебные мероприятия, а также кормление рыб. Наиболее сложным типом таких хозяйств являются полносистемные, с маточным стадом, контролем и управлением средой на всех этапах разведения и выращивания объектов. Такого рода хозяйства требуют больших материальных затрат по обеспечению максимальной продукции. При этом методе культивирования необходимо применять селекцию и гибридизацию.

Выращивание рыб проводят в садках различного типа, бассейнах и других сооружениях. Среди объектов такого рода хозяйств можно назвать форель, кижуча, семгу и других лососей, осетровых, желтохвоста, морского судака и т. д. Из беспозвоночных - устриц, мидий, лангустов, омаров, морских ежей и др.

В качестве зон выращивания можно использовать отчлененные от моря заливы и лагуны, а также лиманы (лагунное, или лиманное, рыбоводство).

Кроме типичных форм морской аквакультуры, связанной с разведением и товарным, или пастбищным, выращиванием культивируемых объектов, в это понятие входят разнообразные акклиматизационные, трансплантационные, биомелиоративные и технические мероприятия, направленные на повышение биопродуктивности морских водоемов.

Акклиматизационные мероприятия предусматривают вселение в водоемы новых кормовых или промысловых объектов. Эти мероприятия являются перспективными, но одновременно нуждаются в тщательном научном обосновании и правильном осуществлении, так как в противном случае могут привести к нежелательным результатам. Например, к вытеснению, угнетению или даже уничтожению ценных видов аборигенов, внесению различных заболеваний, разрушению участков нового обитания и др. Положительные результаты многих акклиматизационных мероприятий по вселению рыб и других объектов в различные пресноводные и морские водоемы свидетельствуют о целесообразности этих работ. Например, переселенные в Каспийское море кормовые объекты (червь, nereis, моллюск синдесмия и др.) значительно улучшили условия нагула осетровых и других рыб в этом водоеме. Более того, доказана возможность направленного формирования кормовой и промысловой фауны крупных бассейнов (Аральское море, озера Балхаш, Иссык-Куль, Сон-Куль и др.).

Трансплантация молоди или оплодотворенной икры водных организмов в водоемы с более благоприятными условиями для их выращивания может носить систематический (зарыбление) или спорадический характер. На протяжении многих лет в Дании молодь камбалы перевозят из малопродуктивных прибрежных вод Северного моря в

высококормные заливы Западной Балтики, обеспечивая Цесколько тысяч тонн дополнительного прироста массы рыб. Молодь угря ежегодно доставляют от берегов Франции в водоемы Балтийского бассейна.

Биомелиоративные мероприятия основаны на создании наиболее благоприятных условий обитания. К таким мероприятиям следует отнести установку на дне, в прибрежной полосе разнообразных убежищ, получивших общее название- «подводные рифы». Наблюдения показали, что вблизи таких сооружений, быстро обрастающих водорослями, обитает много камбал, морских окуней, терпугов, песчанок и многих других придонных рыб, а также креветок, крабов, морских ежей и др. Такого рода преобразования подводных ландшафтов прибрежного мелководья делаются еще более результативными при одновременном искусственном разведении обитающих здесь рыб и других животных. Хорошо себя зарекомендовали различные плавучие сооружения, в виде плотов или иной конструкции, устанавливаемые на значительном удалении от берега, вблизи которых образуются скопления пелагических рыб. Наряду с применением придонных и плавучих укрытий хорошо зарекомендовали себя искусственные нерестилища. Так, у берегов Охотского и Белого морей успешно используют старые сети в качестве нерестового субстрата для сельди, пробуют применять искусственные плавучие субстраты для нереста сайры, тунцов и других рыб.

Контрольные вопросы

1. Определение понятия марикультура, ее отличия от традиционных форм рыбоводства.
2. История развития марикультуры.
3. Реальные и потенциальные объекты марикультуры.
4. Каковы перспективы развития марикультуры?
5. Чем обусловлено развитие марикультуры в последнее время?
3. Объемы продукции марикультуры за рубежом и в России.
4. В чем выражаются преимущества марикультуры перед морским рыболовством?
5. Какие составляющие входят в морскую аквакультуру?
6. Что такое пастбищное рыбоводство?
7. Какой комплекс взаимосвязанных процессов включает в себя морское рыбоводство?
8. Основные задачи пастбищного рыбоводства.
9. Важнейшие объекты морского рыбоводства.
10. Типы морских товарных хозяйств.
11. Пути интенсификации товарного выращивания рыб в морской воде.

Литература [1], [2], [4], [7].

ТЕМА 2 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ. УЧАСТКИ ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ МАРИХОЗЯЙСТВ

- 2.1 Требования к условиям выращивания культивируемых объектов
- 2.2 Способы увеличения продуктивности открытых систем
- 2.3 Этапы технологических операций культивирования

2.1 Требования к условиям выращивания культивируемых объектов

Открытые системы известны очень давно и до сих пор являются наиболее

распространенными из-за низкой стоимости и простоты обслуживания. Однако для управления более сложными открытыми системами необходим определенный уровень знаний, а капитальные затраты на такие сооружения могут быть довольно значительными.

Самая простая открытая система природная. Пока не наступит перелов, природа сама управляет системой. Затраты на получение продукции определяются расходами на облов, транспортировку и обработку улова. В природных системах расходы на облов и обработку улова выше, чем в системах для культивирования, поскольку в первом случае в стоимость продукции входят затраты на доставку улова в порт из района промысла, а также на поиск рыбы. Разнокачественность и разноразмерность пойманной в естественных условиях рыбы увеличивают затраты на ее обработку. До тех пор, пока численность людей, занятых сбором какого-либо объекта (например, устриц), в какой-либо географической зоне ограничена, прибыли будут высокими для этого небольшого круга людей. Себестоимость получаемой продукции будет низкой, а ограниченное количество получаемой продукции будет пользоваться повышенным спросом при сравнительно высокой цене. Если численность населения, занятого промыслом в определенной географической зоне, резко возрастет, запасы могут оказаться подорванными. Это происходит в том случае, если величина вылова превышает естественное воспроизводство. Восстановление подорванных запасов происходит очень медленно даже при резком сокращении промысла, что объясняется ограниченными воспроизводительными способностями оставшихся в живых взрослых особей. При продолжающемся интенсивном промысле вид может полностью исчезнуть.

Существует два пути сохранения естественной ихтиофауны: регулирование промысла и воспроизводство промысловых ресурсов. К законодательным мерам регулирования промысла относятся: ограничение числа лиц, которым разрешен лов, и эффективности орудий лова, сокращение продолжительности промысла, ограничение индивидуального вылова или их комбинации. Если число людей, занятых на промысле, невелико, то они получают высокие прибыли, а выбывшие из промысла вынуждены менять место жительства и работу. Введение системы продажи лицензий в качестве фактора, лимитирующего вылов, может быть частичным решением проблемы [1].

Высокая стоимость лицензий делает промысел невыгодным для малоквалифицированных рыбаков и вызывает недовольство среди удачливых, но не обладающих достаточными средствами для расширения дела рыбаков. Это также приводит к сокращению числа рыбаков, частично занятых в промысле, если только для них не вводятся специальные льготы. Установление квоты вылова на одного рыбака или на одну лодку стимулирует использование неэффективных орудий и способов лова. Поскольку неэффективные методы и орудия лова требуют больших затрат (труда, времени и т. д.), то при капиталистическом способе производства это ведет к увеличению себестоимости продукции и розничных цен на конечный продукт. Сохранение рыбных запасов путем ограничения промыслового усилия дает тот же результат, что и установление квоты вылова. Узаконенное применение определенных типов орудий лова, пусть даже и эффективных, приводит к застою в развитии техники рыболовства, так как новые орудия лова все равно нельзя использовать. Таким образом, эти способы охраны запасов также ставят рыбную промышленность в неблагоприятное положение по сравнению с другими отраслями хозяйства.

Тем не менее, ограничение типов орудий лова, установление квоты вылова, числа рыбаков и сезонов промысла имеет и свои положительные стороны. Несмотря на то, что при установлении некоторых из перечисленных ограничений промысел может оказаться неэффективным, в промысле участвует больше рыбаков, чем до введения ограничений. Если

нет возможности занять людей другой работой, лучше доплачивать им за неэффективный промысел, чем платить пособие по безработице. Тем более это выгоднее для самого населения, которое в противном случае вынуждено было бы менять место жительства. Те, кто принимает решения такого рода, должны осознавать, что неэффективность одной какой-либо отрасли хозяйства ведет к неэффективности другой. Общий жизненный уровень населения страны, несомненно, зависит от эффективности использования и оборачиваемости внутренних ресурсов.

Приведенное ниже обсуждение свидетельствует о том, что наилучший метод - тот, который позволяет повысить продуктивность до почти полного насыщения рынка продукцией.

2.2 Способы увеличения продуктивности открытых систем

Существует несколько способов увеличения продуктивности открытых систем.

Защита от хищников. Одним из наиболее распространенных и успешных методов увеличения продукции является борьба с хищниками. Для этого используют различного рода ограждения: воздушные завесы, сетные ограждения, экраны и дамбы. Обычно защитную сетку устанавливают у входа в залив или отгораживают ею часть залива. Для удаления нежелательных организмов из отгороженного участка используют химические или какие-либо другие ядовитые вещества. После этого отгороженный участок заселяют культивируемыми организмами, а ограждения предотвращают попадание туда хищников.

Время от времени для дополнительной защиты от хищников вдоль ограждения можно вносить пестициды. Ползающие донные хищники, стремящиеся проникнуть внутрь отгороженного участка водоема, поглощают летальные дозы пестицидов и гибнут. Однако при этом возникает проблема возможного отравления пестицидами культивируемых организмов, а также загрязнения близлежащих участков. Еще один метод борьбы с хищниками - изменение структуры дна. Например, для защиты молоди моллюсков от крабов дно можно засыпать гравием.

При культивировании устриц борьбу с хищниками ведут несколькими способами. От морских звезд - основных врагов устриц - избавляются, протаскивая по дну драгу в виде швабры. Морские звезды в ней запутываются, их вытаскивают из воды и опускают в кипяток. Борьбу со звездами можно вести также химическими методами, разбрасывая негашеную известь над устричными банками. Частицы негашеной извести, опускаясь на дно, попадают на нежные дыхательные мембраны морских звезд и, проникая внутрь, вызывают их гибель.

Для регулирования численности личинок миноги в Великих озерах используют электрические ловушки и селективно действующие пестициды. Однако проведение таких крупномасштабных мероприятий под силу только государственным учреждениям[4].

Культивирование беспозвоночных у дна. Культивирование беспозвоночных у дна осуществляется разными способами. При этом основной целью является выращивание прикрепленных форм во всей толще воды. Использование всего объема воды для выращивания таких организмов, как устрицы и мидии, позволяет значительно повысить продуктивность с единицы площади поверхности.

Способ заключается в выращивании организмов в подвешенном состоянии с плотов или любых других устройств, закрепленных в дне. При культивировании моллюсков в подвешенном состоянии используют заякоренные плоты. Они представляют собой полистироловую раму, или пустые бочки, поперек которых кладут деревянные брусья размером 5x10 см. Поплавки и брусья скрепляются вместе, и получается плот. Размеры плотов

варьируют, но, как правило, они составляют 4X9 м. В створках от старых раковин делают отверстия для нанизывания их на веревки с промежутком 2-10 см. Между каждой парой створок нанизывают перегородки из пластмассы, бамбука или другого материала. Длина веревок определяется глубиной в том месте, где они подвешиваются, или, если глубина большая, прочностью веревки. Затем веревки прикрепляют к поперечным брускам Плота. Число веревок, подвешиваемых к одному плоту, зависит от многих параметров, например, скорости приливно-отливных течений, наличия корма в воде, величины предполагаемых потерь. Поскольку эти плоты используются обычно для культивирования двустворчатых моллюсков, их выставляют в местах массового оседания личинок и оставляют там до того момента, когда на створки осядет достаточно спата. Если осевших личинок слишком много, веревки поднимают и лишнюю молодь со створок удаляют для лучшего роста оставшихся. Если район оседания личинок непригоден для роста осевшей молодежи, плоты переводят в другой район. Такой метод позволяет эффективно использовать как районы с интенсивным оседанием молодежи, так и высокопродуктивные районы для ее выращивания.

Существует две модификации описанного метода. Первый - аналогичен описанному выше, за исключением того, что старые створки мидий помещают в проволочные сетки, а не нанизывают на веревки. Проволочные сетки подвешивают под плотами на веревках или канатах. Второй метод, применяемый в более открытых водах, - культивирование на «ярусах». Поплавки крепят вдоль каната или троса с промежутками, а поплавки, расположенные по краям «яруса», прочно заякоривают. Такой тяжелый «ярус» подвешивают горизонтально между поплавками, а веревки со створками подвешивают вертикально к «ярусам». По мере роста моллюсков и утяжеления яруса поплавки стремятся сблизиться, поэтому крайние поплавки необходимо прочно заякоривать.

Культивирование на установках гундёрного типа - еще один метод, применяемый в разных районах культивирования моллюсков у дна. Он заключается в том, что к сваям, забитым в дно, прикрепляются просмоленные канаты. На канатах сначала оседает спат, а потом развиваются и растут до половой зрелости моллюски. На последнем году выращивания моллюсков можно помещать в металлические лотки.

Культивирование на лотках также применяется при выращивании моллюсков у дна в открытых системах. Моллюсков помещают в сетчатые корзины. Они «могут быть сделаны из рыболовных сетей, проволоки, пластмассы; или любого другого материала. Корзины подвешивают в воде и укрепляют с помощью вбитых в дно свай или подвешивают под платами. Обрастание таких приспособлений - очень серьезная проблема, особенно если сетка засоряется и тем самым ограничивает поток воды через лотки. Уменьшение проточности замедляет рост моллюсков из-за недостатка кислорода и пищи, с одной стороны, и увеличения концентрации продуктов обмена - с другой.

Подвешенные в воде садки используют также для выращивания рыбы. В таких системах рыбу (например, сомика-кошку) помещают в плавучие садки. Часто, особенно при выращивании сомика-кошки, плотность посадки рыб высокая, поэтому рыб в садках обязательно подкармливают. При уплотненных посадках возникает проблема дефицита кислорода, за исключением тех случаев, когда скорость протока воды через садки достаточно велика для обеспечения необходимого содержания в ней кислорода и удаления продуктов обмена [2].

Повышенная продуктивность таких систем достигается, во-первых, в результате использования всей толщи воды, а не только площади поверхности дна, а во-вторых, веревки подвешиваются к плотам таким образом, что между их концами и дном остается еще 30-60 см,

что делает объекты культивирования недоступными для хищников. В-третьих, такой метод выращивания позволяет полнее использовать богатые планктоном слои воды. Планктон почти всегда скапливается в верхних слоях воды, а поскольку планктон - основная пища для многих организмов (например, устриц), обитающих в открытых системах подвешенного типа, то темп роста их там более высокий. При любом типе культивирования организмов в подвесных устройствах открытых систем существует несколько проблем. Волны могут разрушить или повредить подвесные устройства, например плоты. Движение канатов под действием волн может повредить раковины старых мидий, прикрепленные к канатам, оторвать канаты и тем самым уничтожить всю продукцию. Движение канатов затрудняет прикрепление спата к створкам мидий. Устрицы часто опадают и гибнут. Иногда опадает весь урожай устриц [8].

Серьезной проблемой является также обрастание установок с моллюсками нежелательными растениями и животными. Например, при культивировании устриц на канатах в Южной Каролине отношение веса обрастания к весу живых устриц составляет от 2:1 до 4:1. Канаты должны быть достаточно прочными, чтобы выдержать дополнительный вес обрастаний. Кроме того, обрастание снижает проточность воды через моллюсков, ограничивая поступление кислорода и пищи. Обрастания конкурируют с культивируемыми моллюсками за площадь, пищу и кислород и иногда существенно влияют на урожайность. Интенсивность обрастания зависит от района, времени года и качества воды в открытой системе (например, пресная или соленая). В пресноводной системе проблема обрастания обычно не столь остра. В солоноватоводных и морских открытых системах интенсивность обрастания зависит от района. В некоторых районах она настолько велика, что культивировать моллюсков в подвесных установках невозможно. Тем не менее, при современном уровне знаний надежный прогноз интенсивности обрастания для какого-либо водоема дать пока невозможно. В общем случае в более теплых высокопродуктивных водах интенсивность обрастания выше, чем в более холодных и менее продуктивных. Интенсивность обрастания варьирует по сезонам поэтому ее можно предсказать, зная наиболее распространенные для данного района организмы-обрастатели и наблюдая за их жизненным циклом. Наилучший метод изучения - экспериментальный. Предполагаемый для культивирования объект помещают в воду того района, где намечено проводить выращивание, и определяют степень обрастания. Данные за несколько лет более надежны, но некоторые приблизительные подсчеты можно сделать и на основании материалов одного года наблюдений [4].

При культивировании на плотках, гундёрах и в лотках возникает еще одна проблема - загрязнение воды продуктами обмена культивируемых организмов. Если метаболиты не разносятся течением, они откладываются на дне, где начинаются анаэробные процессы. Выделяемый в воду сероводород может вызвать гибель культивируемых организмов. Такой случай произошел в Чесапикском заливе при культивировании устриц.

Удобрение водоемов. Продуктивность открытых систем можно значительно повысить путем внесения органических и неорганических удобрений. Органические удобрения (морские водоросли, навоз и пр.) можно использовать только в особых случаях или в ограниченных количествах. Органические удобрения должны быть разложены до неорганических веществ, а для этого необходим кислород. При отсутствии постоянного контроля в воде будет наблюдаться дефицит кислорода. При внесении неорганических удобрений непосредственного уменьшения содержания кислорода не происходит, поскольку они не требуют большого количества кислорода. Однако неорганические удобрения способны вызвать «цветение» водорослей, что также может привести к дефициту кислорода в ночное время или при отмирании водорослей.

Помимо того, что органические удобрения могут вызвать заморы, у них есть еще и другие недостатки. В качестве удобрений обычно используют навоз, который при внесении в пруд с рыбой может вызывать заболевания у населения. В США существуют ограничения на использование навоза для удобрения прудов, где выращивают столовую рыбу.

Кроме того с органическими удобрениями в пруд могут попасть вещества, которые способны придать выращиваемой рыбе неприятный привкус.

Большинство неорганических удобрений содержат азот, фосфор, калий в различных соотношениях. Поскольку один из этих элементов обычно лимитирует рост фитопланктона, внесение удобрений часто вызывает быстрый рост водорослей. В результате роста водорослей - основы пищевой цепи - возрастает продуктивность всей системы. Однако при перенасыщении системы минеральными удобрениями может возникнуть дефицит кислорода, особенно в облачные дни и ночью. Поскольку в продаже имеются удобрения с различным содержанием каждого из этих трех элементов, то состав и количество удобрений определяют по результатам анализа воды в лабораторных условиях.

Внесение удобрений в открытые участки океана, большие реки и озера следует производить с большой осторожностью. Большая часть питательных веществ может быть потеряна из-за диффузии и переноса течениями. В результате применение дорогостоящих удобрений окажется малоэффективным или бесполезным. Вынос питательных веществ также можно рассматривать как один из вариантов загрязнения среды, если они выходят из зоны, где проводится культивирование гидробионтов.

Борьба с заболеваниями гидробионтов. В открытых системах бороться с заболеваниями очень трудно, если вообще возможно. Это один из основных недостатков открытых систем. Однако даже в открытых системах некоторые мероприятия по борьбе с болезнями могут быть эффективными.

Соленость воды ограничивает выживаемость некоторых возбудителей болезней. Помещение устриц в воду соленостью выше 15‰ дает положительный эффект только в том случае, если культивируемые организмы устойчивы к широкому диапазону солености; кроме того, такую процедуру нужно проводить очень осторожно, чтобы выбрать наиболее подходящий диапазон солености.

В некоторых случаях пестициды могут способствовать борьбе с заболеваниями. Однако правительственные меры по контролю за качеством продуктов питания и медикаментов в значительной степени ограничивают использование пестицидов в борьбе с болезнями культивируемых организмов.

2.3 Этапы технологических операций культивирования

Марикультура может осуществляться экстенсивными и интенсивными методами. Экстенсивное культивирование, основанное на применении естественных водоемов и естественных пищевых организмов, характеризуется низким уровнем контроля, начальных затрат и технологии, а следовательно, и низкой эффективностью, обусловленной помимо указанных факторов зависимостью от местного климата и качества воды. Для интенсивного культивирования, использующего как естественные, так и искусственные системы, характерны высокий уровень контроля, начальных затрат, технологии. Наиболее распространенной формой марикультуры являются подводные хозяйства, которые можно подразделить на фермы для выращивания беспозвоночных и рыб и плантации для культивирования водорослей.

Участки для искусственного выращивания морских организмов должны отвечать ряду

требований, зачастую противоречивых. Важнейшее из них - обеспечение оптимальных условий выращивания. Размеры акваторий, на которых возможно создание тех или иных плантаций, и площади дна с благоприятными условиями для расселения и последующего роста и развития молоди культивируемых объектов определяют потенциальную мощность морских хозяйств. Возможны два принципиально различных подхода к оценке участков. При одном стремятся подобрать среду обитания (биотоп) и донные сообщества, максимально приближающиеся к природным, в которых наиболее высока численность и биомасса интересующих человека видов. При втором подходе как бы абстрагируются от естественного окружения культивируемых организмов и заботятся преимущественно об удовлетворении их биологических потребностей и удобстве проведения технологических операций. Первый подход характерен для хозяйств экстенсивного типа, второй – интенсивного [2].

Для осуществления отдельных стадий технологического процесса выращивания требуются разные типы участков. Например, при культивировании гребешка необходимо иметь три типа участков: для сбора молоди с помощью искусственных субстратов (коллекторов), временного подращивания или выращивания молоди до товарного размера и товарного выращивания гребешка на дне. На первом участке должна быть обеспечена высокая численность спата (осевшей молоди гребешка) на коллекторах; на втором - соответствующие гидрологические условия в толще воды и на третьем - необходимые глубина, топография и характер грунта. Важное значение имеют и экономические критерии. Так, при выращивании ламинарии глубина в местах размещения установок в принципе не ограничивается, но для экономичного расходования материалов оптимальными следует считать глубины 15-25 м.

Предварительное инженерное обследование участков позволяет провести расчет общего количества выращиваемых организмов на основании учета ряда факторов, из которых важнейшими являются обеспечение животных кислородом и пищей. При этом для разных организмов лимитирующие факторы также различны. Например, для животных-фильтраторов (гребешок, мидии, устрицы) важно, чтобы в воде было достаточное количество взвешенных питательных веществ. В этом случае они могут располагаться почти вплотную друг к другу. При выращивании же дальневосточного трепанга необходима определенная минимальная площадь грунта, при недостатке которой трепанг не будет нормально питаться даже при больших запасах пищи.

В расчетах необходимо учитывать, что сами культивируемые организмы в значительной степени трансформируют среду своего обитания. Так, огромные массы фекалий на дне приводят к уменьшению содержания кислорода и выделению сероводорода, который, растворяясь в воде, повреждает раковины моллюсков [2].

Подготовка акватории. В зависимости от предполагаемого использования участков степень подготовки дна может варьироваться от весьма незначительной до сложной технической и биологической мелиорации. Наибольший объем мероприятий осуществляется на участках донного выращивания, где удаляются препятствия, мешающие обслуживанию установок и сбору "урожая", производится планирование дна с помощью землечерпательных снарядов и подводных бульдозеров. С этой же целью удаляются макрофиты. В некоторых случаях применяется вспашка дна для полного уничтожения врагов и конкурентов культивируемых организмов. При вспашке вредные организмы погибают под слоем песка и ила толщиной 6 см за 5-50 дней. В необходимых случаях возводятся искусственные сооружения, служащие для общего улучшения гидрологической обстановки - волноломы, плавающие гасители волн, сооружения, регулирующие приливные течения, насосы для откачки донных вод.

Установка технологических сооружений. К технологическим установкам относятся устройства для осаднения личинок (коллекторы), выращивания и содержания взрослых организмов. Конкретные требования к таким устройствам определяются избранной технологией и условиями акватории, но все технологические сооружения должны отвечать таким требованиям, как удобство обслуживания, волно-, ветро- и льдоустойчивость, прочность, долговечность, ремонтоспособность и др. На выполнение этих требований большое влияние оказывают гидрологические условия в месте размещения установок. В связи с этим в несущих конструкциях устройств, предназначенных для культивирования разных организмов, но работающих в сходных гидрологических условиях, могут применяться сходные конструктивные решения.

В качестве примера можно привести установки для выращивания ламинарии и размещения коллекторов и садков для выращивания гребешка. Основная структурная единица этих установок - несущий канат с прикрепленной к нему серией поплавков (кухтылей). Концы канатов присоединяются к бетонным якорям или к периферийной раме. Канаты образуют гибкую систему, противостоящую волновому воздействию, поэтому такие установки можно размещать в открытых местах.

Детали конструкции рабочих частей технологических установок и материал, из которого они изготавливаются, в значительной степени определяют успех применения подобных установок.

Уход за установками и контроль процессов выращивания. Технологические операции, осуществляемые в процессе выращивания, чрезвычайно разнообразны и полностью определяются видом культивируемых объектов. При использовании личинок, развивающихся в море, определяющее значение имеют сроки выставления сооружений. При поздней установке коллекторов не произойдет полного оседания личинок, при слишком ранней - на коллекторы осядут личинки конкурирующих непромысловых видов.

Детальный обзор технологических операций культивирования выходит за пределы задач настоящей книги, поэтому здесь лишь отметим, что при эксплуатации технологических установок подводных хозяйств ярко проявляется общая тенденция производственной деятельности человека на малых глубинах - стремление максимально ограничить применение собственно подводной техники и проводить технологические операции с поверхности. Водолазный труд, как труд высококвалифицированный и дорогой, используется только в совершенно необходимых случаях. К таковым относятся осмотр и ремонт подводных установок, периодические наблюдения за развитием культивируемых организмов, операции по борьбе с хищниками и конкурентными организмами. Для борьбы с вредными организмами донные участки обрабатывают различными химическими веществами, для борьбы с морскими звездами используют сети, формалин, электрорешетки и воздушно-пузырьковые завесы. Недавно японские ученые предложили прокладывать по дну микроперфорированные, виниловые трубки, наполненные минерально-гелевой смесью, содержащей 40 % сульфата меди. Морские звезды, переползающие через эти трубки, погибают в течение нескольких суток[2].

Контрольные вопросы:

1. Какие промышленные установки применяют для выращивания рыб в морской воде?
2. Каковы преимущества и недостатки хозяйств, построенных на принципе замкнутой рециркулирующей системы водоснабжения.
3. Почему морское рыбоводство в садках и загородках – наиболее перспективная отрасль марикультуры?

4. Какие типы сетных сооружений используются в морском товарном рыбоводстве?
5. Какие основные виды рыб выращиваются в промышленных установках с использованием морской воды?
6. Какие виды рыб являются объектами морского рыбоводства в садках и загородах?
7. Особенности рыбоводства в отгороженных участках моря.
8. По каким критериям осуществляется выбор участков для морских садковых хозяйств?
9. Каковы основные направления товарного культивирования рыб с использованием морской воды?
10. Какие требования предъявляются к объектам культивирования?
11. Способы увеличения продуктивности открытых систем.

Литература [1], [2], [4], [7], [8]

ТЕМА 3 РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ КЕФАЛЕЙ

3.1 История разведения и выращивания кефалей

3.2 Современное кефалеводство

3.1 История разведения и выращивания кефалей

На Черном и Азовском морях лагунно-лиманное кефалеводство имеет многовековую историю. Кефалевыrostные хозяйства использовали естественную популяцию кефалей, богатую кормовую базу водоемов. Их рыбопродукция, находясь в зависимости от урожайности поколений кефали в море и погодных условий, редко бывала высокой. Начиная с шестидесятых годов совокупность неблагоприятных антропогенных и природных факторов привела к тому, что запасы черноморских кефалей снизились. Из-за отсутствия мальков - посадочного материала кефалеводство в отдельных хозяйствах стало нерентабельным. Они приходили в упадок и ликвидировались. Выходом из сложившейся ситуации может стать искусственное разведение кефалей.

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

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

Опыты по контролируемому товарному выращиванию кефалей проводились в 1986-1987 гг. на лиманах северо-западной части Черного моря - Хаджибейском и Будацком (Шаболатском).

Хаджибейский лиман имеет площадь 7,2 тыс. га. Непосредственной связи с морем нет. Максимальная глубина составляет 13, средняя - 4 м. Соленость воды в районе установки садков 6-7‰ (северо-западная часть у с. Мариновка), средняя температура воды в период выращивания 22 °С (от 12 до 27 °С).

Шаболатский лиман - мелководный водоем глубиной до 2 м площадью 2,5 тыс. га. Связь с морем осуществляется периодически по каналам. Соленость в районе проведения работ 14-15‰ (юго-западная часть водоема), средняя температура воды 23 °С (от 20 до 32 °С).

В качестве рыбопосадочного материала использовали молодь трех видов черноморских кефалей. Цикл выращивания лобана и остроноса включал два этапа: зимовку сеголетков в зимовальном комплексе Экспериментального кефалевого завода (ЭКЗ) и последующее их товарное выращивание, сингиля - только товарное выращивание. Годовиков кефали этого вида ловили весной в прилегающих к лиманам акваториях Черного моря.

Опыты по зимовке лобана выполнены на двух группах сеголетков из естественной популяции и на мальках, полученных в искусственных условиях на экспериментальной базе АзчерНИРО (Керченский пролив) и доставленных на ЭКЗ. Рассматривали возможные варианты зимнего содержания лобана в специальных зимовалах и в бассейнах, выполненных из бетона, где установлена проточность воды.

Сеголетков остроноса вылавливали в прибрежной зоне моря, а их зимовку проводили в условиях проточности термальной артезианской воды в садке, выполненном из бетона.

Летнее выращивание кефали осуществляли в сетчатых садках и садках из железобетона с хорошим водообменом, а также отгороженном участке лагуны. Садки из капроновой дели имели прямоугольную форму. Крышка к садку пришивалась наглухо. Кормление рыбы в садке осуществлялось с помощью специальных рукавов.

Бетонные садки для летнего выращивания имели прямоугольную форму (25X4X1,2 м) при уровне воды 1 м. Водоснабжение из лагуны производилось с помощью электронасоса, что обеспечивало двукратную смену воды в сутки.

Участок лагуны площадью 0,4 га и средней глубиной 0,6 м изолировался при помощи сетного полотна в Шаболатском лимане.

Зимующих сеголетков кефали лобана и остроноса подкармливали сушеным гаммарусом, дафнией, гранулированным кормом рецепта РК-С. Суточный рацион составлял 11 -15% массы рыб.

Было установлено, что годовики лобана предпочитают более высокую температуру зимовки, чем остроноса. При одинаковых плотности посадки, режиме кормления выживаемость мальков лобана в зимовале при средней температуре 9,7 °С составляла 26,6-59,0 %, а в бассейне при средней температуре 10,5 °С была выше - 74,0-75,6 %. Выживаемость годовиков остроноса как более холодостойкого вида при тех же условиях составила 86,0 и 88,0 %.

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

Сравнительно небольшие размеры перезимовавших годовиков кефали не позволяют сразу после зимовки помещать их на выращивание в делевые садки и изолированные участки лимана. Поэтому в мае мальков подращивали в пластиковых бассейнах объемом 1,5 м³ с хорошим водообменом. Плотность посадки сингиля составляла 120-200 экз/м³, лобана - 200-250, остроноса - 200- 300 экз/м³. Рыб кормили 3-4 раза в день артемией, гранулированными кормами рецептов РК-С, Ст-4Аз, РГМ-8м, а также пастообразным кормом на основе фарша из шпрота или хамсы (50 %) с добавлением пшеничной муки (10%), комбикорма (20 %) и детрита

либо водорослей (20 %). Суточный рацион сингиля и остроноса составлял 20-25, лобана - 25-30 % массы тела. Поедаемость зависела от вида корма, температуры и прозрачности воды. Мальки предпочитали живую артемию, гомогенизированный пастообразный корм и гранулированный корм Ст-4Аз. В температурном диапазоне 20-26 °С поедаемость корма обычно была полной, однако снижалась в пасмурные либо штормовые дни, когда подаваемая в бассейны вода была мутной. Наряду с задаваемым искусственным кормом молодь кефали охотно поедала планктонных ракообразных, попадавших в бассейн с водой, а также обрастания.

Высокая температура и обильное питание способствовали высокому темпу роста мальков. Исключение составляла молодь лобана, заметно отстававшая в темпе роста от рыб из лагуны. Вероятно, это связано с неадекватностью применявшихся кормов. Такое предположение подтвердилось в ходе дальнейшего товарного выращивания, которое осуществлялось в садках, установленных в Хаджибейском и Шаболатском лиманах. В первом варианте садки подвешивали на штормоустойчивом носителе оригинальной конструкции, представлявшем собой гибкую плавающую раму, выполненную из каната "геркулес" с прикрепленными поплавками. Во втором применяли обычный гундерный носитель, т. е. укрепление с помощью шестов. Подросшую молодь кефали помещали в садки размером 2Х2Х2 м, выполненные из безузловой дели с ячейей 3,5 мм. По мере роста увеличивали размер садков (4х10х2 м) с ячейей дели 6,5 мм. По мере обрастания садков через каждые 1,5- 2 мес рыб пересаживали в другие очищенные садки.

В 1986 г. в условиях Шаболатского лимана кефаль кормили пастообразным кормом на основе рыбного фарша. Суточный рацион составлял 5-15 % массы в зависимости от температуры и возраста рыб. Корм вносили 3-5 раз в день на специальные придонные кормушки, который съедался за 20-30 мин. В пасмурные и штормовые дни рационы и частота кормлений снижались. В условиях Хаджибейского лимана кефаль кормили один раз в трое суток молотым комбикормом марки К-111/3 с добавлением пшеничной муки до образования комка. Анализ питания рыб показал, что в этом случае они питались преимущественно естественным кормом - зоопланктоном, гаммарусами и обрастаниями. Доля используемых мягких фракций комбикорма не превышала 10-15 %. Грубые зерновые компоненты не поедались, оставаясь на кормушке.

При плотностях посадки в Шаболате 20 экз/м³ и 30 экз/м³ в Хаджибее рост двухлетков сингиля был выше в условиях Хаджибейского лимана, что объяснялось более высокой долей естественных живых кормов. Темп роста лобана, выращиваемого в садках в Шаболатском лимане, был чрезвычайно низок. Лишь около 10 % рыб к концу опыта имели массу, близкую к 100 г. В Хаджибейском же лимане несколько экземпляров лобана, выращиваемых совместно с сингилем, за тот же период достигли массы 250-335 г.

Средняя масса сингиля, выращенного в Шаболатском лимане в 1986 г., была равна 52, в Хаджибейском - 60 г. Очевидно, что рыба не использовала в полной мере потенциала роста. Масса лобана из Шаболатского лимана на свободном нагуле в 1986 г. составила 250-360 г, а сингиля - 110-125 г.

В 1987 г. эксперимент в Шаболатской лагуне был повторен, наряду с пастообразным кормом применяли гранулированный для лососевых рыб, а также смесь комбикорма и гранулированного карпового корма. В этом случае средняя масса лобана к концу эксперимента превышала 100, а остроноса - 80 г. Выживаемость рыб в ходе садкового выращивания в 1986-1987 гг. составляла 96-94 %, кормовой коэффициент - 1,8-3,2.

Параллельно на базе ЭКЗ проводили эксперименты по товарному выращиванию кефали в прудах и отгороженных участках лимана. В прудах содержали двухлетков лобана и сингиля.

Плотность посадки 25-30 экз/м³. Использовались экраны из полиэтилена, где появлялись обрастания, что увеличивало кормовую базу пруда. Кроме того, рыб кормили 3 раза в день пастообразным кормом. Рацион составлял 10-20 % массы рыб. Необходимо отметить, что в прудах встречались гаммариды, полихеты и другие беспозвоночные, но они плохо использовались кефалью, равно как и обрастания с экранов (до 10-15 % рациона). Очевидно, этим в значительной степени объясняется низкий темп роста рыб при высоком кормовом коэффициенте (3,5- 4,2). Выживаемость сингиля в прудах составила 90, лобана - 80 %.

Наиболее обнадеживающие результаты были получены в 1987 г. при товарном выращивании остроноса в изолированном участке Шаболата. Во второй половине июля залив лимана был отгорожен барьером из капроновой дели с ячейей 5 мм, укрепленным на 40 стойках и прижатым ко дну водоема по всей длине якорной цепью. Сюда было помещено 300 экз. остроноса средней массой 43 г. Рыб не подкармливали, однако обильная естественная кормовая база обеспечивала высокий темп роста. За 60 сут выращивания средняя масса рыб достигла 96 г, а у более 15 % особей - 110- 115г. Одновозрастная кефаль в лимане в этот период имела среднюю массу 98,7, а в море - 65 г. Гибель кефали в изолированном участке не наблюдалась, однако около 20 % рыб погибли при облове. Изоляция участка лиманов оказалась достаточно штормоустойчивой, обеспечивала хороший водообмен и полную сохранность нагуливающих рыб.

Проведенные эксперименты показали перспективность товарного выращивания кефали в садках и изолированных участках. Применяемый способ является экономически целесообразным, так как позволяет повысить выживаемость рыбы по сравнению с пастбищным выращиванием в 2-3 раза.

3.2 Современное кефалеводство

Кефали – один из наиболее древних объектов рыбоводства. Кефале-выростные хозяйства на побережье Черного моря существуют уже несколько веков. До последнего времени в странах, берега которых омываются южными морями, выращивают кефалей по такой схеме. Весной молодь кефали проникает через естественные промоины и каналы в лагуны, лиманы и солоноватые озера, где нагуливается до наступления холодов, затем она устремляется обратно в море. В этот период значительную часть ее вылавливают при помощи разного рода ловушек.

Кефале-выростные хозяйства имеются в Крыму и в Краснодарском крае. Здесь используют для выращивания в основном подходы молоди сингиля. Существенную роль в уловах играют и старшие возрасты лобана и остроноса.

В ряде стран практикуют выращивание кефалей в солоноватоводных рыбоводных прудах в поликультуре с карпом. Такие опыты проведены и в России. Взрослые кефали питаются детритом, обрастаниями, фитопланктоном, не вступают в конкуренцию с карпом из-за пищи. Молодь кефали, как и других рыб, питается преимущественно зоопланктоном.

Большинство кефалей – эвригалинные теплолюбивые рыбы, размножение которых происходит в море. Лишь для одного вида, живущего в Индии, отмечен нерест в пресной воде.

Наиболее приспособлен для прудового выращивания лобан, широко распространенная эвригалинная быстрорастущая рыба. Лобан имеет высокую плодовитость. Одна самка этой рыбы выметывает 4-14 млн. икринок. Масса двухлеток лобана при выращивании в прудах достигает 400-500 г. Лобан может жить как в океанической воде, так и в пресной.

Численность молоди лобана в море непостоянна, поэтому ее вылов для зарыбления прудов очень трудоемок. В связи с этим приобретает важное значение проводимая в настоящее

время работа по искусственному воспроизводству лобана. Опыты были начаты еще в 30-е годы нашего столетия и проводятся в ряде стран.

Нерест у лобана происходит недружно: с конца мая до середины августа. Практически производителей чаще всего получают, отлавливая подъемной ловушкой – запонью в гирле соленых лиманов, используемых под кефале-выростные хозяйства. Текучие самки в уловах не встречаются, и зрелую икру можно получить с помощью гормональной стимуляции.

В июне-августе производителей лобана отлавливают путем прикрепления к стенке запони садка-рыбоприемника, куда заходит рыба. Садок буксируют лодкой к берегу и рыбу в полиэтиленовых мешках доставляют в инкубационный цех. Здесь производителей помещают в разборочный бассейн, выложенный изнутри полиэтиленовой пленкой и снабженный крышкой из дели. В первые 6-12 ч. в нем устанавливают проточность воды до 60 л/мин, так и рыба беспокойна и выделяет много слизи. Затем проточность уменьшают до 30 л/мин. Воду постоянно аэрируют.

Большое значение для морского рыбоводства в Черном море имеют кефали лобан, сингиль, а также дальневосточная кефаль пиленгас, которые благодаря высоким вкусовым качествам пользуются широким спросом у населения. Кефали-ценные морские рыбы, широко распространенные в умеренных, субтропических и тропических широтах. Питаются кефали детритом, обрастаниями, водорослями, т. е. относятся по характеру питания к рыбам низкого трофического уровня. Наибольший интерес представляет самый крупный представитель кефалей - лобан.

Отловленных производителей лобана содержат в бассейнах при температуре 24-26 °С в проточной воде соленостью 16-17 ‰. Для стимуляции созревания применяют гипофизарные инъекции. На одну самку массой 2, 5-3 кг расходуется 90 мг гипофиза. Самок инъецируют внутримышечно в два приема: первый раз 1/3 дозы и через 16 ч 2/3 дозы. После второй инъекции производителей помещают в бассейны вместимостью 2-3 м³ и к каждой самке подсаживают от 2 до 8 текучих самцов. Созревание самок при температуре 24-26°С продолжается 32-40 ч.

Травмированных рыб, характеризующихся покраснением брюшка, ерошением чешуи, помутнением жировых век и приобретшей фиолетовый цвет спинкой, отбраковывают и используют для получения гипофизов. Извлеченные гипофизы взвешивают и сразу же растирают с физиологическим раствором из расчета 40 мг/мл. Суспензию препарата сохраняют в замороженном состоянии до семи -десяти дней.

В зависимости от размера рыб назначают суммарную дозу гипофиза. Для полного созревания и овуляции икры самками длиной 38-42 см (масса 1-1,5 кг) достаточно 35 мг гипофиза. Можно вызвать созревание самок большей дозой, но ее увеличение до 60 мг приводит к нарушениям этого процесса. Для созревания крупных самок длиной тела 54-60 см (масса 2,5-3 кг) требуется 90 мг гипофиза.

Икра у лобана пелагическая, ее собирают и инкубируют в аквариумах, тазах, садках и других емкостях. Иногда икру получают методом отцеживания. В этом случае ее осеменение производят сухим и полусухим способами.

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

На внешнее питание личинки переходят на 5-е сутки. С этого момента и до возраста 9-13 сут. личинок кормят коловратками, затем однодневными науплиями артемии, а через 2 сут. личинки уже могут брать подращенную молодь артемии и зоопланктон, отлавливаемый в прибрежных районах моря. На 30-е сутки личинок можно постепенно переводить на искусственный корм - фарш из мяса мидий и рыб. Метаморфоз у кефалей наступает обычно на 24-е сутки после выклева. Выживаемость личинок за период метаморфоза составляет примерно 15%.

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

Контрольные вопросы:

1. Основные лиманы Азово-Черноморского бассейна и перспективы выращивания в них кефалей.
2. Особенности кефалеводства.
3. Когда личинки лобана переходят на экзогенное питание?
4. Для каких целей используют травмированных производителей кефалей?

Литература [2], [6]

ТЕМА 4 РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ КАМБАЛ

- 4.1 История разведения и выращивания камбал
- 4.2 Выращивание молоди и товарной продукции камбалы тюрбо
- 4.3 Производство рыбопосадочного материала камбалы калкана
- 4.4 Профилактика заболеваний при выращивании камбалы
- 4.5 Технические средства марикультуры – выращивания камбалы
- 4.6 Выращивание камбалы

4.1 История разведения и выращивания камбал

Разводить камбал с успехом можно в акватории Азовского, Черного, Балтийского, Белого, Баренцева морей. Учитывая устойчивый спрос на внутреннем и внешнем рынке, а так же ограниченность природных запасов камбал, изучение возможности выращивания личинок камбал в искусственных условиях было начато еще в конце прошлого века в Норвегии, но большого развития эти исследования в то время не получили. Эстафета норвежских ученых в начале 50-х годов нашего столетия была подхвачена в Великобритании в Лоустофтской рыбной лаборатории профессором Дж. Е. Шелбурном и его коллегами. Интерес к проблеме культивирования камбал стали проявлять рыбоводы в различных странах Европы, в США и Японии.

Камбалообразные относятся к обширному отряду (Pleuronectiformes), включающему шесть семейств и около 500 видов. Многие из них промышляются и ценятся за высокие вкусовые качества. Обычно камбалы малоподвижны и редко совершают длительные миграции. Некоторые виды отходят от берегов на зимовку, а весной возвращаются в прибрежную зону для размножения и нагула.

Объектами исследований рыбоводов стали главным образом представители трех семейств: ромбовых, или калкановых (*Bothidae*), камбаловых (*Pleuronectidae*) и солеевых (*Soleidae*).

Значительный интерес вызывает большой ромб, или тюрбо (*Psetta maxima*), достигающий длины 1 м, хотя обычно вылавливают рыб длиной 30-40 см. Несколько мельче гладкий ромб, или бриль (*P. rhombus*), вырастающий до 65 см. Перспективным объектом морского рыбоводства следует считать и черноморскую камбалу калкана (*P. maotica*), некоторые особи которого имеют вес до 15 кг при длине тела до 85 см.

Из семейства камбаловых наибольшее внимание уделяется атлантической морской камбале (*Pleuronectes platessa*), обитающей у берегов Европы, речной камбале (*Platichthys flesus*), малоротой камбале (*Microstomus kitt*) и др. Наибольшие размеры имеет морская камбала, вырастающая до 1 м при весе 5-7 кг, но промышляются, как правило, рыбы длиной 25-50 см.

Эксперименты по искусственному культивированию ведутся с обыкновенным морским языком (*Solea solea*).

Для своих экспериментов английские исследователи вначале собирали икру камбал в море с помощью планктонной сети, но с 1960 г., когда основной объем работ стал выполняться на Морской биологической станции в Порт-Эрине на о-ве Мэн, икру стали получать как от рыб, выловленных в море в нерестовый сезон и посаженных в бассейны, так и от рыб, живущих в искусственных водоемах более года.

Оплодотворенные икринки морской камбалы пелагические, диаметром до 2 мм. Они имеют прозрачную тонкую, но прочную оболочку. Развитие икринок при 6 °С продолжается три недели. Выклюнувшиеся предличинки в течение 8-10 дней питаются запасами желточного мешка, переходя затем на активное питание. В течение 10 недель после выклева личинки ведут пелагический образ жизни, вплоть до завершения метаморфоза, продолжительность этого периода у личинок неодинакова и зависит от количества корма, температуры и наследственных факторов. Выклюнувшиеся предличинки морской камбалы имеют вначале, так же как и другие рыбы, симметрично расположенные глаза и желточный мешок. Во время метаморфоза левый глаз переводит на правую сторону, тело становится плоским, правая его сторона становится верхней и приобретает интенсивную пигментацию. Левая нижняя сторона имеет белую окраску. Завершив метаморфоз, маленькие камбалы переходят к донному образу жизни.

Начав в 1950 г. исследования, Дж. Е. Шелбурн и его коллеги стремились разработать методы инкубирования икры морской камбалы, выращивания личинок до стадий метаморфоза, получения жизнеспособных мальков, процессе работы были исследованы потребности разевающейся икры, необходимые качества морской среды, насыщение бассейнов газами и удаление продуктов метаболизма с помощью зеленых водорослей, стерилизация оборудования и воды антибиотиками и ультрафиолетовыми лучами, обеспечение личинок специально культивируемым живым кормом, пищевой рацион и плотность посадки мальков в инкубаторах. Были определены оптимальные для каждого периода развития температура, соленость, освещенность, рН и т. д. Английские ученые обратили внимание на то, что ненормальное падение рН в морской воде аквариумов, в которых находятся икринки и личинки, предшествует их гибели. Для стабилизации рН была применена замкнутая система циркуляции, с использованием в аквариумах зеленых водорослей, которые удаляли из воды CO₂ и различные кислые метаболиты. Введя в систему растения, удалось осуществить контроль над физико-химическими параметрами среды, стабилизировав рН и обогатив воду кислородом. Оказалось,

что содержание зеленых водорослей в морских аквариумах - лучший способ удаления метаболитов без риска для жизни камбал.

В настоящее время зеленые растения широко используются при искусственном разведении морских рыб.

Установлено, что у личинок морской камбалы, содержащихся в воде с более высокой температурой, метаморфоз происходит в более короткий промежуток времени, чем у личинок, выдерживаемых при низкой температуре. На продолжительность метаморфоза влияет концентрация кормовых объектов и продолжительность светового дня.

Предличинки морской камбалы выклеваются при длине 6,5 мм. На стадиях рассасывания желточного мешка предличинки хорошо развиваются при температуре 6,5-8,5°C. Имея довольно крупные размеры, личинки морской камбалы в опытах профессора Дж. Е. Шелбурна активно поедали науплиусов артемии (*Artemia salina*) и баянусов (*Balanus balanoides*). После метаморфоза камбал в рацион были включены олигохеты (*Enchytraeus albidus* и *E. buchaltzii*).

В Бергенском институте морских исследований в 1965 г. проводились опыты по кормлению личинок морской камбалы пастой из калянуса (*Calanus finmarchicus*), желточной массой неоплодотворенных икринок трески и икринок трески после пяти дней инкубации. Все три вида кормов охлаждали в смесителе и продавливали через мелкое сито. В корм добавляли 4% альгината или желатины, служащих связующим веществом. Из полученной смеси изготавливали цилиндрики диаметром 0,5 см. Их высушивали и замораживали. Перед внесением в аквариумы корм растирали, смешивали с морской водой и процеживали. Питаясь искусственными кормами, личинки морской камбалы жили до 47 суток.

Благодаря разработанным английскими учеными методикам удалось 66% всего количества икринок довести до стадий малька, что в несколько сот раз превышает количество мальков, выживающих в природных условиях. В 1962 г. на рыбоводной станции в Порт-Эрине было получено около 25 тыс. мальков морской камбалы. В 1965 г. на о-ве Мэн было выращено уже 0,5 млн. мальков. Эти мальки, помещенные в мешки из пластика водой, обогащенной кислородом, доставлялись в различные части Шотландии, в том числе в небольшую бухту в западной части Арджилшира. Вход в бухту площадью несколько акров был перекрыт с помощью дамбы превращен в первую в Великобритании морскую ферму по разведению рыб.

Расчеты показали, что воспроизводство всего английского улова морской камбалы в Северном море, составившего в 1961 г. 35 млн. рыб, может быть обеспечено а построенном по системе Дж. Е. Шелбурна рыбоводном заводе потомством от икры всего 700 самок. Средняя плодовитость самок морской камбалы - 100 тыс. икринок, из которых при выживании 50% может быть получено 50 тыс. мальков. При плотности посадки 5 тыс. личинок на 1 м² для выращивания 1 млн. рыб необходима площадь дна бассейнов около 200 м² и 200 аквариумов объемом по 300 л каждый. Размещая инкубаторы в несколько этажей, их можно установить в здании размерами 15×10×4 м.

Скорость роста морской камбалы может быть увеличена в несколько раз путем поддержания температуры на оптимальном уровне и увеличением количества пищи. Продолжительность выращивания камбал до товарных размеров в искусственных условиях можно снизить до 2 лет вместо обычных 5 лет в море. В естественных условиях камбалы питаются мелкими моллюсками и морскими червями. На рыбоводных заводах вполне можно культивировать мидий и других двустворчатых моллюсков. В качестве корма для камбал могут быть использованы отходы сельскохозяйственных продуктов и рыбообработки с соответствующим добавлением микроэлементов витаминов.

Попытки выращивания личинок малоротой камбалы показали, что для их кормления можно использовать трохофоры мидии (*Mytilus edulis*) и морские коловратки (*Brachionus plicatilis*). Вначале применяется смесь коловраток и трохофор, которую можно давать уже через 8 дней после выклева. Через 12 дней после выклева личинки питаются преимущественно трохофорами, но уже к 29-му дню предпочитают коловраток. Через 40 дней после выклева личинки начинают питаться науплиусами артемии.

Проведенные на Лоустофтской рыбоводной станции исследования показали, что себестоимость выращивания морской камбалы и морского языка пока еще довольно высока, поэтому с целью выявления более подходящих объектов рыбоводства были начаты опыты по разведению и культивированию тюрбо и гладкого ромба.

А. Джоунсу, работавшему на Лоустофтской рыбоводной станции, удалось вырастить личинок тюрбо и гладкого ромба до поздних стадий. В момент выклева длина личинок тюрбо 2,8 мм, метаморфоз заканчивается при длине 23 мм. Личинкам при переходе на активное питание требуется более мелкий корм, чем науплиусы артемии. А. Джоунс кормил личинок тюрбо коловратками (*Brachionus plicatilis*).

Находясь в темноте, личинки тюрбо опускаются на дно аквариума и лежат на боку, в результате чего их смертность значительно увеличивается. Оказалось, что количество гибнущих личинок можно сократить, освещая поверхность воды в течение 24 часов. Подростие личинки хорошо поедают планктонных ракообразных, собранных в море с помощью планктонной сети.

При выращивании молоди тюрбо после метаморфоза ее кормили фаршем из малоценной рыбы. Через год камбалы весили 400 г, а через два года более 2 кг. Камбалы, выращиваемые в условиях рыбоводного хозяйства, имеют больший выход филе по сравнению с рыбами, выловленными в море.

Изучение возможности искусственного разведения камбалы калкана в нашей стране ведется с 1968 г. в Азовско-Черноморском институте рыбного хозяйства и океанографии и в Институте биологии южных морей АН УССР.

Камбала калкан в Черном море считается одной из наиболее ценных промысловых рыб. Половой зрелости самцы калкана достигают в возрасте 4-6 лет, а самки в 6-8 лет. Зрелые рыбы весят более 1 кг и имеют длину 35-40 см. Калкан размножается с апреля по август, но разгар нереста приходится на апрель и май. За сезон самки несколькими порциями выметывают от 3 до 13 млн. икринок.

Икра у калкана пелагическая. Оптимальная для ее развития температура 11-16°C, соленость 16-18%. На четвертые - шестые сутки происходит выклев предличинок длиной 2,2 мм. Через трое суток после выклева личинки начинают заглатывать пищевые частицы. Метаморфоз завершается при длине рыб 25-30 мм. Несмотря на очень высокую плодовитость калкана, его численность невелика. До стадий выклева эмбрионов отход икры составляет 99%.

Эксперименты показали, что икру калкана можно осеменять сухим способом. В результате искусственного оплодотворения отход икры снижается до 10-20%. Икру можно инкубировать в аппаратах Вейса и в различных проточных аквариумах. При хороших условиях инкубации выклев наблюдается у 60-70% икринок, т. е. он в 60-70 раз больше, чем в море. По некоторым расчетам в настоящее время в искусственных условиях за сезон можно получать до 100 млн. предличинок калкана, используя икру от 200 производителей.

Из-за малых размеров личинки калкана не способны схватывать такие крупные кормовые объекты, как науплиусы артемии. Исследованиями, выполненными в Институте биологии южных морей АН УССР, установлено, что личинки камбалы калкана через трое суток

после выклева могут заглатывать бактерий, мелкие жгутиковые водоросли, велигеров мидий и др. Размеры пищевых объектов не должны превышать 100 мкм.

В Японии в полупромышленных масштабах выращивается камбала ложный палтус (*Paralichthys olivaceus*).

В США в Институте океанологии штата Джорджия была исследована возможность выращивания личинок камбал (*Paralichthys lethostigma* и *P. dentatus*) длиной около 1 см, пойманных в море. После доставки личинок к берегу их помещали в аквариумы, где температура воды была равна температуре в море. Постепенно воду нагревали до 24°C, чтобы ускорить рост личинок, так как в теплой воде молодь рыб активнее питается. В течение первых трех недель личинок кормили науплиусами артемии, переводя их затем на размолотое мясо мороженых и сушено-мороженых креветок. Камбал, выросших до 5-7 см, кормили гранулированными форелевыми кормами. Менее чем за год выращивания удалось получить рыб товарного веса (0,5 кг).

Выбранные американскими учеными для культивирования и пользующиеся большим спросом виды камбал обладают высоким темпом роста, в море они могут достигать веса 15 кг.

Например, в Испании, на Алданском побережье создано на сегодняшний день единственное в мире по мощности хозяйство по получению сеголетков (фингерлинов) камбалы-тюрбо. Производственные мощности включают два полносистемных полигона общей площадью 20000 м² на побережье и 30 плавучих садков с шестиметровым основанием. В садках выращивают сеголетков до товарной навески. Испанские мореведы считают, что при выращивании в море в садках (в сравнении с бассейновым выращиванием) у рыб улучшаются вкусовые качества мяса и повышается жизнестойкость, так как корм более разнообразен, рыба имеет больше возможности двигаться. В результате снижается содержание жира и рыба приобретает более нежный, деликатесный вкус. По их мнению, нахождение в естественной среде уменьшает риск заболеваний. Необходимыми для такого способа выращивания условиями являются хорошее качество воды, песчаное морское дно и близость к порту (в наших условиях порой последнее условие совсем несовместимо с первым). На Кипре активно используют технологию выращивания морского карася и морского окуня в плавучих садках. Учитывая темпы развития технологий, основанных на использовании непосредственно морских акваторий, ряд ученых - мореведов делает предположение, что при освоении новых объектов культивирования марикультура начнет осваивать не только 3-12-мильную прибрежную полосу, но и 200-мильную зону, и не исключено, что в нынешнем веке выйдет и за ее пределы – в открытую часть Мирового океана.

Выращивание камбал, как и других рыб, в искусственных условиях дает много преимуществ. Благодаря высокой выживаемости личинок и мальков камбал, их после подращивания можно выпускать в море для увеличения естественных запасов. В то время как лов рыбы, в море требует значительных затрат, на рыбоводных заводах для этого достаточно спустить воду в бассейнах и прудах. Выращивание рыбы позволяет поддерживать непрерывный процесс поступления ее на рыбообрабатывающие предприятия и в торговую сеть, а не только в промысловый сезон, как это происходит в настоящее время.

4.2 Выращивание молоди и товарной продукции камбалы тюрбо

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

В садках, установленных в море, выращивается камбала, достигшая веса 100 – 150 г. Для выращивания камбалы используются плавучие автономные сетные осетровые садки с плотным дном, со специальным отверстием в середине садка для удаления загрязнений. Такие садки пригодны для рыб, поедающих корм со дна, таких как камбал. Такие садки изготавливают из комбинированного капронового материала: стенки из дели с ячейей 3,6 – 6,5 мм, дно - из сита № 7 – 10. Дно садка имеет небольшой уклон к центру. В центре имеется капроновая вставка («окно») размером 2х2 м из капроновой дели 3,6 – 6,5 мм. В морских хозяйствах используются садки диаметром 7 – 10 м и объемом 300 - 700 м³. Плотность посадки должна быть рассчитана так, чтобы камбала распределялась по дну садка и не создавала скоплений, когда рыбы начинают располагаться друг на друге.

Примерная плотность посадки сеголеток массой 100 – 150 г в садках 1 – 2 кг/ м² и не более 300 - 400 шт/ м². Плотность посадки двухлеток в садках 2 - 3 кг/ м². Конечная плотность к концу выращивания не должна превышать 7 - 10 кг/ м².

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

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

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

- они не должны иметь антропогенного загрязнения;
- должны обладать высокой биологической продуктивностью;
- должны иметь достаточно ровное дно, которое позволило использовать невод.

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

При использовании для выращивания камбалы береговых бассейнов или плавучих садков искусственное кормление является практически единственным источником питания камбалы, однако выращивание осуществляется в легко контролируемых условиях, что позволяет значительно снизить потери, как молоди, так и товарной камбалы.

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

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

Но наиболее эффективно выращивание камбалы до достижения товарной массы 1,0 – 2,0 кг в бассейнах, установленных на берегу. Для этого используют круглые бетонные бассейны площадью 20 – 40 м² при содержании кислорода в воде более 5 мг/л. Плотность посадки тюрбо массой 20-50 г составляет 10-50 кг/м², массой до 500 г – 20-30 кг/ м² и на заключительном этапе

выращивания - 30-50 кг/м². Для получения товарной массы камбалы тюрбо 500 г за 260 суток необходима температура 17 °С. При более низкой температуре 11 – 14 °С сроки выращивания увеличиваются. Оптимальные температуры воды для выращивания камбалы находятся в диапазоне от 14-18 °С, в то время как допустимый диапазон - 11-23 °С.

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

4.3 Производство рыбопосадочного материала камбалы калкана

Одним из элементов выращивания камбалы калкана, является заготовка рыбопосадочного материала.

Калкан во время нереста мигрирует с глубин на мелководье в период с середины марта по середину мая. Самцы возрастом 5-8 лет, а самки – в 6-11 лет могут быть использованы в качестве производителей. Масса производителей 4,5-6 кг, длина 31-57 см.

Камбалу калкан, как правило, ловят с помощью жаберных сетей (размер ячеи 20 см, 1000м в длину и 1,4 м в высоту) или донным тралом на глубине 40-70 м. Рыбу помещают в контейнеры с аэрацией для транспортировки. Контейнер заполняется морской водой на 2/3. Плотность посадки – около 4-6 производителей на м² (2-7 кг/экз.). Расстояние, на которое транспортируют рыб, обычно составляет 5-20 км и занимает всего несколько часов.

Критерии для отбора производителей камбалы:

1. Рыба здорова;
2. Без уродств;
3. Не травмированная, без кровоподтёков, особенно по краю полового отверстия.

На хозяйстве рыб пересаживают сначала в бассейны, выполненные из стеклопластика, для акклиматизации (1x1x0.5 м), где рыба медленно адаптируется от 10 до 15 °С. В один бассейн помещают 2-7 производителей. Интенсивность света регулируется в пределах 100 люкс.

У «икряных» самок камбалы калкан брюшко более выпуклое, а у самцов плоское и жёсткое. Пол также можно определить, просвечивая брюшко рыбы яркой лампой (у самца брюшко больше пропускает свет).

Для стимулирования нереста наиболее практично применение синтетических препаратов. Самкам препарат вводят обычно 2 раза: 1/3 дозы в первый раз и остальное количество – во второй. Самцам препарат вводят один раз (половину дозы для самки). Препарат используют «Нерестин-1Б» который пригоден для любых рыб массой 5-9 кг, 1 доза равна 0,33 мл/кг. Прореагируют на гормональную инъекцию 90 % рыб.

Получение молок и икры: рыбу вынимают из бассейна для выдерживания производителей, промывают пресной водой. Рыба помещается на рабочий стол и вытирается насухо марлей. Затем надавливают пальцами рядом с половым отверстием, чтобы вытекла моча. Отбор спермы делается до получения икры. Сперму отбирают с помощью шприца с силиконовой трубкой вместо иглы (диаметр трубки 1,5 мм). В среднем с одного самца может быть получено 1,3 мл молок на 1 кг веса. Икру получаем путём ритмичного давления по

направлению от брюшка к половому отверстию. Как только начинает выходить кровь вместе с икрой получение прекращается. После первой овуляции икра может отбираться ежедневно. Овуляция, как у повторно, так и впервые нерестующихся рыб происходит на 7-13 день. Рабочая плодовитость одной самки камбалы 510 000 икринок. Дадут доброкачественную икру 80 % самок камбалы.

Для определения качества икры помещают 1 мл ее в 5 мл раствора метиленовой сини (1 капля 0,05 % раствора на 10 мл профильтрованной воды). Если раствор обесцвечивается в течение 10-15 мин, значит икра доброкачественная; если в течение 30-60 мин – икра перезрелая; если совсем не обесцвечивается – незрелая. Качество молок определяют по шкале Персова.

Для оплодотворения используется сухой способ. Икра помещается в пластиковый таз (0,6 л). Добавляется сперма, всё перемешивается птичьим пером. На 200 грамм икры необходим 1 мл спермы. После этого вливаем небольшое количество морской воды. Икра оставляется в оплодотворяющем растворе на 10 минут. После оплодотворения, икру отбираем газ-ситом и промываем морской водой. Для предотвращения микробного заражения и грибковой инфекции, икру выдерживают с аэрацией в растворе йода в течение 5 минут (50 мл водного раствора йода на 10 л морской воды). После этого икра помещается в инкубационные аппараты.

В зависимости от количества икры могут быть использованы инкубационные аппараты различного объема (10, 30, 50 и 100 л). Рекомендуется использовать аппарат Вейса объемом 10 л. Плотность посадки составляет 2000 шт/л. Необходимая температура воды 15 °С, солёность воды 18 %, насыщение воды кислородом 80-90 %. Рекомендуется водообмен со скоростью 0,6 л/мин, это позволит оплодотворённой икре оставаться в толще воды. В дневное время суток освещение должно составлять 100 люкс. Оплодотворённая икра имеет сферическую форму (1,08-1,21 мм в диаметре), она пелагическая и поэтому неклеякая; есть жировая капля. Выклевывание происходит примерно через 110 ч после оплодотворения при температуре 14- 15 °С. Процент оплодотворённой икры может быть определён на стадии 4-х бластомеров, через 3 часа после оплодотворения (температура 15 °С). Продолжают инкубировать икру, имеющую процент оплодотворения 70 % и более. Мёртвые икринки белого цвета. Если исключить аэрацию, то они осадут на дно и их нужно удалить из инкубационного аппарата через нижний слив.

Количество выклюнувшихся личинок составляет 80 %. Личинки симметричной формы, питаются за счёт желточного мешка, их длина 2,5 мм. Глаза ещё не пигментированы, имеется временная клеточная перегородка, закрывающая проход из ротовой полости в пищевод. Грудные плавники полностью не сформированы, предличинки не способны активно в воде, и находятся во взвешенном состоянии у её поверхности. Выклюнувшихся личинок выдерживают в течение двух суток в аппаратах до момента, когда при остановке подачи воды и воздуха личинки собираются в плотный рой. Сконцентрировавшихся личинок стаканом переносят на несколько часов в ёмкости объемом 6 л, которые помещены в выростных бассейнах, для акклиматизации личинок к условиям выращивания. Выход личинок после выдерживания составляет 95 % от выклюнувшихся личинок. Через трое суток личинок пересаживают в выростные бассейны объемом 3 м³, заполненные обеззараженной водой, с плотностью посадки 30 экз./л. С переходом на активное питание у личинок рассасывается временная клеточная перегородка, закрывающая проход из ротовой полости в пищевод. Личинки начинают питаться коловратками. На 5-й день появляются грудные плавники. На 10-й день уже хорошо развиты, и личинка может плыть против течения. На 8-й день личинкам в качестве корма начинают давать науплии артемии.

В выростные емкости за 5-6 суток до посадки личинок вносят микроводоросли *Nannochloropsis* до плотности 0,2-0,4 x 10⁶ клеток/мл, а через 2-3 суток коловраток из расчета 0,5 экз./мл. В процессе выращивания личинок в ёмкости дополнительно вносят микроводоросли для поддержания их плотности на первоначальном уровне и коловраток, поддерживая концентрацию 3-5 экз./мл. Выращивание личинок проводят с постепенным увеличением температуры от 17-17,5 °С до 20-21 °С к 20-ти дневному возрасту и круглосуточном освещении 1-2 тыс. лк. Однако к 21-м суткам личинки пересаживают в бассейны объемом 0,2 и 1,5 м³. Отход личинок после пересадки составляет от 5 до 10 %. На 30-й день начинается и на 70-й завершается перемещение правого глаза к вершине головы. Дальнейшее выращивание рекомендуется проводить при следующих условиях: плотность посадки 2 тыс. шт./м³; освещение круглосуточное; температура воды – 20-22 °С; кормление подращенными науплиями артемии, водоснабжение – стерильной водой при скорости водообмена 24 объема/сутки.

На 21-й день личинок начинают переводить на искусственный корм. В возрасте 25-30 суток личинки переходят от пелагического к донному образу жизни. Перешедших на питание искусственным кормом личинок пересаживают в выростные бассейны площадью 1-6 м² и кормят только искусственными кормами. В возрасте двух месяцев мальки достигают массы 2-2,5 г. Соблюдение данной технологической схемы обеспечивает выживание личинок к 20 суткам до 60-80 % а к двухмесячному возрасту до 40-50 % от посаженных на подращивание личинок. По достижении массы 2-2,5 грамма молодь помещают с аэрацией в ёмкости для транспортировки, плотность посадки 1500 шт./м³. Выпуск молоди камбалы производится за 15-20 м от берега.

Для получения 1 млн шт. молоди, нужно заготовить 14 самок и 7 самцов. Но особое внимание нужно уделять поддержанию стерильности воды.

4.4 Профилактика заболеваний при выращивании камбалы

Профилактика заболеваний при выращивании камбалы. Значительную опасность для личинок камбалы представляют бактериальные инфекции и газопузырьковая болезнь. При выращивании камбалы на ранних этапах наблюдают два пика смертности. Первый пик смертности (3 – 4 сутки после вылупления) отмеченный при переходе личинок на активное питание объясняется плохим качеством погибших личинок или стрессом при пересадке в рыбоводные емкости, либо последствиями стресса в период инкубации. Погибающие в этот период личинки камбалы, как правило, имеют дефекты в развитии. Второй пик смертности (6 – 8 сутки после вылупления) совпадает с наступлением «точки необратимого голодания», т. е. когда погибают не перешедшие на экзогенное питание личинки. Причиной этого пика смертности может быть ухудшение гидрохимических параметров среды, гибель личинок, не перешедших на активное питание и бактериальное загрязнение выростных бассейнов из-за внесения в них нестерильных кормовых организмов. Большинство погибающих в этот период личинок камбалы не имеет видимых дефектов в развитии. Как правило, это личинки с признаками атрофии желудка (не перешедшие на активное питание), или с пустыми желудками, но с остатками корма в кишечнике (прекратившие питаться). Нередко в желудках погибающих личинок находится большое количество бактерий. Период между 11 и 16 днем после вылупления также характеризуется повышенной смертностью. Погибающие личинки камбалы с пустыми желудками и не имеют дефектов развития. Причиной их гибели может быть бактериальное загрязнение бассейнов. Известно, что личинки камбалы очень чувствительны к

бактериальному воздействию, т. к. до 30-ти суточного возраста у них отсутствуют иммунные тела и они почти беззащитны от воздействия как патогенной (главным образом *Vibrio*), так и большого количества условно-патогенной микрофлоры. Водоподготовка, тщательный контроль за микрофлорой при инкубации и в выростных емкостях, предлагаемые в пунктах 2.2 и 2.3, позволят значительно снизить опасность бактериальной инфекции. При необходимости можно обеззараживать воду путем внесения в нее антибиотиков. Однако при этом надо иметь виду, что их частое применение приводит к появлению штаммов микроорганизмов, устойчивых к конкретным препаратам. Газопузырьковая болезнь достаточно распространена при выращивании молоди морских рыб. Клинические признаки заболевания: образование газовых пузырьков на плавниках, под кожей, в ротовой полости, во внутренних органах, в кровеносной системе, что приводит закупорке сосудов, т. е. к газовой эмболии. Симптоматика этого заболевания у личинок камбалы следующая - в кишечнике появляются пузырьки газа, личинки ложатся на бок или поворачиваются брюшком вверх, их пигментация становится светлее, и вскоре наблюдается летальный исход. У личинок морской камбалы образование пузырьков газа в кишечнике отмечено на 9 – 11-й день после вылупления. Газовый пузырек округлой формы, диаметр его более нормальных размеров личинки. В брюшной полости скапливается полосная жидкость. Нарушается структура и функции кровеносной и выделительной систем. Гибель личинок происходит в результате травмирования основных систем организма, а также всех других органов и тканей вследствие газопузырькового заболевания, которое не связано с перенасыщением воды, подаваемой в рыбоводные емкости азотом, кислородом и углекислым газом. Формирование пузырьков воздуха в рыбоводных емкостях может происходить при перепадах температуры воды. При резком повышении температуры из воды выделяется растворенный кислород, что приводит к образованию мельчайших пузырьков, оседающих на стенках аквариума и на поверхностной пленке. На 9 – 11-й день личинки начинают активно питаться и, по-видимому, заглатывают пузырьки, принимая их за корм. Не исключено, что пузырьки могут накапливаться в кишечнике в результате непосредственного их формирования в тканях и межклеточной жидкости. Наличие в системе водоподготовки песчаного фильтра позволяет свести к минимуму появление газовых пузырьков. Для предотвращения газопузырькового заболевания в период с 9 по 11-й день можно значительно снизить проточность.

Для предотвращения бактериальной инфекции в таких условиях рекомендуется использовать антибиотики, например стрептомицин и пенициллин (300 000 МЕ на 1 л воды). Инфекционные болезни. Значительную часть инфекционных болезней у тюрбо вызывают вирусы. Тюрбо болеют от иридовирусов, бринавирусов, аквавирусов; панкреатический некроз вызывает вирус IPNV, вирусы группы ротавирус вызывают генетические нарушения. Вирусы поражают цитоплазму и ядро клеток. Наиболее подвержены воздействию вирусным инфекциям неполовозрелые рыбы. Больные рыбы находятся как бы в состоянии летаргии и лежат на дне. Внутренние органы внешне нормальные, а клинические признаки обнаруживаются только при электронной микроскопии. Болезни, вызываемые бактериями, также поражается тюрбо. К наиболее опасным и широко распространенным болезням относится вибриоз, или острое отечное заболевание. Возбудитель – бактерия *Vibrio anguillarum*. Болезнь характеризуется вздутием брюшка и глазниц. Гибель рыб наступает в результате поражения сердца, глазниц и почек. Наиболее подвержена заболеванию молодь. При марикультуре тюрбо может получить вибриоз от лосося и форели. Борьба с вибриозом проводится путем вакцинации, а также воздействием на иммунную систему тюрбо с помощью антиокислителей. Наиболее

положительные результаты дают санитарные мероприятия, проводимые при разведении. Патогенная флора включает флавобактерии, псевдомонос, группу *Cytophaga-flexiaeter*.

Существует также ряд болезней неизвестной этиологии. Одним из путей заражения тюрбо, особенно молоди, служат водоросли и коловратки, а также артемия салина. Для предотвращения заболеваний рекомендуется пользоваться чистыми культурами водорослей и коловраток, а также контролировать бактериальное заражение. Гельминтозные болезни. Наиболее часто тюрбо бывает поражен *Bothriocephalus scorpii*, вызывающий ботриоцефалез. Это длинные черви белого цвета с удлинённым сколексом. Длина паразита достигает 95 см. Локализуется в кишечнике. Кроме механических повреждений, вызывающих язвы, цистоды отнимают у хозяина часть питательных веществ, что приводит к снижению темпа роста и упитанности. Ботриоцефалез встречается у тюрбо повсеместно, хотя степень зараженности меняется по районам и в зависимости от возраста. Для лечения тюрбо используют никлосамид, нетобимин, празикантель, добавляемые в корма.

Наличие в системе водоподготовки песчаного фильтра позволяет свести к минимуму появление газовых пузырьков. Для предотвращения газопузырькового заболевания в период с 9 по 11-й день можно значительно снизить проточность. Для предотвращения бактериальной инфекции в таких условиях рекомендуется использовать антибиотики, например стрептомицин и пенициллин (300 000 МЕ на 1 л воды).

Болезни, вызываемые простейшими. Миелоидный лейкоз вызывает возбудитель *Haenogragarina sehai*, который поражает клетки крови. Рыба имеет поражения поверхности тела, опухолевые поражения мускулатуры и внутренних органов. Паренхиматозная ткань почек и гонад замещается опухолевидными массами, заключенными в фибриозную капсулу.

Микроспориоз вызывается микроспорицией *Tetramicra brevifillum*. Паразитирует в соединительной ткани, образуя ксеномы диаметром 2 мм. У больных рыб нарушается рост и плавательная способность.

Инфекционные болезни. Значительную часть инфекционных болезней у тюрбо вызывают вирусы. Камбала тюрбо болеют от иридовирусов, бринавирусов, аквавирусов; панкреатический некроз вызывает вирус IPNV, вирусы группы ротавирус вызывают генетические нарушения. Вирусы поражают цитоплазму и ядро клеток. Наиболее подвержены воздействию вирусным инфекциям неполовозрелые рыбы. Больные рыбы находятся как бы в состоянии летаргии и лежат на дне. Внутренние органы внешне нормальные, а клинические признаки обнаруживаются только при электронной микроскопии. Болезни, вызываемые бактериями, также поражается тюрбо. К наиболее опасным и широко распространенным болезням относится вибриоз, или острое отечное заболевание. Возбудитель – бактерия *Vibrio anguillarum*. Болезнь характеризуется вздутием брюшка и глазниц. Гибель рыб наступает в результате поражения сердца, глазниц и почек. Наиболее подвержена заболеванию молодь. При марикультуре тюрбо может получить вибриоз от лосося и форели. Борьба с вибриозом проводится путем вакцинации, а также воздействием на иммунную систему тюрбо с помощью антиокислителей. Наиболее положительные результаты дают санитарные мероприятия, проводимые при разведении. Патогенная флора включает флавобактерии, псевдомонос, группу *Cytophaga-flexiaeter*. Существует также ряд болезней неизвестной этиологии. Одним из путей заражения тюрбо, особенно молоди, служат водоросли и коловратки, а также артемия салина. Для предотвращения заболеваний рекомендуется пользоваться чистыми культурами водорослей и коловраток, а также контролировать бактериальное заражение.

Гельминтозные болезни. Наиболее часто камбала тюрбо бывает поражена *Bothriocephalus scorpii*, вызывающий ботриоцефалез. Это длинные черви белого цвета с

удлиненным сколексом. Длина паразита достигает 95 см. Локализуется в кишечнике. Кроме механических повреждений, вызывающих язвы, цистоды отнимают у хозяина часть питательных веществ, что приводит к снижению темпа роста и упитанности. Ботриоцефалез встречается у тюрбо повсеместно, хотя степень зараженности меняется по районам и в зависимости от возраста. Для лечения тюрбо используют никлосамид, нетобимин, празикантель, добавляемые в корма.

4.5 Технические средства марикультуры – выращивания камбалы

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

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

Современные установки по выращиванию камбал включают:

1. Систему биологической очистки воды.
2. Систему механической фильтрации.
3. Систему физической адсорбции.
4. Дезинфекционную систему.
5. Систему регулирования газообмена.
6. Систему рыбоводных емкостей.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Для обслуживания садков необходим оборудованный причал и плавсредства.

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

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

К слабопроницаемым материалам относят капроновое сито. Максимальный размер ячеи в сите № 7 – 1,364 мм, минимальный в сите № 77 – 0,064 мм. При выращивании камбалы сита могут быть использованы при работе с молодью для изготовления сачков и т. д.

Непроницаемые материалы (металл, пластмассы) используют для бассейнов, инкубационных аппаратов и другого оборудования, предназначенного для инкубации икры и подращивания молоди.

К береговым рыбоводным сооружениям и оборудованию относятся инкубационные и мальковые участки, оснащенные рыбоводным оборудованием, располагаемым как на берегу, так и в прибрежье водоема, пруды биологической очистки малькового участка, водопроводящая и водоотводящая сеть, насосная станция. Вода может поступать самотеком и закачиваться насосами. Водозаборный оголовок оснащен гравийным фильтром. Гравийный фильтр на водозаборе препятствует попаданию паразитов в бассейны, а наличие прудов биологической очистки позволяет сбрасывать чистую отработанную воду, а также шире применять лечебные препараты.

Поступление воды из водоема проходит через гравийный фильтр по водопроводу из материала, не поддающегося коррозии (асбоцементные, полиэтиленовые трубы и др.), затем она попадает в инкубационные аппараты и рыбоводные бассейны. В гравийном фильтре между двумя каркасными стенками из нержавеющей стальной сетки находится слой гравия толщиной 40 – 50 см с частицами размером 5 – 15 мм. При скорости фильтрации воды 0,5 – 0,8 л/ (с*м²) в систему не проникают зоопланктон и крупный фитопланктон.

При кормлении мальков в бассейнах живым кормом можно использовать специальные фильтры, которые пропускают воду, но удерживают корм. Фильтры устанавливаются внутри бассейнов на сливе. В фильтре поверх нержавеющей металлической сетки закрепляется капроновое сито № 32, которое хорошо удерживает большинство форм зоопланктона.

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

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

В хозяйстве необходимо иметь холодильник, оборудованный морозильными камерами.

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

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

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

4.6 Выращивание камбалы

Наиболее ценные среди камбал - морская камбала, морской язык, палтус, тюрбо и др. Камбал стали разводить еще в XX в. В Англии при солености 35 ‰ выращивают морского языка (*Solea solea*), тюрбо (*Scophthalmus maximus*) и малоротую камбалу (*Microstomus kitt*).

Черноморская камбала-калкан (*Scophthalmus malticus*) распространена в Черном и Азовском морях до глубины 100 м, часто заходит в дельты рек, достигает длины 80 см и единичной массы 15 кг. Самки созревают в 5 - 11 лет, самцы - раньше самок на 2 - 3 года. Нерест при температуре 8 - 12°C длится с марта - апреля до июля. Производителей отлавливают в море. Нерест проводят в бассейнах размером 4 м², глубиной 1,2 м, с морской водой. Отнерестившихся производителей отлавливают, оплодотворенную икру собирают для доинкубации в лотки размером 5 x 1,2 x 1,2 м, в которые помещают 30 - 40 тыс. икринок. При 6°C инкубация икры длится около 20 сут. Выклюнувшиеся личинки малоактивны, в возрасте 2 сут начинают сокращаться желточной мешок и жировая капля и личинка начинает плавать спиной вверх. Отрицательная реакция на свет проявляется в момент пигментации глаз. Личинки скапливаются в затененных местах. При переходе на смешанное питание возможен максимальный отход - до 50 %. В садках или замкнутой системе личинок с возраста 2 - 3 сут содержат с плотностью до 30 - 50 шт/л при температуре около 20°C. При переходе на внешнее питание активность личинок усиливается, они интенсивно поедают корм, держатся в освещенной зоне. Кормом служит мелкий зоопланктон, а на 10 - 11-е сутки - науплии артемии салина. На 15 - 16-е сутки длина личинок достигает 6 - 7 мм, единичная масса - 3 - 4 мг. С этого периода за 4 - 5 сут личинки занимают горизонтальное положение с обращенной вниз правой стороной. Правый глаз перемещается на левую сторону головы, заканчивается формирование скелета и непарных плавников. В этот период наблюдается повышенный отход, который объясняется сложными процессами перестройки организма. По завершении анатомической перестройки тела в возрасте 20 - 25 сут личинки достигают длины 12 мм и единичной массы 30

мг. Плотность содержания уменьшают до 0,5 - 1 шт/л при температуре 20 - 23°C и солености 18‰. За 50 - 60 сут в бассейне объемом 1 м³ с редкой сменой воды через фильтры при температуре 17 - 25 °С мальки достигают массы 1,5 - 2 г. Плотность посадки к концу выращивания - 1 тыс.шт/м³, количество задаваемого корма составляет 30 - 40 % массы тела, выживаемость - 20 %. В дальнейшем камбалу выращивают в бассейнах, прудах или изолированных лиманах, лагунах при солености 16 - 18 ‰ и выше. В удобряемых прудах камбала растет в 3 - 4 раза быстрее, чем в неудобряемых. Положительные результаты получены при выращивании камбалы в закрытом морском заливе с плотностью посадки 100 тыс. шт/га (с подкармливанием фаршем из малоценных рыб). Кормовой коэффициент составил 5. В Японии есть опыт выращивания дальневосточных камбал: японской (*Limanda yokohamae*) и звездчатой (*Platichthys stellatus*), а также некоторых видов *Lepidopsetta mochigarei*, *Limanda schrenki*, *Xystreurys grigorjewi*. Интересны опыты по получению гибридов камбалы, которые растут быстрее исходных видов и более пластичны к изменению солености и температуры воды [1, 2].

Тюрбо (*Scophthalmus maximus*) - один из ценных видов камбалы в Европе. Ежегодно в мире потребляется около 10 тыс. т тюрбо, из которых около 300 т выращивают фермеры в заливах. Нерест проводят в бассейнах площадью 4 м² и глубиной 1,2 м при температуре 12°C. Икру после нереста собирают и инкубируют при температуре до 12°C в лотках с плотностью 30 - 40 тыс. зародышей на лоток размером 5x1x1,2 м. Выклюнувшихся личинок вселяют в закрытые заливы, в которых их выживаемость составляет 50 %. При выращивании в бассейнах выживаемость несколько выше - 60 %. Товарную рыбу выращивают также в круглых бетонных бассейнах с морской водой. Кормом служат влажные гранулы, изготовленные из рыбы и муки, или нежирной рыбы; кормовой коэффициент на сухую массу - 0,6 - 0,7, на сырую - 2 - 4. Для получения рыбы товарной массой 500 г за 260 сут необходима температура 17 °С. При более низкой температуре (11 - 14°C) сроки выращивания увеличиваются в несколько раз. За 2 года тюрбо выращивают от малька массой 10 г до товарной рыбы массой 2,8 кг, а при массе малька 1,5 - 2 г - всего до 2 кг. Из болезней тюрбо наиболее опасен вибриоз, известны бактериальные и вирусные заболевания.

Контрольные вопросы:

1. Перспективы выращивания камбал в РФ.
2. Биологические особенности камбалы и этапы их выращивания.
3. История разведения и выращивания камбал.
4. Выращивание молоди и товарной продукции камбалы тюрбо.
5. Как производят рыбопосадочный материала камбалы калкана?
6. Виды заболеваний и способы их профилактики при выращивании камбалы.
7. Какие технические средства марикультуры используют при выращивании камбалы?
8. Технология выращивания камбалы.

Литература [1, 2]

ТЕМА 5 РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

- 5.1 Виды лососевых, используемые для разведения
- 5.2 Разведение ручьевой форели
- 5.3 Разведение радужной форели

5.1 Виды лососевых, используемые для разведения

От всех других пресноводных рыб лососевые отличаются наличием маленького жирового плавника, расположенного между спинным и хвостовым плавниками. Лососевые являются обитателями холодных, насыщенных кислородом водоемов, предпочитают быстрые и бурные ручьи и реки или чистые глубокие и прозрачные горные озера (сиги, озерная форель, голец). Некоторые виды в отдельные периоды жизни обитают в море. За некоторым исключением (корюшка, радужная форель, дунайский лосось, хариус), лососевые являются типичными зимне-нерестующими рыбами, а их икра, откладываемая в гальку рек и ручьев или свободно на дно озера, развивается в течение многих месяцев.

Большинство представителей лососевых с большим (форель и лосось) и малым ртом (сиги) на мальковой стадии развития или даже в более поздние периоды жизни имеют такое большое сходство, что их определение очень затруднено и возможно лишь в результате исследования различных костей и зубов, прежде всего сошника, а также жаберных тычинок. Почти каждый вид в отдельных странах, озерных или речных областях имеет особые признаки, которые рассматривают как приспособление рыб к определенным местным условиям обитания.

Одни виды вообще не используют, другие выращивают лишь до жизнестойкой молоди - сеголетков или годовиков.

Ручьевая и радужная форель являются характерными обитателями чистейших горных ручьев, питаются мелкими живыми организмами или рыбой. В настоящее время при выращивании как ручьевой, так и радужной форели не созданы соответствующие для роста этих рыб условия [1].

5.2 Разведение ручьевой форели

Ручьевая форель с большим количеством красных точек на спине и по бокам тела, которые заходят также на спинной и жировой плавники, являются основными представителями ихтиофауны быстротечных холодных ручьев и рек с галечным грунтом. Ей как основной рыбе обязаны своим названием регионы с родниковой проточной водой - форелевые регионы.

Иногда можно обнаружить ручьевую форель, у которой отсутствуют красные точки. При скрещивании с кумжой получаются экземпляры с серебристой окраской чешуйчатого покрова. В зависимости от места обитания и окраски ручьевую форель называют горной, каменной, альпийской, золотой, серебристой, лесной и т. д. Каждая отдельная рыба может изменять свою окраску и приспособляться к окружающим условиям, в результате чего красные точки могут исчезать. Совсем темные или почти черные по окраске рыбы часто оказываются слепыми, они приспособляются к оптической темноте вокруг себя.

Самцы во время нереста ярче окрашены, чем самки, которые в свою очередь в результате сильного развития яичников становятся толще, и их можно определить по припухлости полового отверстия. Но и после нереста более взрослые самцы отличаются крючкообразно загнутой нижней челюстью.

В отличие от большинства других видов лососевых рыб ручьевая форель особенно пуглива и чувствует себя хорошо только в водоемах с подмытыми берегами или в ложе водоема, т. е. там, где имеются естественные убежища.

В зависимости от возраста форель обитает в близких или удаленных от истока участках ручья. Молодь предпочитает мелкие береговые участки вблизи истока. В первый год жизни рыба поднимается немного вверх по ручью к более глубоким тихим местам с небольшими вымоинами. В самых глубоких местах, а именно в стоячих участках или участках с медленным течением, а также под подмываемыми корневищами скрываются самые крупные особи форели.

Если форель однажды нашла благоприятные места обитания, то она не так легко их покидает. Это происходит лишь при ухудшении качества воды или продолжительном помутнении, к которому рыба очень

чувствительна, и вызывает ее миграцию.

Форель не является обитателем исключительно высокогорных или сред- невысокогорных ручьев. Ее можно обнаружить и в заросших растительностью, протекающих через низменные луга ручьях. Все водоемы, в которых обитает форель, имеют одно общее свойство, а именно: они снабжаются водой из близлежащих источников, т. е. холодной, насыщенной кислородом водой (97-100).

Форель рассеянно живет в ручьях форелевых регионов и совершает лишь незначительные миграции во время нереста или паводка. Иногда может подниматься в регионы обитания хариуса или даже усача.

В ручьях, как и в прудах, если имеется достаточно кислорода, форель переносит температуру до 22° С. Масса форели достигает 2 кг, а в отдельных случаях 5 или даже 10 кг.

Расширенные и спрямленные ручьи и реки, лишенные убежищ, полностью непригодны для пугливой ручьевой форели. Она мигрирует также и тогда, когда регулярно проводят мероприятия по зарыблению ручьев.

На начальных стадиях развития ручьевая форель питается преимущественно мелкими животными, которых находит в зарослях растительности или у камней. С возрастом форель начинает потреблять более крупных животных, например рыб, обитающих в ручьях (гольян, вьюн), а также своих сородичей, других более крупных рыб и водных животных, например кутору и лягушек. Кроме того, она употребляет в пищу и попавших в воду наземных животных. Крупная форель является хищником. Если обследовать ручей, поднять камни и перевернуть их, то можно обнаружить многочисленные скопления мелких животных, которые сами или их личинки также служат пищей для форели.

В водоемах с большим содержанием извести обитает типичный представитель низших ракообразных форелевых ручьев - ручьевой бокоплав, присутствие которого гарантирует высокий прирост форели. Бокоплав живет на водных растениях, преимущественно на разложившихся растительных веществах, между упавшими в воду листьями, в промытых тонких корневищах прибрежных растений, особенно ольхи. Взрослый бокоплав имеет длину 1 см. Его можно выращивать также искусственным путем.

Наряду с бокоплавом в большом количестве можно обнаружить личинок ручейника - существенную составную часть пищи форели. Такое же значение имеют личинки поденок и веснянок, а также дергунов. По новым данным, в маленьком средневысоком горном ручье на 1 м² водной поверхности обитает не менее 8000 воздушных насекомых, личинки которых живут в воде. Кормом для личинок служат растения, затопленные водой. При обилии естественной пищи форель за несколько лет достигает большой массы.

В холодных высокогорных ручьях со скудной растительностью и дефицитом пищи форель за несколько лет вырастает лишь до 16-18 см и редко достигает массы более 150 г.

Рыбопродуктивность природных форелевых ручьев составляет от 80 до 100 кг/га, а отдельных водоемов - от 250 до 400 кг/га в год.

В сумерки форель покидает свои укрытия в поисках пищи, но всегда вновь возвращается на старое место. В убежище она чувствует себя в безопасности.

Половая зрелость форели наступает при длине 20 см, а в водоемах с бедной кормовой базой - при длине 15 см. У самцов это происходит на 2-м году, а у самок - на 3 - 4-м году жизни.

Форель нерестится с октября по декабрь, однако наблюдается смещение начала и конца нереста в зависимости от температуры воды и характера водоема. Так, в горных ручьях форель нерестится раньше, чем в пойменных. Половозрелые самки. Для вымета икры ищут мелкие места с галечным дном. При отсутствии таких мест рыба мигрирует вверх по реке, пока не найдет удобный участок. Здесь производители держатся парами или на одну самку приходится несколько самцов. Во время нереста самка хвостом выбивает в гальке ямку размером с тарелку и откладывает туда икру, которая сразу же оплодотворяется спермой самца. Нерестовый акт сопровождается определенным поведением самцов. Так, самец часто стоит немного впереди самки, снует возле нее и тем самым побуждает ее к вымету икры.

Самцы намного многочисленнее самок. В практике разведения ручьевой форели на половое

соотношение не обращают внимания, так как посадочный материал. Продается, как правило, раньше, чем наступает половая зрелость.

Плодовитость самок колеблется в зависимости от размеров производителей. В среднем она составляет около 2000 икринок на 1 кг массы рыбы. Мелкая форель имеет более мелкую икру, а крупная - более крупную, но относительная плодовитость крупных рыб снижается из-за большего размера икринок.

Процесс вымета икры продолжается в большинстве случаев несколько дней, рыбы тогда непрерывно находятся в местах нереста. После окончания нереста самки слегка прикрывают икру галькой и мигрируют на свои прежние места обитания.

Развитие икры длится 2-3 мес, или 400-550 градусо-дней. Как только оболочка икринки лопается, выклеывается личинка, причем, как правило, хвостом вперед. От голода личинки, лежащие беспомощно в гальке в течение нескольких недель, спасаются за счет своих желточных мешков, содержимое которых постепенно рассасывается. Затем рыбки начинают активно плавать и искать свою пищу на растениях и камнях. Из-за беспомощности молоди в первые недели жизни естественные отходы очень велики. Кроме того, личинкам угрожает опасность быть съеденными утками. Поэтому нерестовые водоемы в этот период следует оберегать от уток.

Молодь ручьевой форели, как и других лососевых рыб, имеет в большинстве случаев от 8 до 13 черноватотемных овальных поперечных полос вдоль тела, которые на боковой линии проявляются как мелкие пятна. Они пропадают перед наступлением половой зрелости. В любом ручье с обильным количеством пищи в первый год форель достигает длины 10 см. За три года она достигает массы минимум 200 г, а крупные экземпляры - 300-500 г.

Цвет мяса форели зависит от пищи. При питании бокоплава-ми форель получает красный пигмент каротин, который придает мясу желаемую лососевую окраску.

5.3 Разведение радужной форели

Радужная форель была завезена в Германию в 80-х годах минувшего века из Северной Америки в нескольких разновидностях и играет доминирующую роль в форелеводстве по сравнению с ручьевой форелью. На практике импортируемые разновидности радужной форели (на родине форель шаста *Shasta*, *Salmo gairdnerii stoneri* - жилая форма и стальноголовый лосось *Salmo gairdnerii gairdnerii* - мигрирующая форма) не содержатся раздельно, а выращиваются и продаются под общим названием «радужная форель». В результате полного смешивания были утрачены ее особые селекционные свойства. Несмотря на десятилетние усилия селекционеров, не удалось возродить первоначальную форму радужной форели, привязанную к месту обитания, поэтому в настоящее время естественные форелевые водоемы стремятся зарыблять только ручьевой форелью, а пруды - радужной.

Радужная форель, как ни одна другая лососевая рыба, более всего приспособлена для содержания в прудах.

Радужная форель окрашена аналогично ручьевой, но вместо красных точек по обеим сторонам тела идет радужно сверкающая, проходящая от головы до хвоста продольная полоса (у самцов во время нереста светящаяся красным цветом), и имеется множество черных точек на спине и по бокам.

Сошник у этой рыбы характеризуется наличием 4 зубов на пятиугольной пластине, а на стебле - 1 или 2 ряда зубов.

На своей родине радужная форель имеет несколько разновидностей. Особенно примечательно то, что одна разновидность (типа нашей ручьевой форели) является обитателем горных ручьев. Другая разновидность - стальноголовый лосось (большеголовая форма) - ведет жизнь, типичную для лососевых рыб: взрослая рыба живет в низовьях рек и море и достигает при этом размеров лосося; ко времени нереста она поднимается в верхние участки рек; вылупившаяся здесь из икры молодь рыб остается в верховьях рек на 2-4

года перед миграцией в море.

В Европе радужная форель нерестится весной, а на своей родине - с ноября по февраль, в Калифорнии - с февраля до мая, в Колорадо - с мая по июнь.

Хотя в Европе основной нерест протекает в феврале и марте, однако можно также уже с декабря по май получать икру и молоки.

В американских водоемах форель обитает при температуре 3-21°C. В Европе радужная форель лучше развивается в прудах и озерах с холодной водой. Однако по сравнению с ручьевой форелью радужная форель способна переносить более высокие температуры, если это не связано с дефицитом кислорода. Верхним пределом является температура 26 °С. Поэтому для рыбоводов-практиков разведение радужной форели имеет важные преимущества.

Радужная форель при более высокой температуре берет корм лучше ручьевой форели и растет, таким образом, быстрее. Уже через 1,5 года она достигает товарной массы.

Если в начале разведения считали, что радужная форель, которую стали разводить в прудах, обладает большей устойчивостью к болезням, чем ручьевая, то в последние 15 лет выявилось много болезней, характерных именно для прудовой форели.

В последнее время заметно возросла небрежность в проведении гигиенических мероприятий, часто выражающаяся в непродуманном и не достигающем цели применении медикаментов.

По вкусу мяса прудовая форель проигрывает по сравнению с ручьевой. Это объясняется тем, что неприятный вкус (часто с запахом рыбьего жира), затхлый или отдающий болотом, связан не только с кормлением сухим или влажным кормом, но и с самой водой, запах которой обязательно усваивается мясом рыбы, а следовательно, влияет на вкусовые качества форели.

Поэтому товарную форель перед продажей недостаточно несколько дней выдерживать «на диете» и очищать кишечник, а прежде всего следует при выдерживании по возможности наполнять водоем чистой родниковой водой.

Радужная форель из диких водоемов по качеству не отличается от ручьевой форели и имеет нежное розовое мясо, если основной пищей ее является бокоплав.

Контрольные вопросы:

1. Краткая характеристика основных объектов разведения лососевых.
2. Методы товарного выращивания лососевых рыб.
3. Дайте краткую характеристику основным объектам товарного лососеводства.
4. С чем связаны высокие темпы развития товарного лососеводства?

Литература [1], [2], [4]

ТЕМА 6 РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ В МОРСКОЙ ВОДЕ

- 6.1 Осенняя бонитировка
- 6.2 Стадии зрелости гонад осетровых рыб
- 6.3 Методы предварительного отбора производителей осетровых рыб
- 6.4 Проведение гормонального стимулирования
- 6.5 Контроль за ходом созревания самок и самцов
- 6.6 Отбор овулировавшей икры
- 6.7 Получение спермы и её хранение в гипотермических условиях
- 6.8 Искусственное осеменение икры
- 6.9 Инкубация икры

- 6.10 Выдерживание предличинок
- 6.11 Выращивание личинок
- 6.12 Выращивание молоди в бассейнах для пополнения маточных стад
- 6.13 Прудовое выращивание молоди осетровых рыб

При выращивании молоди осетровых особое внимание нужно уделять повышению ее выживаемости. В морских условиях отход молоди зависит от ряда причин, среди которых важнейшими являются: неблагоприятные температурный и ветровой режимы, угнетенное состояние завезенного посадочного материала, неосвоенность объекта выращивания (неумение и неосторожность в обращении с молодью бестера при перевозке, посадке, взятии анализов и др.), неудачная конструкция садков или неправильная их установка, некачественный корм, нарушение режима кормления, превышение плотности посадки и др. [3].

Осетровые рыбоводные хозяйства в настоящее время выпускают молодь массой 2,5-3 г, т. е. малоподготовленную для выращивания в морских условиях. При шторме такая молодь не может противостоять волне, прижимается к стенкам садка, травмируется и погибает.

Только при исключительно благоприятных погодных условиях, когда в течение первого месяца выращивания отсутствуют штормовые ветры и устанавливается благоприятный температурный режим, выращивание такой молоди может дать положительные результаты. Однако такие условия складываются редко, и поэтому для морских садков желательно использовать молодь массой 5-10 г. Молодь должна быть выращена в бассейнах и приучена к искусственному корму.

Для выращивания молоди массой 5 г и более используют садки из дели с ячейей 5-6,5 мм, обеспечивающие хороший водообмен и меньшее обрастание, чем дель с ячейей 3,6 мм, которую применяют при содержании молоди массой 3,5-3 г. Так как молодь осетровых легко травмируется, следует проявлять особую осторожность при отборе и перевозках рыбы. Проводить контрольные обловы и пересаживать молодь следует только до кормления.

Для защиты садков и выращиваемых рыб от воздействия штормовых волн необходимо садковые хозяйства ограждать плавучими волноломами.

На зимовку осетровых переводят в пресноводные зимовальные пруды. Оставлять садки на зимний период в прибрежной зоне нельзя из-за сильных ветров и неустойчивого ледового режима [3].

В зимнее время бестера содержат в зимовальных прудах, похожих на пруды, предназначенные для зимовки карпа, однако этих рыб можно содержать и в непроточных прудах, оборудованных аэраторами. В зимний период рыб можно не кормить. При хорошем содержании рыб в зимовальных прудах и своевременной их разгрузке снижение массы за зимний период не превышает 5 %. Если при повышении температуры до 8-10°C рыб еще не вынули из зимовальных прудов, то они резко худеют, что в свою очередь приводит к увеличенному отходу. При зимней подкормке в размере 0,5-1 % массы рыбы можно достичь увеличения массы рыб почти на 30%. Рыбы, питавшиеся зимой искусственным кормом, быстрее привыкают к нему в весенне-летний период.

Перезимовавших годовиков бестера или белуги пересаживают для товарного выращивания в садки площадью 60-80 м² из дели с ячейей 6,5-12 мм. Сезон выращивания длится с апреля по октябрь.

С установлением температуры воды 7-10°C в размещенные в море садки привозят в брезентовых чанах годовиков рыб длиной 25-30 см и массой 70-100 г. Норма посадки в садки 15-20 шт./м². При регулярном кормлении бестер в южных районах достигает массы, 700-800 г, а некоторые рыбы-11-1,5 кг. Выживаемость рыб составляет 90 %. Часть рыб, не достигших товарной массы, отсаживают на зимовку и затем выращивают в садках еще сезон. К концу третьего лета такие рыбы имеют массу 2-8 кг.

6.1 Осенняя бонитировка

Осенью отбирают, для возможного использования в воспроизводстве, самок с гонадами, находящимися в III, III-IV и IV стадии зрелости и самцов с гонадами - в III-IV и IV стадии. Не следует резервировать для следующей нерестовой компании самцов белуги, участвовавших в нересте в текущем году. При осенней бонитировке желательно отделить от основной группы или пометить следующие группы самок:

- впервые созревающих;
- с гонадами на III и III-IV стадии зрелости;
- очень зрелых и слабо упитанных (после теплой зимы), которые будут готовы к нересту раньше остальных.

Осенняя бонитировка маточного стада и старшего ремонта проводится при снижении температуры воды до 12°C, при которой рыбу обычно прекращают кормить.

Для отбора зрелых производителей при осенней бонитировке оптимально использовать метод определения стадий зрелости гонад при помощи неинвазивного экспресс-метода УЗИ. При отсутствии УЗИ-сканера отбор проводят путем биопсийного, оперативного или эндоскопического изучения гонад, что требует значительно большего времени и травмирует рыбу. Для проведения бонитировки необходимо хорошо знать стадии развития гонад осетровых.

6.2 Стадии зрелости гонад осетровых рыб

В настоящее время разработано несколько классификаций стадий зрелости гонад осетровых рыб, отличающихся различной степенью детализации, и даже, числом выделяемых стадий. Наиболее детальной является классификация Трусова, в которой выделены не только отдельные стадии, но и подстадии гонадогенеза. Данная классификация принята за основу при использовании ультразвуковой диагностики пола и стадий зрелости осетровых рыб. Ниже приведена более генерализованная шкала стадий зрелости осетровых, которая наиболее часто используется в англоязычной литературе (табл. 1).

6.3 Методы предварительного отбора производителей осетровых рыб

Хорошо известно, что для осетровых рыб характерно отсутствие четко выраженного полового диморфизма. В настоящее время существует несколько различных методов определения пола и стадий зрелости гонад незрелых осетровых, не считая метода УЗИ, включая:

- биопсийные методы;
- прямая пальпация и лапароскопия;
- эндоскопия;
- эндокринологический метод (анализ содержания половых стероидов);
- метод низкочастотного инфракрасного сканирования;
- морфометрические методы.

Таблица 1 - Классификация стадий гаметогенеза белого осетра

Стадия	Самка	Самец
1	Хорошо различимый яичник состоит из жирных адипоцитов с оогониями и ооцитами протоплазматического роста.	Семенник состоит из жировой ткани с тонким (3–5 мм) тяжем генеративной ткани, содержащим делящиеся сперматогонии, образующие цисты.
2	Не менее 50% ткани яичника состоит из растущих ооцитов, имеющих размер порядка 100–250 мкм. Цитоплазма сильно базофильная и содержит крупные гранулы (пузырьки) в корковой области, окрашенные углеводородами	Генеративная часть семенника увеличивается (примерно на одну треть объема железы) и состоит из хорошо различных цист, содержащих сперматоциты первого порядка.
3	В яичнике остается небольшое количество жира, либо он полностью отсутствует. Имеется два типа половых клеток, один соответствует описанным на стадии II, а второй - старшей генерации, состоящей из ооцитов диаметром 800 – 1 200 мкм.	Увеличенные семенники, примерно на одну треть состоящие из жировой ткани. Половые клетки различных мейотических стадий: от сперматоцитов первого порядка до сперматидов.
4	Присутствует два типа ооцитов, один подобен описанному на стадии II, второй представлен черными икринками большого размера (диаметр 3 500 – 4 000 мкм). Цитоплазма наполнена зернами желтка, жировыми капельками и содержит гранулы с меланиновым пигментом.	Семенники значительно увеличены, содержат небольшое количество жировой ткани, либо она отсутствует. Все цисты и каналы заполнены зрелыми сперматозоидами.

6.3.1 Биопсия

Биопсия гонад осуществляется путем введения через брюшную стенку или через боковые мышцы специального стального щупа (диаметр для русского осетра - 4,5-5,0 мм, белуги - 5,5-6,0 мм, севрюги, шипа и стерляди 3–4 мм; длина канавки - 3-6 см). Во избежание повреждения внутренних органов и облегчения отбора участка генеративной ткани, целесообразно предварительно сделать прокол кожи шилом (рис. 1), а затем отбирать пробу при помощи щупа.

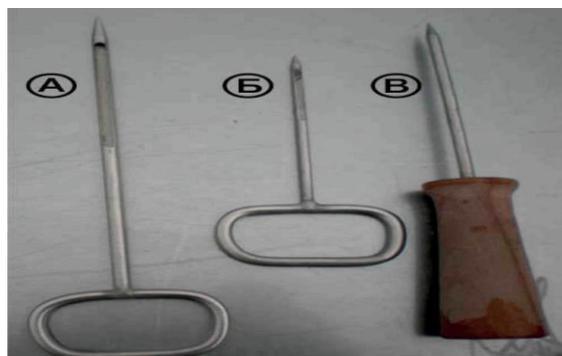


Рисунок 1 - Инструменты для биопсии гонад осетровых рыб: А, Б - щупы различного диаметра, В - шило

Предварительно продезинфицированный щуп вводят между рядами боковых и брюшных жучек в задней трети брюшка рыбы под острым углом к оси тела на глубину 5–7 см. При повороте щупа по оси, в канавке остаётся ткань гонады (рис. 2).

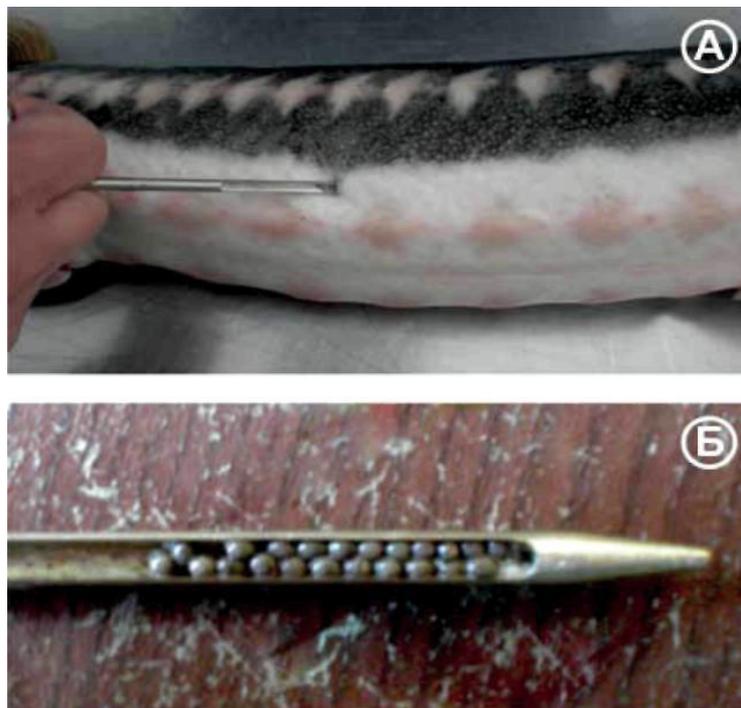


Рисунок 2 – Проведение биопсии с использованием щупа:
 А – биопсия севрюге с использованием щупа, Б – щуп с фрагментом яичника четвертой стадии зрелости

6.3.2 Прямая пальпация и лапароскопия

Исследование гонад может быть проведено с помощью пальпации. Определение пола предполагает аккуратное введение пальца в тело рыбы через операционное отверстие (рис. 3) для изучения структуры гонад на ощупь.



Рисунок 3 - Прямая пальпация яичника

С помощью метода прямой пальпации легко различить гонады самок и самцов, достигших веса 7-9 кг и возраста 3-4 года в случае белого осетра. Опытный оператор может определять пол у 300-500 рыб в день. Семенник покрыт тонкой оболочкой, гладкой на ощупь. яичник не имеет оболочки, его поверхность неровная, складчатая. Различия в структуре тканей гонад между самками и самцами описаны на всех стадиях полового развития. Ограничения использования данного метода аналогичны ограничениям метода биопсии.

Прямая пальпация гонад через операционное отверстие является модификацией оперативного метода. Точность данного метода несколько выше, чем биопсийного, однако он

более травматичен и требует наложения операционных швов (рис. 4), а также более продолжителен по времени.



Рисунок 4 - Пример наложения швов после лапароскопии: А - наложение шва на атлантического осетра; Б - способы наложения швов

При использовании метода лапароскопии, делается небольшой надрез (около 2 см) в брюшной стенке тестируемой особи (рис. 5).



Рисунок 5 – Лапароскопия

При этом визуальное изучение гонад может быть произведено с помощью отоскопа (рис. 6) с подсветкой.



Рисунок 6 - Отоскоп для непосредственного исследования гонад осетровых при лапароскопии

6.3.3 Эндоскопия

Эндоскопические исследования, предполагающие визуальное определения пола и стадий зрелости, являются более современным способом изучения гонад осетровых. Данный метод позволяет визуально оценить гонады с помощью медицинских диагностических инструментов, таких как цистоуретроскоп или борескоп, используемых для исследования заболеваний

урогенитальной системы (рис. 7).



Рисунок 7 - Эндоскопическая система для определения пола и стадий зрелости

Исследование гонад осуществляется через оптико-волоконную систему прибора. Разрешающая способность метода довольно высока, особенно для зрелых рыб, поскольку через оптическую систему прибора хорошо видны мельчайшие детали строения и окраска тканей. При этом, поскольку у зрелых рыб зонд борескопа вводится в полость тела через половое отверстие, диаметр и длина зонда должны соответствовать размерам генитального отверстия и семенного протока. Для исследования незрелых рыб требуется вводить зонд через небольшой (0,5–1,0 см) разрез в брюшной полости, сделанный между второй и третьей жучками на левом боку рыбы со стороны хвоста (рис.8).



Рисунок 8 - Введение зонда борескопа через разрез в брюшной полости незрелого осетра для определения его пола

Хорошие результаты были получены при использовании борескопов с диаметром зонда 4 мм. Минимальное стандартное фокусное расстояние линз борескопа составляет 1 мм, поэтому для повышения резкости изображения рекомендуется использовать фокусирующие насадки (кольца). Без них при соприкосновении зонда с тканью стенки уrogenитального протока, изображение может стать нечётким. Важно также ограничивать глубину введения зонда в полость тела (путем использования гибких зондов), чтобы не повредить клапан воронки яйцевода. Поскольку, длина яйцеводов составляет 14-16% от длины тела рыбы, использование борескопа с длиной зонда 16 см, рекомендуется для средних по размеру рыб, но для очень крупных рыб следует использовать зонды длиной 25 см.

Во избежание травмирования внутренних органов рыб при проведении эндоскопии, необходимо все особи, даже небольшие, полностью обездвигнуть с помощью анестезирующих

препаратов. Исследования можно проводить в небольших бассейнах. В этом случае рыбу переворачивают на спину, оставляя голову погруженной в воду, и вводят зонд борескопа в половое отверстие и далее в правый или левый яйцевод параллельно продольной оси тела, корректируя расположение зонда в теле визуальным способом через объектив.

В отличие от биопсийных методов, эндоскопия имеет следующие преимущества:

- является минимально-инвазивным методом;
- может быть проведена в полевых условиях;
- продолжительность исследования составляет несколько минут;
- позволяет легко разделить рыб на готовых к нересту в текущем сезоне и незрелых;
- является легкой в освоении.

Следует отметить, что этот метод имеет ряд ограничений. Существенным недостатком данной методики является то, что определение пола производится по внешнему виду генеративной ткани, поэтому, зачастую невозможно различить гонады самок и самцов, находящиеся на ранних стадиях развития. Оптимальным является использование эндоскопии при работе со зрелыми самками для точного определения стадий зрелости икры и готовности к нересту. Применение метода эндоскопии для оценки самцов нецелесообразно.

Достоинством всех анатомических методов является невысокая стоимость применяемого оборудования, а недостатком - их травматичность. Проникновение в полость тела может не только отрицательно сказаться на физиологическом состоянии рыбы, но и является сильным стрессовым фактором. Кроме того, операционные методы предполагают отслеживание дальнейшего состояния рыбы, заживления операционных швов и лечебно-профилактические мероприятия.

6.4 Проведение гормонального стимулирования

Подготовку к гормональному стимулированию производителей начинают при температуре воды, близкой к значениям, оптимальным для инкубации икры, которые отличаются у различных видов осетровых (табл. 2).

Таблица 2 - Оптимальная температура воды (Т°С) для инкубации икры осетровых

Вид	Русский	Белуга	Севрюга	Стерлядь	Шип
Т°С	14–18	9–14	17–21	10–15	14–18

Для стимуляции созревания осетровых рыб, наиболее часто используют следующие гонадотропные препараты:

- Ацетонированный гипофиз осетровых рыб (АГП);
- Ацетонированный гипофиз карповых рыб (АГП);
- Глицериновая вытяжка гипофизов осетровых рыб (ГГП);
- «Сурфагон» - суперактивный аналог гонадотропин-релизинг-гормона млекопитающих.

Высушенные ацетонированные гипофизы растирают пестиком в порошок в сухой чистой фарфоровой ступке (рис. 9). Необходимую дозу гипофиза взвешивают на торсионных весах отдельно для самок и самцов. К взвешенной дозе добавляют физиологический раствор (6,5 г химически чистой поваренной соли на один литр дистиллированной воды) или раствор Рингера для холодноводных и осторожно перемешивают. Количество гипофиза определяют в зависимости от температуры воды, массы рыбы, вида, пола и активности препарата (в лягушачих единицах).



Рисунок 9 - Оборудование и материалы для приготовления суспензии гипофиза:
 А – торсионные весы; Б – ступка и пестик для растирания гипофизов; В – растёртый гипофиз; Г – шприц для инъекций.

Для инъекций используют медицинские шприцы. Длину (2,5–3,8 см) и диаметр иглы, а также объем (1–5 мл) шприца подбирают в зависимости от размера рыбы, дозы и типа препарата. При использовании ацетонированных гипофизов необходимо использовать иглы большего диаметра (для внутривенных инъекций). При приготовлении раствора ГП и суспензии ацетонированного гипофиза необходимо, чтобы объем готового препарата для рыб массой до 5 кг не превышал 2 мл, на каждые следующие 5 кг массы рыбы объем раствора увеличивается на 1 мл.

Инъекцию производят в спинные мышцы между спинными и боковыми жучками на уровне 3–5 спинной жучки (рис. 10). При введении препаратов в мышечные ткани необходимо соблюдать осторожность и следить за тем, чтобы рыба при сжатии мышц не вытолкнула препарат. При инъекции препарат не должен вводиться подкожно, опасно также слишком глубокое введение иглы.



Рисунок 10 - Гонадотропная инъекция:
 А - самцу северюги; Б - самке русского осетра

Если доза препарата для инъектирования велика, то её делят на две части и вводят в разные стороны спины. Приготовление и набор в шприцы суспензии ацетонированного гипофиза производится за 30–40 минут до начала инъекций. При разбавлении глицериновой вытяжки гипофиза осетровых используется дистиллированная вода. Вместе с тем, следует отметить, что в последние годы ГП практически не применяется, вследствие прекращения производства

осетрового гипофиза, получаемого от взрослых особей, обусловленного запрещением промысла осетровых.

При гормональной стимуляции нереста гипофизарными препаратами следует отдавать предпочтение дробным инъекциям. Общая доза препарата зависит от температуры воды и массы рыбы (табл. 3), а доля предварительной инъекции - от степени зрелости ооцитов, оцениваемой по значению коэффициента поляризации (табл. 4). Следует учесть, что истощенные рыбы более чувствительны к гипофизарным инъекциям, поэтому в этом случае дозировки препаратов необходимо снижать.

Превышение дозы гипофиза вызывает прекращение развития зародышей на последних стадиях эмбриогенеза. В результате, вылупившиеся предличинки обладают слабым, размягчённым желточным мешком и погибают в течение первых пяти суток после вылупления.

Традиционно, самцов всех видов осетровых инъектируют однократно, перед разрешающей инъекцией самок. Доза вводимых гормональных препаратов для самцов в два раза меньше дозы, рассчитанной для самок.

Таблица 3 - Зависимость дозы гипофизарных препаратов от температуры воды

Температура воды, оС	АГП осетровых, мг/кг	АГП карповых, мг/кг	ГПП, осетровых, л.е.	Коэффициент для тощих рыб	Временной интервал между инъекциями, час
Русский осетр					
10–12	2,5	4,0	7,0	0,95	18
12–14	2,0	3,0	5,0	0,90	15
14–18	1,5	2,5	4,0	0,85	12
<18	1,0	1,5	2,5	0,80	9
Севрюга					
13–16	2,5	4,0	7,0	0,95	14
16–19	2,0	3,0	5,0	0,90	12
19–21	1,5	2,5	4,0	0,85	9
< 21	1,0	1,5	2,5	0,80	7
Белуга					
9–12	2,5	4,0	7,0	0,95	16
12–15	2,0	3,0	5,0	0,90	12
15–16	1,5	2,5	4,0	0,85	12
< 16	1,0	1,5	2,5	0,80	10
Стерлядь					
10–12	4,0	6,0	10,0	0,95	14
12–14	3,5	5,0	8,0	0,90	12
14–16	3,0	4,5	7,0	0,85	10
<16	2,5	3,5	6,0	0,80	8

Таблица 4 - Зависимость дозы гипофизарных препаратов, вводимой при предварительной инъекции, от коэффициента поляризации ооцитов

Коэффициент поляризации ооцитов, K_n	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
Предварительная инъекция, % от общей дозы	10	13	15	18	20	23	25	25	28	30

6.5 Контроль за ходом созревания самок и самцов

Время созревания производителей зависит от температуры воды (табл. 5).

Просмотр рыб начинают в соответствии с расчетным временем созревания первых самок. Небольших рыб сгибают в латеральном направлении и оценивают степень овуляции по выделению овариальной жидкости или икры (рис. 11):

- рыб, дающих струю икры, готовят к операции по сцеживанию (время от просмотра до сцеживания икры у таких рыб не должно превышать 30-40 минут, например, у севрюги это может привести к полной резорбции всей икры);
- рыб, дающих овариальную жидкость или отдельные икринки, -просматривают через 1 час;
- рыб, не показывающих признаков созревания, - просматривают через 2-3 часа.

Таблица 5 - Продолжительность созревания самок осетровых рыб при различной температуре (в часах после гипофизарной инъекции): А – время просмотра первых самок; Б – время, после которого не удается получить рыбоводно-продуктивную икру

Температура воды, °С	Русский осетр		Белуга		Севрюга		Стерлядь		Сибирский осетр	
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
6	-	-	85	150	-	-	72	120	-	-
7	-	-	70	125	-	-	58	105	-	-
8	-	-	60	95	-	-	48	80	-	-
9	-	-	50	90	-	-	40	68	48	73
10	48	73	<u>42</u>	<u>78</u>	-	-	35	60	39	60
11	39	60	<u>35</u>	<u>67</u>	-	-	30	52	<u>34</u>	<u>51</u>
12	<u>34</u>	<u>51</u>	<u>30</u>	<u>56</u>	-	-	25	45	<u>32</u>	<u>45</u>
13	<u>30</u>	<u>45</u>	<u>27</u>	<u>50</u>	-	-	22	40	<u>27</u>	<u>45</u>
14	<u>27</u>	<u>40</u>	<u>24</u>	<u>44</u>	28	50	20	36	<u>24</u>	<u>40</u>
15	<u>24</u>	<u>36</u>	<u>21</u>	<u>40</u>	24	40	18	33	<u>22</u>	<u>36</u>
16	<u>22</u>	<u>33</u>	<u>19</u>	<u>35</u>	<u>22</u>	<u>36</u>	16	28	<u>20</u>	<u>33</u>
17	<u>21</u>	<u>31</u>	17	32	<u>20</u>	<u>32</u>	14	26	<u>18</u>	<u>28</u>
18	<u>19</u>	<u>28</u>	16	30	<u>18</u>	<u>29</u>	13	24	<u>16</u>	<u>26</u>
19	<u>17</u>	<u>27</u>	14	30	<u>16</u>	<u>27</u>	12	22	15	24
20	16	26	-	-	<u>15</u>	<u>25</u>	11	21	14	22
21	16	25	-	-	<u>14</u>	<u>23</u>	-	-	13	21
22	15	24	-	-	<u>13</u>	<u>22</u>	-	-	-	-
23	15	24	-	-	12	21	-	-	-	-
24	15	23	-	-	12	20	-	-	-	-
25	-	-	-	-	11	19	-	-	-	-
26	-	-	-	-	11	19	-	-	-	-

Примечание: жирным шрифтом с подчеркиванием (например, **22**) обозначены оптимальные нерестовые температуры; жирным шрифтом без подчёркивания (например, **22**) – экстремальные нерестовые температуры.

Взятие половых продуктов у самцов начинают после того, как первые самки показали явные признаки созревания – обильная струя овариальной жидкости с единичными икринками. В случае обнаружения самок, готовых к немедленному отбору икры, сначала получают икру, а потом сперму.



Рисунок 11 - Просмотр зрелой самки для оценки степени овуляции

6.6 Отбор овулировавшей икры

Недостаток производителей, заготовленных в естественных водоемах, длительность и трудоемкость процесса формирования маточных стад вызывают необходимость прижизненного получения икры у самок осетровых рыб. Существует несколько методов прижизненного отбора икры.

6.6.1 Метод Подушки С.Б.

В последние годы наиболее эффективным способом отбора овулировавшей икры является метод надрезания яйцеводов с последующим сцеживанием икры, являющийся наименее травматичным для рыб (рис. 12).

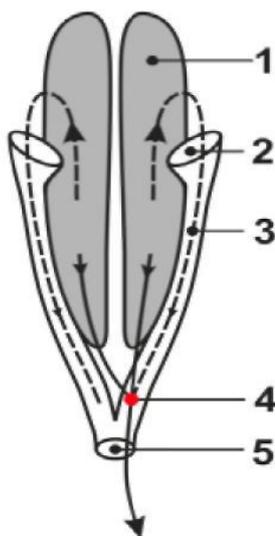


Рисунок 12 - Схема, иллюстрирующая расположение яичников и яйцеводов в полости тела осетровых:

1 – яичник; 2 – воронка яйцевода; 3 – яйцевод; 4 – место надреза; 5 – генитальное отверстие

Примечание: пунктирная линия показывает путь овулировавшей икры при естественном нересте, сплошная линия – при сцеживании после надрезания яйцевода.

При использовании этого метода самку помещают на специальный наклонный столик,

соответствующий размеру рыбы, в положении на спине головой вверх, так чтобы хвост свисал. Через половое отверстие вводят скальпель, направленный режущей поверхностью вверх (ширина лезвия должна быть меньше диаметра генитального отверстия оперируемой рыбы) и делают надрез длиной 1–2 см в каудальной части стенки одного или обоих яйцеводов, открывая тем самым небольшое отверстие в брюшной полости (рис. 13).



Рисунок 13 - Надрезание яйцевода выращенной самки севрюги (Южный филиал Федерального селекционно-генетического центра рыбоводства, Краснодар, Россия)

Через полученный разрез икру сцеживают, аккуратно массируя заднюю треть брюшка (рис. 14). Для поддержания сделанного разреза в открытом состоянии можно использовать рукоятку скальпеля или шпатель [3].



Рисунок 14 - Сцеживание икры севрюги после надрезания яйцевода (Южный филиал Федерального селекционно-генетического центра рыбоводства, Краснодар, Россия)

Сцеживание продолжают до тех пор (обычно от 2 до 20 мин в зависимости от размера самок), пока икра свободно вытекает из полости тела. Через час после первого сцеживания, при котором отбирают 80-90% икры, проводят второе, не требующее нового надреза яйцевода, а у крупных и высокоплодовитых рыб иногда и третье сцеживание. После получения икры не требуется зашивать и дополнительно обрабатывать разрезы.

В некоторых случаях абдоминальные поры у самок могут быть настолько велики, что без надреза и дополнительных усилий через них может быть сцежена в один или два приема вся овулировавшая икра, как при использовании метода Подушки. Другой риск связан с возможностью случайного повреждения почки или кровеносных сосудов в прямой кишке. Обычно подобные повреждения не приводят к смерти производителей.

Неопытный оператор может повредить прямую кишку производителей скальпелем. В этом

случае овулировавшая икра выходит через анальное отверстие. Как правило, ректальные раны, нанесенные скальпелем, достаточно быстро заживают, в редких случаях может произойти заражение. В целом, подобные повреждения не опасны для жизни производителей. Минимально инвазивный микрохирургический метод применяется уже более 20 лет, и многие самки различных осетровых видов подвергались процедуре сцеживания более семи раз.

6.6.2 Лапаротомия

Для более крупных рыб (более 130 кг) целесообразно использовать метод лапаротомии. Под общей анестезией скальпелем выполняется продольный разрез (длиной 8-14 см, в зависимости от размеров самки) в задней трети брюшка, с отступом 1,5-2,0 см от средней линии. Через этот разрез затем отбирается овулировавшая икра [3].

После отбора икры разрез зашивают кетгутом, хирургическим шёлком или капроновой нитью (рис. 15). Зашивание разреза является наиболее трудным этапом оперативного метода, ввиду того, что тело осетровых покрыто костными пластинками [3].

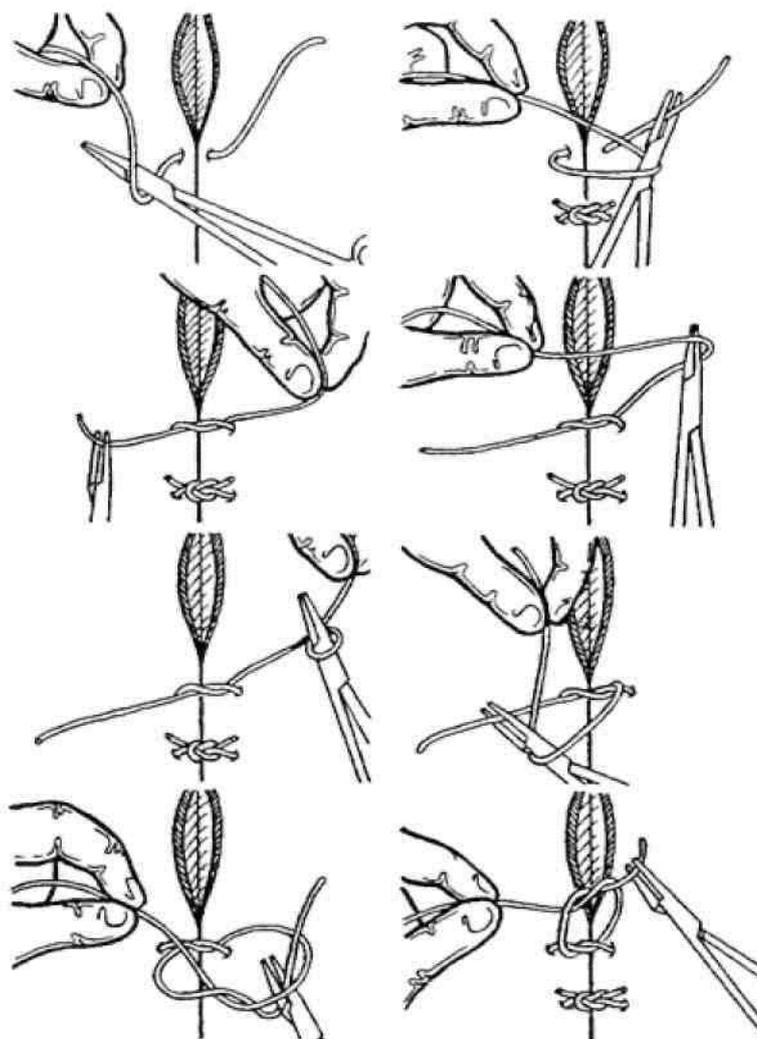


Рисунок 15 - Пример наложения послеоперационных швов

Область послеоперационной раны (рис. 16) необходимо обработать антисептиком. В течение последующих одной-двух недель за самками ведётся наблюдение. Выживаемость самок при использовании лапаротомии составляет 90% для белуги и 85% для русского осетра [3].



Рисунок 16 - Послеоперационное наложение швов

Предложены различные экспериментальные модификации метода лапаротомии для получения овулировавшей икры самок осетровых рыб, например, небольшой угловой разрез (2,5 см), использование искусственной овариальной жидкости и даже вставление фистулы для исключения стресса производителей при многократном отборе икры.

6.6.3 Метод многократного сцеживания

Арлати и др. использовали метод получения овулировавшей икры путём многократного сцеживания из яйцеводов небольшими порциями в течение длительного времени (6-12 часов), без операционного вмешательства [3]. Как правило, за одно сцеживание можно получить до одного литра икры. Недостатками данного метода является длительность, трудоёмкость, ухудшение качества икры к последним порциям и неполное извлечение икры. Этот метод не пригоден для получения икры от крупных промышленных партий самок.

Усовершенствованная биотехника отцеживания предложена Бруком, Диком и Чоудхёхри и заключается в постоянном (двухтактном) изменении направления массирования брюшной полости на противоположное: первое движение - от воронок яйцеводов к генитальному отверстию, второе - вдоль всей брюшной полости от анальных плавников к воронкам яйцеводов. Как показано в указанной выше работе, быстрые надавливания (20 движений за 15 сек) большими пальцами вдоль боковой части рыбы (напротив яйцевода) и обратно позволят последовательно опорожнять яйцевод и наполнять его икрой.

Следует подчеркнуть, что во время получения икры следует избегать попадания в икру крови, воды, слизи, что негативно сказывается в дальнейшем на её рыбоводном качестве, а также исключить тряску и воздействие прямого солнечного света.

6.6.4 Анестезия производителей

При отборе половых продуктов у крупных рыб массой более 40 кг (белуга, белый осётр, калуга, китайский осётр целесообразно применять анестезию. В практике осетроводства используются следующие анестетики:

- трикаинметансульфонат (MS-222) 40 мг/л (ванны). В мягкой слабощелочной воде (< 30 мг/л CaCO₃) необходимо повышать pH добавлением NaHCO₃;
- гвоздичное масло (эвгенол4-аллил-2-метоксифенол (C₁₀H₁₂O₂)- 70-90%, ацетат эвгенола до 17% и кариофилен - от 5 до 12%. Концентрация гвоздичного масла 0,1 мл/л оказалась эффективной для анестезии различных видов и гибридов осетровых. В случае использования 5% раствора эвгенола (95% этилового спирта) - ванны при температуре воды 15 °С - 200 мг/л, при более высоких, выше 20°С - 100 мг/л. Другие авторы [3], при использовании гвоздичного масла применяли концентрацию 17– 60 мг/л. Чувствительность рыб к воздействию гвоздичного масла зависит от температуры воды, при более высоких температурах анестезия и процесс восстановления наступают

быстрее. Вместе с тем, следует отметить, что при использовании этого препарата, процесс восстановления производителей дольше в 5-6 раз, чем при использовании MS-222.

Кроме того, для орошения жабр можно использовать 0,1% спиртовой раствор этомида (Прописцин), или 5% раствор кетамина который перед орошением жабр разводится физиологическим раствором в концентрации 1:3. Также возможно внутривенное введение 5% раствора кетамина-гидрохлорида (кетамин- $C_{13}H_{16}ClNO$) 4-10 мг на один кг массы рыбы. Анестезия достигается через 4-5 мин. и продолжается около 10 мин.

Для орошения жабр при анестезии производителей русского осетра использовались также бензокаин ($C_9H_{11}NO_2$) (0,3 г/л) с дозой 0,06 г, лидокаин ($C_{14}H_{22}N_2O$) (0,4 г/л) с дозой 0,08 г и новокаин (0,4 г/л) с дозой 0,1-0,2 г [3]. Рыба считается «готовой к операции» после полного обездвиживания и прекращения движения жаберными крышками.

6.7 Получение спермы и её хранение в гипотермических условиях

Отбор спермы у крупных рыб (массой выше 7 кг) производят с помощью уретрального катетера соединенного со шприцом Жане (150 мл), а у мелких рыб - путем сгибания самцов, направляя струю эякулята в сухие чашки. В случае задержки использования отобранной спермы, кратковременное её хранение осуществляют при температуре не выше температуры воды, в которой содержались самцы.

Использование шприца Жане не требует переливания спермы в другие емкости, исключает попадание воды и слизи и позволяет отмерить необходимое количество спермы без применения дополнительной мерной тары (рис. 17).



Рисунок 17 - Шприц Жане и уретральные катетеры

Стандартный набор включает 10 катетеров пяти различных размеров, что позволяет подбирать катетер, плотно входящий в половое отверстие, не повреждая его. Катетер и шприц должны быть сухими и чистыми. Самца фиксируют на боку, брюхом к самому краю столика, одновременно зажимая половое отверстие и насухо вытирают брюшную часть, чтобы предотвратить попадание жидкости в сперму.

Катетер вводят в один из семяпроводов на глубину 3–5 см и начинают отбор спермы (рис. 18), наблюдая, чтобы катетер не присасывался к стенкам семяпровода, т.к. это может их повредить и привести к попаданию крови в сперму. При отборе образцов спермы необходимо, в первую очередь, отбраковать эякуляты в которых видны сгустки крови, желчь и другие загрязнения.

В ряде случаев, необходимо обеспечить гипотермическое хранение (1-2 суток и более) отобранной заранее спермы; при этом сперма отбирается в сухие полиэтиленовые пакеты или другие сухие ёмкости заполняемые смесью (кислород:воздух) 1:1, или, что несколько хуже, чистым кислородом, где оптимально хранится при температуре 0-0,5°C, но не выше 3,0°C тонким слоем (не более 0,5 см). Пакеты могут сохраняться в бытовых холодильниках, в транспортных контейнерах (можно использовать медицинские сумки-холодильники) для перевозки или в

пенопластовых ящиках со льдом (которые в случае транспортировки обеспечивают поддержание температуры не выше 4°C), при этом скорость охлаждения спермы не должна превышать 15°C/час (лучше не более 10). Следует отметить, что во время транспортировки необходимо избегать резких толчков и сильной вибрации, поскольку взбалтывание перевозимой спермы недопустимо [3].



Рисунок 18 - Отбор спермы

6.8 Искусственное осеменение икры

6.8.1 Техника осеменения

Следует отметить, что традиционно используемое на рыбоводных заводах осеменение всей икры, полученной от одной самки смесью спермы от нескольких самцов, не обеспечивает должного уровня генетической разнокачественности получаемого потомства, формирование которой особенно важно в условиях ограниченного числа производителей и низкой эффективной численности искусственно формируемой популяции.

Сперма различных самцов имеет разную активность и концентрацию, в значительной мере зависящие от физиологического состояния самцов, условий их преднерестового выдерживания и получения спермы, кратности и времени отбора эякулята. В случае оплодотворения икры от одной самки спермой разного качества велика вероятность преобладания в потомстве особей от одного самца, что неприемлемо при формировании гетерогенного стада или популяции. Для получения генетически-разнокачественного потомства осетровых рыб, икру, полученную от одной самки, целесообразно разделять на 3–5 порций, осеменяя каждую порцию спермой одного самца (рис. 19). После оплодотворения икру можно объединить, обесклеивая и инкубируя вместе. При резком сокращении численности «диких» самок, используемых рыборазводными предприятиями, увеличение количества самцов, используемых при скрещивании, позволяет повысить эффективную численность искусственно формируемых популяций [3].

Осеменение икры осетровых проводят полусухим «русским» способом. Данный метод позволяет избежать проявления полиспермии, обусловленной наличием в яйцах осетровых рыб большого числа микропиле (в среднем: русский осётр - 9,7; белуга - 6,6; севрюга - 4,8; аральский шип - 7,2; южнокаспийский шип - 4,2; стерлядь - 6,7).

Следует отметить, что и через несколько часов после овуляции часть слоя фолликулярных клеток может наблюдаться на поверхности овулировавших ооцитов, иногда покрывая поле микропиле и препятствуя оплодотворению. Поэтому, Бийяр [3] рекомендовал проводить осеменение через час после сцеживания икры.

Для кратковременного хранения икры (например, в случае массового созревания самок и нехватке самцов), ее необходимо хранить под слоем овариальной жидкости [3]. Перед

осеменением необходимо по возможности осторожно и быстро слить из ёмкости с икрой овариальную жидкость, препятствующую оплодотворению икры. Икра осетровых быстро теряет способность к оплодотворению в случае контакта с воздухом и под воздействием прямых солнечных лучей, а также при высокой температуре (выше нерестовой). Поэтому, икру перед осеменением необходимо сохранять, а осеменение следует проводить в тени [3].



Рисунок 19 - Разделение икры на порции для осеменения

Икру и сперму отбирают в сухие ёмкости. В икру добавляют раствор спермы в воде в концентрации 1:200 (10 мл или несколько больше при невысоком качестве спермы на 2 л воды), что обеспечивает наибольшую вероятность моноспермного оплодотворения. Данное соотношение может быть несколько изменено в зависимости от количества в икре овариальной жидкости. Избыток оплодотворяющего раствора при оплодотворении «полусухим» способом не может иметь негативных последствий, поэтому необходимо обеспечить соотношение икры и раствора, при котором обеспечивается контакт всех икринок с оплодотворяющим раствором и всю смесь легко перемешивать. После добавления оплодотворяющего раствора икру интенсивно перемешивают в течение 2 мин (рис. 20).

В последние годы также используется «двухтактное» осеменение: после 50-60 сек. осеменения весь оплодотворяющий раствор из ёмкости с икрой выливается и заливается новый раствор со спермой для завершения осеменения.



Рисунок 20 - Осеменение икры

В исследовательской работе Биярда [3] для обеспечения синхронной активации всех сперматозоидов применяли двукратное разведение спермы. Сначала сперму развели в соотношении 1:20 в разбавителе с осмотической концентрацией, близкой к значениям спермиальной жидкости, не вызывающей активацию спермиев, а в потом в активирующем растворе в соотношении 1:30. В этом случае, при конечном разведении 1:600, достигалась наилучшая активация спермы сибирского осетра.

6.8.2 Продолжительность осеменения

Технологически продолжительность пребывания икры в оплодотворяющем растворе по действующим рекомендациям определяется по следующим параметрам:

- продолжительность оплодотворяющей способности спермы;
- время, на протяжении которого икра способна к оплодотворению;
- время до приобретения икрой клейкости.

Продолжительность осеменения для разных видов осетровых рыб составляет от 3 до 5 мин., обеспечивая максимальную реализацию оплодотворяющего потенциала спермы, вместе с тем практически вся полноценная икра, способная к осеменению, оплодотворяется в течение первых 30-60 секунд. При этом у части рыб, особенно стерляди, икра приобретает клейкость еще до завершения процедуры оплодотворения, что затрудняет работу.

Действительно, через 30 сек. после активации, спермии существенно замедляют поступательное движение, а через 2 мин. количество активных спермиев остаётся менее 10% [3]. Заметим, что Молер [3] рекомендует перемешивать руками икру с оплодотворяющим раствором только 1 мин., а затем 1-2 мин. не осуществлять никаких движений.

6.8.3 Обесклеивание икры

В качестве обесклеивающего вещества традиционно применяют минеральный ил или тальк, однако наиболее эффективным обесклеивателем является «голубая» или вулканическая глина.

Эффективным средством является также танин, применение которого требует точности дозировки и времени обработки (табл. 9.8.3), поскольку превышение этих параметров может вызвать гибель икры [3]. Описан также другой метод более продолжительного (10 мин.) использования танина при концентрации 0,15 г/л [3], однако широкого применения этот метод не имеет.

Икру обесклеивают в специальных аппаратах или вручную. Рекомендации по применению различных веществ и техники (рис. 21 и рис. 22) обесклеивания икры осетровых приведены в таблице 6.



Рисунок 21 Аппараты для обесклеивания икры



Рисунок 22 - Обесклеивание икры вручную

Таблица 6 - Рекомендации по обесклеиванию оплодотворенной икры осетровых

Препарат	Подготовка к применению	Количество препарата на 5 л воды	Продолжительность обработки	Техника обесклеивания
Минеральный ил	Заготавливается осенью, очищается от мусора и примесей, прокаливается для дезинфекции, хранится в виде густой суспензии, перед применением разводится до консистенции сметаны.	1л суспензии	35–45 мин	В аппаратах АОИ или АОК, вручную в эмалированных, алюминиевых или пластиковых тазах.
Тальк	Добавляется в воду непосредственно перед обесклеиванием	100 г	45-60 мин	- -
«Голубая глина» (ТУ 5142-001-46893474-97)	Хранится в сухом виде, за сутки перед применением разводится кипятком до консистенции жидкой сметаны.	300 г сухой глины	35-45 мин	- -
Танин	Растворяется в воде непосредственно перед применением	2,5 г	40 сек	Только вручную
		0,75 г	10 сек	

При обесклеивании в емкость заливают суспензию глины, после чего смесь либо помещают в аппарат для обесклеивания, либо осторожно перемешивают рукой. Для обеспечения необходимого насыщения суспензии кислородом, через 15–20 минут после внесения ила, добавляют порцию чистой воды (20– 25% объема). Продолжительность обесклеивания зависит от

вида осетровых (клейкости икры).

После обесклеивания икру промывают водой до полного удаления обесклеивающего вещества. Используемая для промывки вода должна обладать нормативными гидрохимическими показателями (высокий уровень содержания кислорода и др.) и иметь нерестовую температуру.

6.9 Инкубация икры

Для инкубации икры осетровых используют специальные аппараты, обеспечивающие равномерное омывание икры и подъем её в толщу воды.

6.9.1 Инкубационный аппарат Ющенко

Инкубационный аппарат Ющенко состоит из наружного и внутреннего (с дном из латунной сетки ячеей 0,8 мм) ящиков (рис. 23). Под сеткой находится лопасть, которая с помощью шарнирного устройства при подаче воды создает вихревые токи воды, перемещающие икру. Период времени между двумя последующими движениями лопастей зависит от скорости заполнения ковша водой. От интервала движения лопастей, в свою очередь, зависит время пребывания икры во взвешенном состоянии в толще воды.

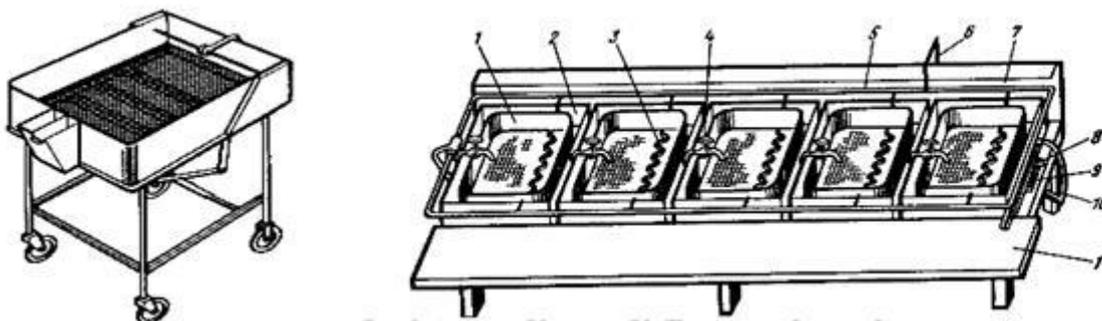


Рисунок 23 - Аппарат Ющенко для инкубации обесклеенной икры осетровых:
1 - внутренний ящик, 2- наружный ящик, 3 – лопасть, 4 - водоподающий кран, 5 - подвижная рама, 6 - регулятор движения лопасти, 7 – борт, 8 - водоподающая труба, 9 - водоотводящий лоток, 10 - тяга, 11 - стол

6.9.2 Инкубационный аппарат «Осетр»

Инкубационный аппарат «Осетр» состоит из каркаса, двух емкостей с восемью инкубационными ящиками каждая, перекидных ковшей, водоподающего желоба, сливных лотков и личинкоприёмника (рис. 24).



Рисунок 24 - Инкубационный аппарат «Осетр»:
А – одна из сторон аппарата; Б–инкубационные ящики аппарата «Осетр» в период инкубации икры белуги.

Инкубация икры происходит во взвешенном состоянии, которое обеспечивается колебательными движениями рыбководных ящиков за счет периодической подачи воды из опрокидывающихся ковшей. После вылупления предличинки по сливным лоткам поступают в личинкоприемник. Инкубация икры в усовершенствованных бесшумных аппаратах «Осётр» способствовала большому выходу предличинок и повышению их выживаемости [3].

Следует отметить, что при полной загрузке инкубационный аппарат «Осётр» вмещает около двух миллионов оплодотворённых икринок, но в последние годы, особенно на небольших осетровых хозяйствах, используют модифицированные аппараты «Осётр», рассчитанные на 2–4 ящика. Кроме того, в ряде случаев эффективно размещение отдельных ящиков непосредственно на бассейнах или лотках, в которые с током воды попадают вылупившиеся предличинки (рис. 25). Подобные конструкции использовались на Краснодарском осетровом заводе ещё более 30 лет назад [3].



Рисунок 25 - Отдельные секции модифицированного аппарата «Осётр»

6.9.3 Инкубационные аппараты Вейса или Мак-Дональда

В случае инкубации относительно небольшого количества икры, можно использовать широко известные в мировой аквакультуре аппараты вертикального типа Вейса или Мак-Дональда, как в виде систем по 9-10 штук, так и отдельно (рис. 26, 27, 28), обеспечивая вылупление предличинок непосредственно в бассейн.



Рисунок 26 - Инкубационные аппараты Вейса



Рисунок 27 - Аппараты Мак-Дональда:

А – инкубационная линия;

Б – отдельные аппараты, смонтированные на бассейны для вылупления предличинок.

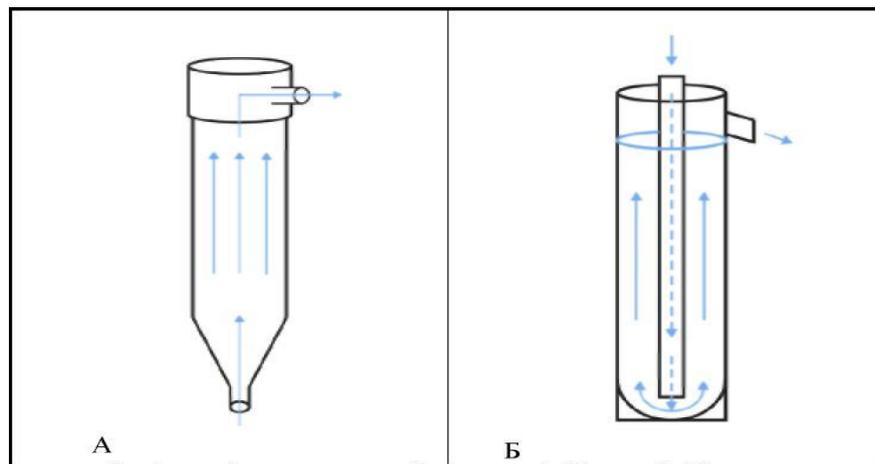


Рисунок 28 - Схема инкубационных аппаратов: А – Вейса, Б - Мак-Дональда

6.9.4 Подготовка инкубационных аппаратов

Перед закладкой икры проверяют систему подачи и сброса воды в аппаратах, их комплектность и состояние инкубационных секций. Водоподающую систему промывают, аппараты после промывки дезинфицируют и вновь промывают чистой водой.

Учет количества инкубируемой икры осуществляют при закладке в аппараты объемным или весовым методом. Норма загрузки икры в инкубационные аппараты представлены в таблице 29.

Следует отметить, что приведенные нормы загрузки инкубационных аппаратов Ющенко и «Осетр» были разработаны и использовались на рыбоводных заводах Азовского и Каспийского бассейнов [3] в период максимальных объемов заготовки диких производителей и необходимости единовременной инкубации десятков миллионов икры. В современных условиях нормы загрузки аппарата «Осетр» целесообразно снизить на 20–30%.

Расход воды в аппаратах устанавливают в зависимости от их типа. Интенсивность потребления кислорода в процессе эмбрионального развития существенно возрастает: осетра - в 20-25 раз, севрюги - в 15-27, шипа - в 39-50 раз (в расчёте на один г. - живой массы и на одну икринку). Содержание растворенного в воде кислорода не должно снижаться менее 7,5 мг/л. Концентрация ниже 6,0 мг/л (80% насыщения) приводит к различным отклонениям в развитии

(гипертрофия сердца, водянка перикарда и др.), концентрация кислорода 3,0-3,5 мг/л приводит к полной гибели эмбрионов. Для создания благоприятного кислородного режима (6,6-9,0 мг/л) необходимо обеспечить расход воды: в аппарате Мак-Дональда (13 л) - от 4-5 л/мин (30-40% объёма в минуту) до 10 л/мин на завершающих стадиях, в аппарате Вейса - 1-8 л/мин.

Таблица 7 - Норма загрузки икры в инкубационные аппараты

Вид	Норма загрузки, тыс. шт.					
	Ющенко	Осетр	Мак-Дональда			Вейса
			5 л	6,5 л	13 л	
Русский осётр	220–250	130–150	15	20	40	25
Севрюга	240–260	200–220	20	25	50	30
Белуга	150–165	100–110	13	17	35	20
Шип	220–250	130–150	15	20	40	25
Стерлядь	200–250	200–250	23	30	60	35

Нормы расхода воды в аппарате Ющенко в зависимости от стадии эмбрионального развития представлены в таблице 8, а в аппарате «Осетр» в таблице 9.

Таблица 8 - Удельный расход воды в аппарате Ющенко

Стадии развития	Период движения лопасти, сек.	Расход воды, л/мин. на 100 тыс. икринок	
		белуга и русский осетр	севрюга
От морулы до конца гастрюляции	40–45	2,4	1,2
От конца гастрюляции до стадии подвижного эмбриона	30–35	3,4	1,7
Вращающийся эмбрион, вылупление предличинки	20–25	5,5	3,3

Таблица 9 - Удельный расход воды в аппаратах «Осетр»

Стадия развития	Расход воды на 100 000 икры, в аппарате, л/мин
Дробление	2,0–2,3
Гастрюляция	2,3–3,0
Начало пульсации сердца	3,0–4,5
Стадия подвижного	4,5–5,0
Вылупление предличинки	5,8–6,2

6.9.5 Освещенность

Уровень освещенности инкубационных аппаратов должен соответствовать видовым требованиям (белуга – менее 100 лк, севрюга – 20–100 лк, русский осетр и шип – 10–20 лк (Касимов, 1987). При большей освещенности увеличивается число аномалий развития и снижается выживаемость эмбрионов.

6.9.6 Контроль инкубации икры осетровых рыб

В ходе инкубации ведут круглосуточное наблюдение за бесперебойным водоснабжением, газовым, гидрохимическим и температурным режимом (суточные колебания не должны превышать 2°C), своевременно удаляя неразвивающиеся икринки.

Для предотвращения поражения икры сапролегниозом используют ультрафиолетовую бактерицидную стерилизацию и терморегуляцию, а также профилактическую обработку соответствующими препаратами. При этом более эффективным является метод непрерывной обработки малыми концентрациями фиолетового «К» (C₂₄H₂₈N₃Cl).

6.9.7 Продолжительность эмбрионального развития

Продолжительность периода инкубации икры различных видов осетровых зависит от температуры воды, которую необходимо поддерживать в пределах средних значений диапазона, оптимального для каждого вида. Оптимальная температура для развития икры русского осетра – 16–20°C, белуги – 9–14°C, севрюги – 17–24°C, стерляди – 13–16°C, шипа – 14–18°C. Общая продолжительность инкубации икры различных видов (до начала массового выклева) приведена в таблице 10.

Инкубация икры при температуре близкой к верхнему диапазону нерестовых температур неблагоприятно влияет на развитие эмбрионов, приводя к увеличению числа аномалий и вылуплению предличинок с меньшими значениями желточного ресурса. При температурах, близких к нижним значениям диапазона удлиняется период инкубации, увеличивается число профилактических обработок, однако вылупляющиеся предличинки имеют большую массу, длину и объем желточного мешка и отличаются последующими более высокими темпами роста в период эндогенного питания.

Таблица 10 - Продолжительность инкубации икры осетровых

Т°С	Продолжительность инкубации икры, час			
	Русский осётр	Севрюга	Белуга	Шип
10–11	-	-	240–235	-
11–12	-	-	230–220	190–180
12–13	-	-	210–200	170–168
13–14	-	-	190–180	155–145
14–15	-	-	170–160	135–125
15–16	-	-	-	115–105
16–17	-	-	-	105–100
17–18	150–145	-	-	95–90
18–19	140–130	-	-	-
19–20	120–115	-	-	-
20–21	110–95	100–90	-	-
21–22	90–85	80–70	-	-
22–23	80–75	70–60	-	-
23–24	-	60–50	-	-

С повышением температуры в период эмбриогенеза наблюдается десинхронизация развития, которая характеризуется большими стадийными различиями, приводящими к формированию различных уродств, значительному увеличению продолжительности вылупления, проходящего без ярко выраженного пика [3]. Подобные явления довольно часто наблюдаются при инкубации икры на рыбоводных заводах, где создание оптимальных условий обычно сопряжено со многими техническими трудностями. Управление температурным режимом инкубации икры позволяет избежать негативного воздействия изменений температуры за пределами оптимального интервала и создать наиболее благоприятные условия для развития эмбрионов. Контроль температуры воды осуществляют каждые два часа. Суточные колебания температуры воды не должны превышать 2°C.

6.10 Выдерживание предличинок

6.10.1 Вылупление предличинок

Начало вылупления характеризуется появлением в инкубационном аппарате единичных плавающих предличинок. Длина и масса предличинок осетровых при вылуплении приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Длина и масса предличинок различных видов осетровых при вылуплении

Вид	Масса, мг	Длина, мм
Русский осётр	16–21	10–12
Севрюга	11–14	8–10
Белуга	22–32	13–16
Шип	10–14	9–10
Стерлядь	8–11	8–9

Вылупившихся предличинок переносят в круглые бетонные (рис. 29) или пластиковые бассейны (лотки) площадью 2–4 м².



Рисунок 29 - Вылупившиеся предличинки в круглом пластиковом бассейне

6.10.2 Условия выдерживания предличинок

В случае большого количества предличинок (более 0,5 млн.), их индивидуальный подсчет практически невозможен, и обычно ведётся визуально по эталону 500 шт. или весовым способом. Нормативы плотности посадки предличинок в бассейны и лотки, глубина и качество воды представлены в таблице 12.

Таблица 12 - Нормативы плотности посадки предличинок в бассейны и лотки.

Показатель	Норматив
Площадь рыбоводных бассейнов, лотков, м ²	2–4
Плотность посадки, тыс. шт./м ²	
русский осётр	5000
севрюга	6000
белуга	4000
шип	6000
стерлядь	7000
Глубина воды в бассейне, см	20
Содержание кислорода, мг/л	7–9
Расход воды, л/мин	8–9

На следующий день после посадки предличинок в бассейнах производится отбор оболочек, мёртвой икры и особей с аномалиями. Отбор погибшей икры и оболочек следует производить при помощи резинового сифона.

6.10.3 Важные этапы постэмбрионального развития

В процессе развития предличинок происходит поэтапное формирование органов и систем, обеспечивающих нормальный рост и развитие организма. Особенность этого периода заключается в смене личиночных органов (непарная плавниковая складка, наружные жабры, запас желтка и др.) на органы и системы характерные для взрослого организма. Эти процессы требуют обеспечения необходимых условий, поскольку любое отклонение от оптимальных условий приводит к нарушениям в развитии и повышению уровня смертности молоди. Для того, чтобы отличать изменения признаков, лежащие в пределах нормы, от патологических изменений, необходимо знать особенности нормального строения предличинок на различных стадиях развития (рис. 30).

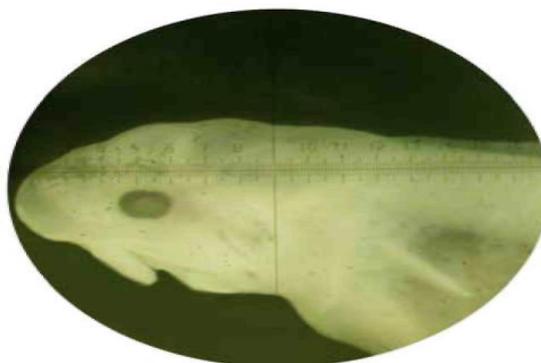


Рисунок 30 - Оценка развития предличинки белуги (стадия 42)

При подращивании предличинок следует обратить особое внимание на такие, сопряженные с риском, периоды постэмбрионального развития, как: переход на жаберное дыхание и переход на экзогенное питание. Нарушения в развитии перечисленных систем и функций вызывают гибель

предличинки.

Время наступления той или иной стадии зависит от температуры воды. хронология и особенности (стадии) развития предличинки осетровых детально описаны в Детлаф, Гинзбург и Шмальгаузен (1981) (рис. 31).

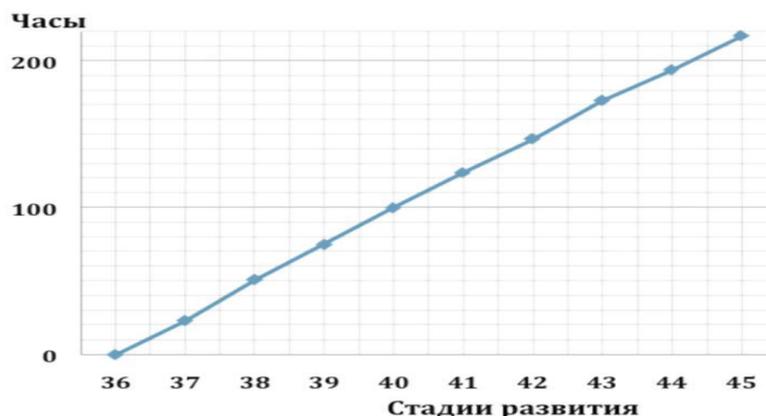


Рисунок 31 - Продолжительность развития предличинки осетра (при температуре воды 18°C) от массового вылупления (стадия 36) до перехода на экзогенное питание (стадия 45)

6.11 Выращивание личинок

6.11.1 Переход на экзогенное питание

Переход на экзогенное питание (стадия 45) означает завершение предличиночного этапа развития и переход к личиночному этапу и сопровождается изменением интенсивности дыхания, обменных процессов, скорости роста и выживаемости личинок осетровых. С началом перехода на экзогенное питание у предличинки рассасывается временная клеточная перегородка, закрывающая проход из ротовой полости в пищевод, и одновременно, из анального отверстия выбрасывается меланиновая (фекальная) пробка. Подобные пигментные пробки, представляющие собой небольшие темные образования, можно заметить на дне бассейна. В период перехода на экзогенное питание, предличинки, находившиеся до этого в состоянии относительного покоя («роения»), рассеиваются по дну бассейна в поисках корма. В традиционной технологии появление на дне бассейна единичных меланиновых пробок служит сигналом к началу первого кормления, которое осуществляют при выбросе меланиновой пробки у 2-3% личинок. Период выброса меланиновых пробок может длиться 3–4 суток. Несвоевременное внесение корма приводит к взаимному травмированию и гибели личинок, что особенно характерно для личинок хищных видов осетровых (белуга и калуга). Вместе с тем, опыт показывает, что внесение корма в малых дозах после перехода предличинки на жаберное дыхание стимулирует переход на экзогенное питание и существенно повышает выживаемость личинок и темпы роста [3]. Длина и масса личинок при переходе на экзогенное питание приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Длина и масса предличинки различных видов осетровых при переходе на экзогенное питание.

Вид	Масса, мг	Длина, мм
Русский осётр	40–46	18–23
Севрюга	27–33	17–21
Белуга	60–70	22–27
Шип	25–35	13–17
Стерлядь	19–21	13–15

При выращивании личинок в бассейнах для последующего выпуска в естественные водоемы необходимо обеспечивать условия, по возможности максимально приближенные к естественным, способствующие формированию у заводского потомства поведенческих норм и реакций (фитнесс характеристик). Для выращивания личинок лучше использовать бассейны с голубым (RAL6027) зелёным (RAL6019), или серым (RAL9018) цветом внутренней поверхности (по международной шкале цветов RAL); при этом белый цвет нежелателен (рис. 32).



Рисунок 32 - Участок для подращивания личинок и молоди осетровых:

А– бассейны;

Б–бассейны и лотки.

Для повышения экологической адекватности современной биотехнологии воспроизводства осетровых и выращивания молоди, обладающей оптимальными адаптивными характеристиками необходимо обеспечить:

- максимальное обогащение сенсорно-информационной (зрительной, тактильной, гидродинамической) среды подращивания в бассейнах при относительно низких, по сравнению с традиционными, плотностях посадки личинок;
- поддержание естественного фотопериода на более высоком уровне освещенности, соответствующем видовым и возрастным особенностям осетровых. Для снижения стресса в тёмное время суток при необходимости проведения рыбоводных работ (например, сортировка, кормление) или контроля за выращиванием молоди целесообразно использовать красный свет;
- поддержание астатического температурного режима с суточной амплитудой 4-5 °С или термоградиентного поля способствует более интенсивному энергетическому обмену и повышению жизнестойкости молоди. В соответствии с концепцией экологического оптимума периодическое (астатическое) изменение параметров среды (освещенности, температуры) в определённом диапазоне позитивно влияет на рост и развитие молоди различных видов осетровых рыб;
- содержание молоди рыб в термо-свето-цветоградиентных полях для оптимизации энергозатраты молоди, повышая степень использования потреблённой пищи на рост и его ускорению на 20–40% (по сравнению, с константными условиями). Семенкова и Тренклер показали, что оптимальным является 16 часовой период освещения, при котором, масса молоди белуги (возраст 4 мес.) была на 15% выше, чем при круглосуточном освещении;
- монохроматическое освещение для оптимизации роста и развития молоди. Для молоди осетровых наиболее эффективен зелёный свет в течение 16 часов, при общей освещённости не более 800 лк;
- создание скоростей течения воды в бассейнах, способствующих тренировке плавательных способностей ранней молоди и повышению адаптивных возможностей её центральной нервной системы. Следует отметить повышение скорости плавания молоди осетровых при повышенной освещенности;
- однородный шумовой фон (необходимо исключить резкие звуковые колебания). При резких шумовых эффектах в тёмное время суток отмечается повышенное потребление кислорода рыбами;

- тренировку молодик выживанию в естественных условиях и выработку соответствующих реакций. Это может осуществляться путем подсаживания в ограниченные участки бассейнов (или прудов) хищных рыб и тренировки своевременной и адекватной (оборонительной) реакции у личинок, мальков и молоди, а также их адаптации к будущим условиям окружающей среды (внезапные изменения течения, действие волн, свет, повышенная соленость в прибрежных зонах и т.д.);
- использование различных видов живых кормов, особенно, в начале перехода на активное питание, позволяющее повысить концентрацию в тканях тиреоидных гормонов, благодаря включению гормонального «пула» живых кормов. Последнее тесно связано со снижением частоты морфологических аномалий и формированием обонятельного импринтинга к химическим стимулам и, следовательно, должно определять в будущем хоминг (возврат в родную реку) зрелых производителей осетровых;
- в связи с формированием у предличинок при переходе на активное питание обонятельного импринтинга их содержание необходимо обязательно осуществлять в воде из реки, в которую после выращивания они будут выпускаться. Поскольку хоминг является целью программ по искусственному воспроизводству осетровых, то нельзя допускать содержание предличинок и личинок (в первые недели после перехода на экзогенное питание) в артезианской воде или в воде «неродного» водного источника, несмотря на возможные экономические или другие (например, более благоприятная температура воды) соображения;
- предварительная адаптация личинок к воде с солёностью 1-2 ‰ (такая молодь обладает более высокими темпами роста и в дальнейшем лучше выживает в водоёмах с высокой солёностью).

6.12 Выращивание молоди в бассейнах для пополнения маточных стад

6.12.1 Программы кормления молоди различных видов осетровых

При выращивании молоди для пополнения ремонтно-маточного стада или для целей товарного осетроводства живые корма необходимо использовать только в первые дни после перехода личинок на активное питание, поскольку длительное использование только живых кормов (особенно, одного вида) экономически не выгодно и может существенно осложнить последующий быстрый переход молоди на искусственные корма. В связи с этим, доля живых кормов в рационе должна постепенно снижаться со 100% в первые сутки до 5-7% на 12-15 сутки кормления.

Для кормления молоди используют корма с содержанием белка 50-60% и жира 9-16% (Пономарёв и др., 2002). Для точного расчета рациона кормления различными кормами необходимо руководствоваться программами, разрабатываемыми производителями специализированных осетровых комбикормов.

Суточные нормы кормления комбинированными кормами рассчитываются на период 5–10 суток (в зависимости от возраста рыбы) с учетом температуры воды, средней массы молоди и её количества. Определение средней массы производят один раз в пять суток, начиная с момента перехода на экзогенное питание. Численность рыбы определяется с учетом погибшей. Переход к более крупной фракции (размеру крупки) кормов осуществляют постепенно, смешивая её с гранулами предшествующего размера.

После каждого кормления проводится проверка поедаемости корма. Если имеется большое количество несъеденного корма, следует проверить правильность применения методов кормления и состояние рыб. После выявления возможных причин слабой пищевой активности рыб дневные рационы должны быть соответствующим образом откорректированы.

Рекомендуемая частота кормления и размеры гранул приведены в таблице 14.

Для кормления молоди на крупных осетровых заводах используют небольшие автоматические кормораздатчики (рис. 33) снабжённые общим пультом управления для бесперебойной подачи кормов в бассейны. После каждого кормления осуществляют контроль за

поедаемостью корма. При обнаружении значительного количества несъеденного корма, проверяют технологию кормления, состояние рыб и уточняют суточный рацион, устраняя возможные причины слабой пищевой активности.

Таблица 14 - Зависимость размеров кормовых частиц и кратности кормления от массы молоди

Средняя масса тела, г	Размер кормовых частиц, мм	Кратность кормления, раз/сутки
0,04–0,06	0,05–0,1	24
0,07–0,10	0,1–0,4	12
0,11–0,20	50% 0,2–0,4 / 50% 0,4–0,6	12
0,21–0,50	50% 0,4–0,6 / 50% 0,6–1,0	12
0,51–1,00	50% 0,6–1,0 / 50% 1,0–1,5	8
1,10–2,00	50% 1,0–1,5 / 50% 1,5–2,0	8
2,10–5,00	1,5–2,0	6
5,10–25,00	2,0	6
25,10–50,00	50% 2,0 / 50% 3,0	6
50,10–100,00	3,0–4,5	6

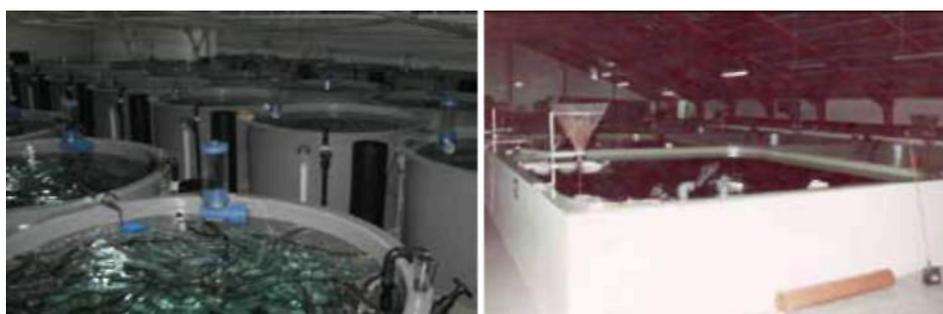


Рисунок 33 - Автоматическая система кормораздачи

6.13 Прудовое выращивание молоди осетровых рыб

6.13.1 Основные требования к прудам

Выращивание молоди в земляных прудах является заключительным этапом комбинированной технологической схемы выращивания молоди на осетровых заводах для выпуска в естественные водоёмы.

Для выращивания молоди осетровых рыб используют пруды площадью 1–4 га (оптимально - 2 га), с соотношением сторон - 1:2 или 1:3, глубиной - 2,3–2,5 м, и с небольшим уклоном ложа. Дно прудов должно быть свободным от растительности (рис. 34). В пруды высаживают предварительно подрощенную в бассейнах и лотках личинку средней массой (40–120 мг) в соответствии с нормативами для различных видов. Молодь перевозят во флягах или других емкостях с водой.



Рисунок 34 - Рыбоводные пруды для выращивания молоди (Гривенский завод, Краснодарский край, Россия)

6.13.2 Подготовка прудов

Схема эксплуатации прудов включает следующие обязательные элементы:

- предсезонная подготовка (внесение комплексных удобрений);
- залитие прудов и формирование кормовой базы для молоди;
- зарыбление прудов и выращивание молоди.

Подготовка прудов к эксплуатации начинается после завершения сезона рыбоводных работ. После промывки и осушения ложа его очищают от растительности, вносят органические и минеральные удобрения с последующей вспашкой. Весной производят боронование с последующим укатыванием грунта (рис. 35).



Рисунок 35 - Пруды, подготовленные к залитию (Гривенский завод, Краснодарский край, Россия)

Водоподающие и сбросные сооружения должны обеспечивать наполнение каждого пруда или слив воды в течение 1–2 суток. Экосистему прудов следует надежно защищать от попадания посторонних рыб при помощи сетчатых сооружений-рыбозаградителей.

Необходимо поддерживать оптимальный уровень воды в прудах, не допускать его снижения, т.к. это способствует быстрому развитию нитчатых водорослей и другой водной растительности.

6.13.3 Плотность посадки личинок в пруды

Рекомендуемые плотности посадки для различных видов осетровых указаны в таблице 15.

Таблица 15 - Стандартные плотности посадки и масса подращенных личинок для различных видов осетровых

Вид	Плотность посадки, тыс. шт./га		Масса, мг
	Каспийский бассейн	Азовский бассейн	
Русский осётр	75	80	80–100
Севрюга	60	80	60–80
Белуга	90	90	100–120
Шип	70	75	60–80
Стерлядь	50	60	40–60

Следует отметить, что указанные плотности посадки были разработаны в период максимальной обеспеченности воспроизводственных предприятий дикими производителями. В настоящее время при выращивании молоди осетровых в прудах целесообразно уменьшить вышеприведенные показатели на 15-20%. Прудовое выращивание молоди перед выпуском в естественные водоёмы является важным переходным этапом, позволяющим молоди выращиваемой в «полувольных» условиях содержания лучше адаптироваться в последующем к естественным условиям. Действительно, в прудовых условиях (в более информационно-обогащённой и конкурентной среде) у молоди быстрее, чем в бассейнах, вырабатываются пищевые, оборонительные и другие поведенческие рефлексy, необходимые для обитания в естественных условиях [3].

6.13.4 Формирование кормовой базы и применение минеральных удобрений

Основными кормовыми объектами для выращиваемой в прудах молоди осетровых являются различные виды зоопланктона и некоторые бентосные организмы. Формирование кормовой базы, позволяющее обеспечить пищевые потребности молоди необходимым количеством пищи, осуществляется путем внесения органических и минеральных удобрений. Минеральные удобрения (суперфосфат - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4) \times \text{H}_2\text{O}$ и аммиачную селитру - NH_4NO_3) вносят из расчета доведения концентрации азота в воде выростного пруда до 2 мг/л, а фосфора - до 0,5 мг/л. При заливке прудов, в период, когда температура воды еще низкая, этих показателей можно достичь внесением удобрений из расчета 90 кг/га аммиачной селитры и 90 кг/га суперфосфата. При заливке прудов во втором туре дозу каждого из первоначально вносимых удобрений уменьшают до 60-70 кг/га.

Наряду с внесением минеральных удобрений, для ускорения развития фито- и зоопланктона в прибрежную зону прудов вносят кормовые дрожжи из расчета 10 кг/га.

Стабильную кормовую базу необходимо поддерживать в прудах в течение всего периода выращивания. С этой целью пруды регулярно удобряют: в течение первого цикла выращивания молоди удобрения вносят каждые 8 дней, во втором цикле - каждые 15 дней. Норма внесения удобрений рассчитывается исходя из фактического содержания в воде биогенов и требуемой их концентрации: азот (2 мг/л), фосфор (0,5 мг/л). В среднем норма составляет: 3-5 кг селитры и 2-6 кг суперфосфата на 1000 м².

Оптимальная биомасса кормовых организмов в прудах составляет (из расчета на 1м² дна водоема): планктон - более 3 г, бентос - более 5 г. Следует отметить, что суточный рацион молоди в течение периода прудового выращивания возрастает с 25% от массы тела у 20-суточной молоди до 36% - у 40-суточной.

Контрольные вопросы:

1. Краткая характеристика основных объектов разведения осетровых рыб.
2. Отличие экстенсивной и интенсивной форм разведения осетровых.
3. Основные звенья биотехнологического процесса разведения осетровых рыб.
4. Методы товарного выращивания осетровых рыб.
5. Какова структура морского садкового хозяйства по выращиванию осетровых рыб.
6. Особенности биотехники выращивания осетровых рыб в морских садках.

Литература [1], [3]

ТЕМА 7 РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ МОРСКИХ ОКУНЕЙ

7.1 Полосатый окунь

7.2 Белый морской окунь

7.1 Полосатый окунь

Полосатый окунь (*Morone saxatilis* (Walbaum)) - ценная эвригалинная промысловая рыба, завезенная на юг России и Украину из США в 60 – 70 годах XX в. для акклиматизации в Азово-Черноморском бассейне и использования в качестве объекта интенсивного выращивания. Он является ценной промысловой рыбой и объектом спортивного рыболовства в США. Работы по акклиматизации полосатого окуня были начаты в СССР в 1965 г. во ВНИРО и успешно проводились под руководством Дорошева. Предполагалось, что полосатый окунь станет перспективным объектом рыбного хозяйства в Азово-Черноморском бассейне, бассейнах Каспийского и Балтийского морей и в водохранилищах европейской части России. Эксперименты проводились на базе рыбоводного хозяйства «Горячий ключ». В 1965 г. несколько партий сеголетков полосатого окуня выпустили в Азовское, Черное и Каспийское моря, а в 1968 г. стали выращивать в прудах рыбоводника «Горячий Ключ». Несколько позднее отечественными учеными-рыбоводами была разработана методика воспроизводства и выращивания молоди этой рыбы (Темрюкский рыбоводник Краснодарского края). Полосатый окунь широко распространен вдоль побережья Атлантического океана в США, совершает миграции вдоль побережья; нерестится в реках, озерах и водохранилищах при температуре воды 12 – 23°C. Хорошо растет как в условиях океанической солености, так и в пресных водах. Икра и личинки выдерживают соленость до 16 ‰, сеголетки и взрослые рыбы - до 35 ‰.

Молодь питается зоопланктоном, а при длине 11 см - рыбой. В уловах средняя индивидуальная масса составляет 2,5 – 3 кг. В Азово-Черноморском бассейне масса двухлетков - 0,5 - 0,75 кг, трехлетков - 1,5 - 2, четырехлетков - более 2 кг. В качестве производителей используют пятилетних самок средней массой 2,1 - 2,8 кг и самцов массой 2,0 - 2,1 кг при температуре воды 18 - 20°C. Для стимуляции созревания проводят ступенчатую инъекцию ацетонированного гипофиза карпа по 5,2 - 6 мг на 1 кг массы тела, при этом первая инъекция содержит 1/3-1/4 часть этого количества. Интервал между инъекциями составляет 26 ч. При температуре 19,2 - 19,8°C самки созревают за 39-49 ч. У впервые созревших рыб абсолютная плодовитость достигает 263 - 486 тыс. икринок, рабочая - 114-149 тыс. Самцам вводят суспензию гипофиза из расчета 1-2 мг на 1 кг массы тела, сперму получают через 18-23 ч. Разовый объем эякулята 16-37 мл. Оплодотворенную икру помещают в аппараты Вейса. Выклев личинок происходит через 48-50 ч, выживаемость предличинок от икры - около 24%, что связано, вероятно, с несовершенством устройства инкубационного аппарата для этой рыбы [7].

Длина предличинки 2,5-3,2 мм, средняя масса 1,2 мг. Через 5 сут. при длине 6,2 мм плавательный пузырь начинает заполняться воздухом. В сетчатые садки из газа, где находятся личинки, в это время вносят

живой корм - коловраток и мелких ветвистоусых ракообразных из расчета 50-70 экз. на личинку. Размеры корма в возрасте личинок:

- 5-8 сут - 170-220 мкм;
- 9-14сут - 250-700 мкм;
- 15-30 сут -800 - 1000 мкм.

Через 30 сут при единичной массе 115 мг и длине около 20 мм личинок пересаживают в пруды. За 150 сут прудового выращивания средняя масса сеголетков составила 11,3 г, выживаемость - 80 %. Оплодотворенную икру можно получать и в результате нереста проинъецированных производителей в пластиковых или бетонных круглых бассейнах. Нерест происходит через 2 сут и длится 3-4 ч. Икру из бассейнов отбирают марлевыми сачками и помещают в аппарат Вейса по 150 - 200 тыс. икринок на аппарат. Температура воды при инкубации не должна превышать 22°C. Предличинки выдерживают в лотках без проточности 2-3 сут, плотность посадки 50 тыс. шт/м³. На 4-5-е сутки вносят науплий артемии салина, через 10 дней после выклева -зоопланктон разных видов. Молодь в пруды выпускают на 13-15-е сутки с плотностью посадки 1 млн. шт/га, разрежая и сортируя постепенно до 30 тыс. шт/га.

При транспортировании в полиэтиленовых пакетах с кислородом плотность посадки мальков средней массой 3-6 г составляет 200 шт. на пакет, сеголетков средней массой 30-40 г -по 20-40 шт. на пакет. При выращивании в поликультуре с карпом и растительноядными рыбами двухлетков полосатого окуня начальной единичной массой 30 г и трехлетков массой 291 г при общей плотности посадки 3510 шт/га общая продукция составила 2090 кг/га. Таким образом, полосатый окунь представляет собой перспективный объект пастбищной аквакультуры в естественных и искусственных водоемах комплексного назначения в качестве добавочной рыбы в рыбоводных прудах. В последние годы полосатый окунь все шире используется в качестве объекта марикультуры для выращивания в установленных в море сетчатых садках. При выращивании в прудах при монокультуре масса двухлетков достигает 0,5 кг, трехлетков - 1,0-1,5, четырехлетков - 2,0-2,5, пятилеток - 3,0-3,5, шестилеток - 3,5-6,0 кг.

7.2 Белый морской окунь

Белый морской окунь (*Lates calcorifer (Bloch)*) обитает в прибрежных морских и солоноватых водах Африки, Южной Азии и Австралии. Достигает в длину 150-170 см (известны экземпляры длиной до 2 м) и средней массы 130 кг. Рыба высоко поднимается в реки. В уловах чаще встречаются окуни длиной 0,5 м и средней массой примерно 10-15 кг. У белого морского окуня приплюснутая сверху голова и выступающая нижняя челюсть. Тело высокое, анальный плавник короткий, лопасть хвостового плавника закруглена. Очень ценится за вкусное мясо. Белого морского окуня разводят в Индии в Бенгальском заливе, а в Таиланде, Вьетнаме и Индонезии - в прудах и садках с пресной водой. Молодь отлавливают в августе - сентябре в речках и лагунах. Питается окунь в толще воды, что делает его перспективным объектом при выращивании в морских садках. На глубине охотно потребляет ракообразных, моллюсков, червей и рыбу. При выращивании рыбу необходимо сортировать для предотвращения каннибализма. Нельзя выращивать окуня вместе с креветками. За первый год окунь вырастает до 30см, средняя масса 500 г [7].

Контрольные вопросы:

1. Перспективы выращивания морских окуней в РФ.
2. Биологические особенности морских окуней.
3. Этапы выращивания морских окуней.
4. Товарные размеры морских окуней.
5. Какие инкубационные аппараты используют при выращивании морских окуней?

Литература [7]

ТЕМА 8 БИОТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МИДИЙ

8.1 Биологические особенности основных объектов выращивания

8.2 Корейская мидия

8.3 Съедобная мидия

8.4 Средиземноморская мидия

8.5 Тихоокеанская мидия

8.6 Мидия Грея

8.7 Биотехника культивирования мидий

8.1 Биологические особенности основных объектов выращивания

Мидии -типичные представители двустворчатых моллюсков. Выделить определенный ареал их обитания невозможно: мидии встречаются в Охотском и Беринговом морях (Тихий океан), в Баренцевом, Белом, Карском, Чукотском морях (Северный Ледовитый океан), в Черном и Азовском морях; у Гренландии и Исландии; у Европы, к югу до Бискайского залива и в Балтийском море; в проливах Канадского Арктического архипелага, в Гудзонском заливе; у северных берегов Японии и Китая. Мидия обычная, или съедобная, (*Mytilus edulis*) - основной культивируемый вид. Места ее распространения - прибрежные акватории Испании, Дании, Норвегии, России, Китая, Японии и т.д. [8].

Мидия средиземноморская (*Mytilus galloprovincialis*) находится на втором месте по количеству культивируемых особей. Ее скопления находятся на Атлантическом побережье Европы, в Средиземном, Черном, Азовском, Эгейском, Мраморном и Японском морях.

Мидия Грея (*Grenomytilus grayanus*) обитает в Японском и Охотском морях (юг Сахалина, лагуна Буссе), на побережье островов Хоккайдо и Хонсю. В России и Украине мидий культивируют в Черном, Азовском, Балтийском, Баренцевом, Белом, Японском, Охотском, Беринговом, Чукотском морях. Для жизни мидиям нужна соленая морская вода. Недалеко от берега на волнорезах, камнях, скалах, искусственных подводных рифах мидии образуют мощный прибрежный пояс, поскольку ведут прикрепленный образ жизни. Благодаря значительной крепости раковин, их обтекаемой форме и способности прочно прикрепляться биусусными нитями к разнообразным субстратам, мидии великолепно приспособились к жизни в прибойной зоне.

Все виды мидий - прекрасные биофильтраторы, питающиеся мельчайшим планктоном и бактериями, одноклеточными водорослями, остатками водных растений и животных. Еще несколько веков назад японские моряки специально вывозили в море и сбрасывали крупные камни, чтобы создать поверхности, к которым могли бы прикрепляться водоросли. Заросли водорослей создают условия для размножения мидий и устриц. В Японии, в прибрежных районах моря, где имелись беспорядочные скопления железобетонных изделий, наблюдалось улучшение условий размножения и роста моллюсков. С 1954 года началась заготовка и затопление железобетонных блоков, по форме удобных для обитания двустворчатых. Такие сооружения способствуют скоплению многих видов водных животных, в том числе и мидий. В США при создании искусственных рифов используют старые автомобильные покрышки, битые бетонные блоки, старые корабли, бракованные бетонные трубы, искореженные корпуса автомобилей, камень бут, пустые раковины моллюсков.

Максимальные скопления мидий встречаются на банках: плотность расселения моллюсков составляет несколько сот особей на 1 м². Они отдают предпочтение песчаному и илистому грунту с большим содержанием раковин. Мидии обитают на небольших глубинах: максимальная – 150 - 200 м; в открытых акваториях прибрежных зон -100 м; в лагунах и заливах - 50 м. Ученые зафиксировали резкое сокращение

биомассы мидий, связанное с увеличением глубины их обитания. Оптимальная соленость воды - 17-34‰. В случае ее резкого снижения происходит ухудшение протекания всех процессов жизнедеятельности моллюсков, особенно размножения. Мидии способны переносить 5-8‰ соленость воды, однако эта цифра является нижним пределом. Мидия обыкновенная, или съедобная, выживает в условиях нулевой солености две недели. У средиземноморской мидии при солености воды ниже 10‰ нарушаются процессы репродуктивного цикла [8].

Мидий обычных можно хранить без воды при температуре 7,2°C 14 суток, при этом их отход составляет 10 %; при температуре 1,7°C и хранении в течение 30 суток отход такой же. Мидии устойчивы к обсыханию: при температуре 15-18°C и влажности 90-100 % длительность обсыхания мидий обычных составляет 10 суток. Мидии первого года жизни светолюбивы, рост моллюсков в темноте ниже, чем на свету. Моллюски переносят широкий диапазон температуры воды: от минус 2 до плюс 30°C. Для роста и развития мидий разных видов оптимальная температура воды различна. Для средиземноморской мидии, которая обитает у берегов Крыма, благоприятна температура 14-18°C. При понижении ее до 6°C и повышении свыше 22°C снижаются фильтрационные способности моллюска [8].

Мидия размером 3-6 см способна фильтровать 60 - 70 л воды в сутки. Кислородный режим зависит от среды обитания, времени года, но оптимальным является 3-6 мг-л⁻¹. Максимум потребления кислорода наблюдается в период размножения. Хотя мидии являются раздельнополыми, среди них могут встречаться гермафродиты. Обычно соотношение полов 1:1, хотя могут наблюдаться сдвиги в сторону самцов или самок. Наступление половой зрелости зависит от многих факторов: возраста, физиологического состояния, географического и экологического ареалов обитания и т.д. Мидии становятся половозрелыми в основном в раннем возрасте.

Например, средиземноморские мидии, которых выращивают в юго-восточной части Крымского побережья, достигают половой зрелости в течение первых шести месяцев жизни, при длине створок раковин 2-2,5 см. Установлено, что у самцов бухты Ласпи (юг Крыма) в возрасте 100-110 суток сформированы половые железы, находящиеся на мантийных выстилках раковин; в мужских ацинусах завершено образование спермиев; ацинусы яичников содержат по 4-6 вителлогенных ооцитов диаметром 42-45 мкм. Таким образом, мидии средиземноморские, осевшие на коллекторы весной, могут размножаться осенью этого же года после оседания на субстрат. У мидий Грея половозрелость наступает на шестом году жизни, при длине раковины 6-7 см, однако в Уссурийском заливе самцы уже в возрасте двух-трех, а самки - пяти-шести лет становятся половозрелыми. Обычно пол мидий различают по цвету гонад в период половой зрелости: самцы мидии средиземноморской и съедобной - кремового цвета, самки - оранжево-красного; самцы мидии Грея имеют беловатый цвет, самки - оранжевый. Репродуктивный цикл мидий включает следующие стадии: преднерестовую, нерест, посленерестовую, роста и созревания. Температурный режим среды обитания моллюсков обуславливает как время наступления, так и продолжительность каждой стадии. Пик массового нереста средиземноморской мидии в юго-восточной прибрежной акватории. Крыма приходится на декабрь - январь, в то время как в мае - июне зафиксированы наименьшие показатели [8].

Сроки нереста моллюсков различны и могут сдвигаться в течение года. Самка за один нерестовый период может выметать несколько миллионов зрелых яйцеклеток. Оплодотворение у мидий наружное: половые продукты попадают в мантийную полость, потом током воды выводятся во внешнюю среду, где и происходит оплодотворение. Стадии личиночного развития мидии: трохофора, велигер (парусник), великонхи, педивелигер, спат (личинка, прикрепившаяся к субстрату).

На каждой стадии развития у личинки образуются новые органы. У личинки мидии Грея на ранних стадиях наблюдается равномерный ресничный покров, однако спустя несколько часов в верхнем полушарии личинки реснички становятся длиннее, в нижнем же частично исчезают. И уже спустя 24-26 часов с начала развития на спинной полосе образуется темный хохолочек, или султанчик. Эта личинка называется трохофорой. К 48 часам на спинной стороне появляется выпячивание эктодермы - раковинной железы.

Спустя несколько часов на поверхности железа можно обнаружить тонкую пленку раковины. К концу 72 часов развития тело личинки сплющивается, и на его переднем конце образуется плавательный орган - парус. Личинка на этой стадии называется велигер, или парусник. Пищеварительная система личинки состоит из пищевода, желудка, короткой задней кишки с анальным отверстием. Появляется личиночная мускулатура. Раковина парусника конхиалиновая, поверхность пористая, слоев нарастания нет. Когда в планктоне определяют личинок на стадии велигер, или парусник, главными систематическими признаками являются их размер и строение замка. Личинка-велигер средиземноморской мидии прозрачна и бесцветна. Поверхность раковины ячеистая или тонкозернистая. Раковина полукруглая, равносторчатая и равносторонняя, с прямым замковым краем; имеет по три-четыре зубчика с каждой стороны створок. Длина раковины - 130-148 мкм, высота - 65-130 мкм, длина замкового края - 71-95 мкм. Велигер мидии средиземноморской имеет длину 90-150 мкм, поверхность раковины пористая, без следов нарастания. Замок состоит из 18-20 мелких зубчиков и 3-4 прямоугольных зубов, расположенных по краям.

Период развития личинки на стадии велигер продолжается с 14 до 25 суток. После этого она переходит на стадию великонхи, на которой происходит ее дальнейший рост и дифференциация мягких частей тела: появляются пигментные пятна, глаза, задний аддуктор, нога, закладываются ганглии и т.д. Замковый край становится вогнутым, появляется макушка. Длина раковины на стадии великонхи - 250-300 мкм. Раковина приобретает овально-треугольную форму; цвет ее однородно желтый, иногда середина остается бесцветной, а края окрашены; концентрические линии роста широкие и глубокие, расположены равномерно. Замок хорошо развит и состоит из семи-восьми крупных прямоугольных зубчиков впереди и сзади и одиннадцати-тринадцати мелких зубчиков посередине. У личинок длиной свыше 250 мкм хорошо развита нога.

Задний мускул-замыкатель появляется у личинок длиной 307 мкм, а жаберные петли - у личинок длиной 278 мкм. Чтобы идентифицировать личинки мидии на стадии великонхи, пользуются следующими показателями и признаками:

- размерные параметры (длина, высота, толщина раковины);
- форма раковины (яйцевидная, круглая, треугольная, эллипсовидная и т.д.);
- строение замка (количество зубчиков на каждой створке, их форма и размеры);
- наличие, форма и строение лигамента, скульптура раковины;
- толщина створок и степень прозрачности, наличие глаз - темных пигментных пятен, хорошо просматриваемых на живой личинке с обеих сторон;
- цвет личинок и наличие пигментации внутренних органов.

Длина великонхи - 250-350 мкм. Перед оседанием на субстрат длина ноги у нее увеличивается и в вытянутом положении она в 3-4 раза превышает длину самой личинки. Данная стадия называется педивелигер. Моллюск в этой стадии прекрасно плавает, ползает, использует для поиска подходящего субстрата для оседания ногу. Этот период продолжается около недели, после чего педивелигер прикрепляется к субстрату биссусными нитями. Если личинка попадает в неблагоприятные условия, то она открепляется и находится в поиске еще какой-то период времени. Спустя 1,5-2 месяца с начала своего развития личинка начинает оседать.

Спат - это окончательно осевшая на субстрат личинка. На этой стадии она утрачивает парус, его место занимает нога. Начинается интенсивный рост заднего края раковины, происходит смещение вершины и замкового края к переднему краю раковины, ее цвет становится более темным. Именно на стадии спата моллюски переходят к взрослому образу жизни, хотя может наблюдаться обрыв биссусной нити и перемещение моллюска на более подходящее место.

Согласно многолетним наблюдениям, проведенным в юго-восточной части Крыма, в 14 месяцев длина мидии средиземноморской составляет в среднем 48,7-49 мм, масса - 9,3-9,5 г, а выживаемость с момента оседания личинок - 4,6-4,8%. Ежемесячный прирост раковин весеннего спата летом достигает 5 мм,

осенью - 1 мм, зимой - 1 мм, а весной и летом следующего года - 6 мм. Таким образом, за 16 месяцев длина мидии увеличилась до 57-58 мм, а масса - до 11,5 г. Отмечено, что у мидий осенней генерации темп роста ниже, чем у моллюсков весеннего оседания, что обусловлено длительным пребыванием молоди моллюсков в неблагоприятных условиях.

Молодь мидии съедобной в лабораторных условиях растет в 4 раза быстрее молоди мидии средиземноморской. Тот факт, что в естественных природных условиях бухты Ласпи средиземноморская мидия демонстрирует более высокий темп роста, чем мидия съедобная из залива Восток Японского моря, объясняется высокой среднегодовой температурой воды акватории Южного Крыма.

Быстрый рост мидии съедобной наблюдается в Баренцевом море в Заполярье. В течение первого года жизни темп роста мидий, содержащихся в садках в губе Западная Зеленецкая, относительно высок: максимальный прирост составляет 26 мм или 250% начального размера. Мидии второго года подрастают лишь на 10 мм или 124%, однако к концу третьего года отмечается прирост около 140%. Мидии товарного размера - с массой 23,5 г и длиной более 50 мм - составляют не менее 85% [8].

Прослеживается прямая зависимость между скоростью роста мидий, с одной стороны, и их репродуктивной активностью и температурой воды, с другой. Для моллюсков Керченского пролива значения нижней и верхней температуры составляют соответственно 5 и 23°C, однако наиболее интенсивный рост наблюдается при температуре воды 14-20°C.

Рост мидий связан с фильтрацией, благодаря которой возможны процессы дыхания и питания. Мидии Керченского пролива имеют наиболее низкую фильтрационную активность при температуре 7,5°C. Минимальные величины скорости фильтрации (2,1) наблюдаются при температуре 22°C, а максимальные (3,9-4,2) - при температуре воды 14-18°C [8]. Интенсивность фильтрации не может быть одинаковой в разных географических ареалах обитания мидий, поэтому нужно в первую очередь учитывать условия среды, физиологическое состояние моллюсков, сезон года. Например, средиземноморская мидия в акватории северо-западной части Черного моря имеет наибольшую фильтрационную активность зимой и весной. Сезонные изменения фильтрационной активности моллюсков зависят от солености и температуры воды, количества растворенного в ней кислорода. При температуре воды 10°C интенсивность фильтрации мидий в 3 раза выше, чем при 20°C. Уменьшение солености воды на 5% вызывает увеличение фильтрации в 1,8 раза по сравнению с интенсивностью этого процесса при 15% солености. Также и понижение содержания кислорода в воде (1-2) увеличивает фильтрацию в 1,8 раза по сравнению с тем, как протекает этот процесс при повышенном содержании кислорода (8-9).

Не оказывает особого влияния на прирост мидий изменение освещенности в течение суток, поскольку количество потребляемого кальция днем и ночью идентичное. В результате длительного изучения особенностей роста моллюсков из различных биотопов залива Петра Великого пришли к выводу о том, что мидия съедобная, родившаяся в начале сезона размножения, развивается и растет быстрее. При выращивании мидии съедобной и мидии средиземноморской в открытых и закрытых акваториях и содержании их в верхних и нижних горизонтах воды было установлено, что интенсивнее растут и развиваются моллюски, находящиеся в садках в нижних горизонтах. Большое влияние на процессы роста и развития оказывает время года. Например, у средиземноморской мидии, выращиваемой в открытых акваториях юго-восточной части Крыма, показатели линейного роста в течение выростного цикла (10 месяцев) изменяются в среднем от 44,0 до 67,3 мм (длина створок) и от 7,8 до 31,4 г (общая масса). В течение этого времени наблюдаются два пика роста - в мае-августе и октябре. Прослеживается следующая тенденция: увеличиваются размер и масса выращиваемых на коллекторах мидий, но одновременно с этим происходит разреживание моллюсков за счет естественного убывания их с коллекторов. Вероятно, это связано с тем, что часть из них оказывается менее закрепленной на субстратах коллектора или на створках ранее осевших мидий [8].

Шторма и интенсивные донные течения в неблагоприятные периоды года (поздней осенью и ранней весной) смывают их с субстрата. Большое значение для количественного распределения товарных мидий

(длина створок - не менее 5,0 см) на субстратах коллектора имеет глубина его размещения в толще воды. По мере заглубления коллектора (10-11-18-19 м от поверхности воды) значительно уменьшается численность моллюсков. Например, на глубине 10-11 м среднее количество мидий средиземноморской составляет 81%, а на глубине 18-19 м - лишь 56%. Таким образом, можно с уверенностью сказать, что для мидий средиземноморских юго-восточной части Крыма характерно уменьшение плотности и биомассы культивируемых моллюсков с увеличением глубины от 10-11 до 18-19 м.

Вследствие неправильного размещения коллекторов в толще воды конечная годовая продукция уменьшается в 2,5 раза (с 8,0 до 2,9 кг на один погонный метр коллектора).

Тем, кто занимается культивированием мидий в прибрежной акватории Крыма, можно посоветовать проводить их выращивание на глубине до 16 м от поверхности воды [8]. В этом случае будут высокими и темпы развития моллюсков, и средний годовой выход продукции (5 кг с одного погонного метра коллектора). Темпы роста и сроки жизни мидий разных ареалов обитания неодинаковы. Мидии съедобные Белого моря достигают максимальных размеров за 12-15 лет, а продолжительность их жизни - до 30 лет. Мидии Грея, обитающие в Японском море, растут до 30-35 лет при продолжительности жизни до 100 лет.

Мидии калифорнийские достигают максимума в размерах к концу третьего года, но и продолжительность жизни у них сравнительно невелика - 10-11 лет. Мидии питаются в основном детритом и протистами (диатомовыми, перидиниями), хотя в составе их пищи встречаются и одноклеточные организмы и мелкие беспозвоночные. У каждого вида мидий, в зависимости от ареала обитания и условий среды, кормовой базы, сезона года, физиологического состояния определен спектр питания. Значительную часть их пищевого рациона составляет детрит. В желудке мидий средиземноморских Керченского пролива было обнаружено 48 видов планктонных водорослей, среди которых 41 вид был представлен диатомовыми, имеющими округлую или овальную форму, размером от 20 до 90 мкм. Способ добычи пищи позволяет нам отнести мидий к пасущимся в толще воды организмам с фильтрационным типом питания. Пища мидий низкокалорийная, уровень ее потребления невисок.

Однако по сравнению с другими представителями моллюсков мидия ест много. Скорость протекания биологических процессов у мидий, которые выращиваются в толще воды, выше, чем у моллюсков, содержащихся на грунте. Моллюски равномерно распределяются на коллекторах, каждая особь со всех сторон омывается водой и таким образом получает достаточное количество пищи, скорость потребления которой в 2,5 раза выше, чем у мидий, обитающих на дне. Мидии, закрепившиеся на субстрате, очищают поверхность створок раковины, а также движениями ноги поднимают осадок и используют перефитон и осадок в качестве пищи. Мясо мидий обладает прекрасными вкусовыми качествами и по питательной ценности может быть сравнимо с мясом сельскохозяйственных животных. В мягких тканях мидий содержится ряд витаминов групп Б и Д.

Белки мяса мидий хорошо усваиваются (90-95% по отношению к усвояемости сырого куриного яйца). Во многих странах (Франция, Испания, страны СНГ, США и др.) накоплен огромный опыт по приготовлению пищи из мидий. Мясо мидий содержит природные антиоксиданты, иммуностимуляторы, свыше 30 различных микроэлементов в пропорциях, благоприятных для усвоения. Мясо мидий обладает лечебными свойствами, оказывает положительное действие на обмен веществ и повышение тонуса организма. Однако необходимо помнить, что мидии по способу питания являются фильтраторами и могут накапливать определенное количество микроорганизмов. Качество продуктов из мидий зависит от правильности проведения термической обработки, хранения, транспортировки и всего технологического процесса приготовления кулинарных изделий, а также компонентов, входящих в рецептуру изделий из мидий. При производстве консервов из мидий необходим профилактический микробиологический контроль сырья и полуфабрикатов мидий, в основе которого лежит определение содержания микроорганизмов как показатель санитарного состояния и качества продуктов.

Помимо использования мидий в пищу, свыше половины продукции мидиевых ферм (раковины,

межстворчатая жидкость, некондиционные моллюски, отходы от переработки моллюсков на пищевые цели) может быть использовано для производства эффективных кормовых добавок. В створках мидий содержится до 4% крахмала, и они могут применяться в качестве органоминеральных добавок для кормления птицы (кур, уток и др.), свиней, коров и других животных. Содержание углекислого кальция в створках достигает 93%. За счет переработки мидиевых створок получают ряд кормовых добавок: муку, крупу. Например, Одесским рыбзаводом было изготовлено 650 т пасты из мидий. Использование 1 т пасты обеспечивает дополнительный прирост живой массы уток до 300 кг, а цыплят-бройлеров - до 260 кг. При добавлении в рацион питания кур-несушек ракушечной крупки себестоимость 1 тыс. шт. яиц уменьшается на 15%.

Достоинством кормовых добавок из мидий являются возможность перевозки их на любые расстояния, простота дозирования и использования. Таким образом, развитие культивирования мидий позволит значительно расширить рацион питания населения за счет дополнительной продукции из мидий, лучше сбалансировать рацион кормления скота и птицы по питательным веществам, минеральным элементам, витаминам и биологически активным веществам.

8.2 Корейская мидия

Распространение. Желтое, Японское моря.

Среда обитания. Морские воды с температурой до 26°C, соленостью 30-34‰. У российских берегов Японского моря встречаются на глубине до 40 м. Предпочитают участки дна с каменистыми грунтами. Массовые скопления чаще наблюдаются у входов в бухты и заливы. Биологическая характеристика. Максимальная длина раковины - 14 см. Моллюски раздельнополые. Половозрелость наступает на первом году жизни. Планктонные личинки оседают на искусственно размещенные субстраты (коллекторы). Высокие темпы роста мидий наблюдаются в первые два года жизни. Моллюски живут до 10 лет. Хозяйственное значение. Товарных размеров (50-60 мм) мидии достигают к концу второго года выращивания.

8.3 Съедобная мидия

Распространение. Встречается в Охотском, Беринговом, Баренцевом морях; у западной Гренландии и у Исландии; у берегов Европы к югу до Бискайского залива и в Балтийском море. Среда обитания. Морские и солоноватые воды с температурой 1-25°C и соленостью от 4 до 40‰. Встречается на глубине до 60 м. В Белом море наблюдаются максимальные скопления мидий на глубине 10-40 м. Предпочитают участки дна с песчаными, галечными, гравийными грунтами. Поселяются на твердых субстратах. Оптимальная температура воды для роста и развития мидий от 10 до 20°C, соленость 16-32‰ (в зависимости от района обитания).

Биологическая характеристика. Максимальная длина раковины - 9-10 см. Моллюски раздельнополые. Половой зрелости достигают на первом году жизни, размножаются круглогодично. Наблюдается два пика массового нереста: в апреле-июне и в октябре-ноябре. Плодовитость - до 10 млн яйцеклеток. Оплодотворение наружное. В теплых водах личинки находятся в планктоне 2-4, в холодных - 4-12 недель. Высокие темпы линейного роста мидий наблюдаются в три первых года жизни. Хозяйственное значение. Вылавливаются во многих водоемах Азии, Европы, Америки. Основной культивируемый вид мидий в мире. Промышленное выращивание осуществляется в Испании, Голландии, Италии, ФРГ, Великобритании, Китае, Канаде, США, России, Украине и во многих других странах. Товарных размеров (50-80 мм) достигают за 8-36 мес. выращивания (в зависимости от температуры, солености воды, районов выращивания, кормовой базы). В России (Белое море) начато создание выростных хозяйств, где мидии достигают товарных размеров (50 мм и выше) к концу четвертого года выращивания.

8.4 Средиземноморская мидия

Распространение. Средиземное, Эгейское, Мраморное, Черное, Азовское и Японское моря; Атлантическое побережье Южной Европы (на север до Бискайского залива).

Среда обитания. Морские и солоноватые воды с температурой 4-25°C, соленостью 10-38‰. В Черном и Азовском морях встречаются на глубине до 80 м. Массовые скопления мидии наблюдаются на глубине от 1 до 20 м. Предпочитают участки дна с песчаными, илисто-песчаными, галечными, гравийными, крупнопесчаными грунтами. Поселяются на камнях, скалах, различных твердых субстратах. В Черном море оптимальная температура воды для роста и развития мидии - 15-18 С, соленость - 16-18‰.

Биологическая характеристика. Максимальная длина раковины - 14 см. Раздельнополые моллюски. Половозрелость наступает на первом году жизни при длине створок 20-25 мм. В северо-западной части Черного моря половозрелыми мидии, выращиваемые на коллекторах в толще воды, становятся в возрасте 3,5 мес. после оседания на субстрат.

Плодовитость - 2-10 млн яйцеклеток. Размножаются мидии круглогодично. В юго-восточной части Крымского побережья Черного моря у мидий прослеживаются два пика массового нереста: в декабре-январе и в мае-июне. Оплодотворение наружное. Продолжительность нахождения личинок в планктоне - 3-4 недели. Высокие темпы роста мидий наблюдаются в три первых года жизни.

Хозяйственное значение. Вылавливаются в незначительных количествах в Средиземном и Черном морях. Один из наиболее массовых культивируемых видов мидии в Европе. Промышленное выращивание производится в Италии, Югославии, Греции, Болгарии, России, Украине, в солоноватых водах Туниса и в других странах. В России и Украине начато создание новых выростных мидиевых хозяйств на Черном море. Товарных размеров (50 мм) в северо-западной части Черного моря достигают за 36 мес. выращивания, а у кавказских и крымских берегов - за 12-16 мес.

8.5 Тихоокеанская мидия

Распространение. Северо-западное побережье Тихого океана, северо-восточное побережье Тихого океана до Центральной Калифорнии.

Среда обитания. Морские и солоноватые воды с температурой до 26°C и соленостью до 40‰. В дальневосточных морях России встречаются на глубине до 40 м. Предпочитают участки дна с песчаными, илисто-песчаными, крупнопесчаными, галечными грунтами. Поселяются на разных твердых субстратах. Оптимальная температура для роста и развития мидий - 9-18°C, соленость - 26-34‰.

Биологическая характеристика. Максимальная длина раковины - 9 см. Раздельнополые моллюски. Половая зрелость мидий наступает на первом году жизни. В южном Приморье (залив Посьета, Японское море) нерест протекает в мае-августе при температуре 18 С. Личинки в планктоне могут находиться до 8-10 недель. Личинки-велигер имеют размеры 160-200 мкм, а педивелигеры перед оседанием на субстрат - 270-300 мкм. Высокие темпы роста мидий наблюдаются в три первых года жизни. Хозяйственное значение. Вылавливаются в незначительных количествах в Японском море. Основной культивируемый вид мидий в дальневосточных морях России. Промышленное выращивание производится в КНДР, Японии, России и в других странах. В России (водоемы Приморья) начато создание промышленных мидиевых хозяйств и кооперативов. В Японском море (Россия, залив Петра Великого) мидии достигают товарных размеров (50 мм) за 22 мес. выращивания.

8.6 Мидия Грея

Распространение. Японское и Охотское моря, Южно-Курильское мелководье, Тихоокеанское побережье острова Хоккайдо и севера острова Хонсю.

Среда обитания. Морские воды. Встречаются на глубине до 60 м, но в основном не глубже 20 м. Предпочитают участки дна со скалисто-каменистыми, крупнокаменистыми, галечными грунтами. В заливе Петра Великого (Японское море) наиболее благоприятная температура воды для роста и развития мидий - 8-20°C, соленость - 32 -34‰. При температуре 3°C линейный рост раковины прекращается. Биологическая характеристика. Максимальная длина раковины - 20 см. Половозрелость у мидий наступает на 2-6 год жизни при длине раковины 30-70 мм. Плодовитость - 15-20 млн яйцеклеток. В заливе Петра Великого (Японское море) нерест мидий происходит синхронно в мае и августе. Оплодотворение наружное. Личинки на стадии велигер имеют длину 90-150, великонхи - до 300 мкм. Сроки нахождения личинок в планктоне - 2-2,5 мес. Длина ноги личинки педивелигера в 3-4 раза превышает длину тела личинки. Наиболее высокие темпы линейного роста наблюдаются в пять первых лет жизни, в дальнейшем темп роста снижается, и к 35 годам моллюски достигают 170 мм. Возраст отдельных особей превышает 100 лет.

Вылавливаются в незначительных количествах в Японском море. Экспериментальное выращивание производится в России. Мидии достигают длины 50 мм на четвертом году выращивания.

8.7 Биотехника культивирования мидий

Биотехника культивирования моллюсков включает следующие этапы:

- 1) получение посадочного материала двумя способами:
 - а) сбор личинок на искусственные субстраты - коллекторы;
 - б) получение личинок за счет стимулирования созревания половых продуктов производителей;
- 2) подращивание посадочного материала до товарных размеров:
 - а) спата (осевших личинок) - на коллекторах;
 - б) молоди - в различных выростных устройствах -лотках, садках и т.д.;
- 3) доведение моллюсков до товарного состояния, их очистка;
- 4) транспортировка мидий и устриц потребителю;
- 5) реализация продукции.

Молодь моллюсков подращивают до товарных размеров в толще воды или на грунте. Последняя методика сейчас непопулярна, так как выращиваемые на грунте двустворчатые засоряются песком и донными осадками. При выращивании же в толще воды они лучше обеспечены кормом, в меньшей степени подвержены нападению хищников, процесс очистки раковин облегчен. В связи со всеми перечисленными факторами в настоящее время во многих странах отдается предпочтение выращиванию моллюсков в толще воды: эта технология обеспечивает их быстрый рост и большой выход товарной продукции.

При подращивании моллюсков необходимы:

- 1) выростные устройства - садки, лотки, мешки;
- 2) приспособления для их размещения в толще воды -плоты, стеллажи, колья, столбы, ярусные устройства и т.д.

Выбирая методику выращивания моллюсков, следует учитывать их вид, биологические особенности, географические условия размещения хозяйства, имеющиеся у вас средства.

Спрос на рынке мидий в настоящее время превышает предложение. Хозяйства, чья деятельность связана с выращиванием этого морского деликатеса, а равно как и разведением устриц не в состоянии обеспечить вышеуказанными продуктами потенциального потребителя. Всем известно, что пищевая ценность, содержащаяся в мясе морских моллюсков, значительно выше, чем в мясе наземных животных.

Несмотря на то, что большая территория Российского государства континентальная, она все же имеет достаточно протяженную береговую линию. В ряде регионов, непосредственно прилегающим к морям, довольно легко можно заниматься разведением двустворчатых моллюсков, к которым относятся устрицы и мидии. Однако, выращивание мидий в пресной воде, равно, как и в морской, может стать довольно прибыльным занятием. Среди всех аквакультур одним из самых низко затратных считается разведение мидий в домашних условиях. К тому же оно не требует глубоких специальных познаний и сам процесс весьма прост.

Мидии проживают практически во всех морях к которым Россия имеет доступ. Это связано с тем, что для их нереста достаточно, чтобы температура воды составляла не менее 10-12 градусов по Цельсию. Чтобы молодые мидии успешно осели, к примеру, на искусственный коллектор, нужно, чтобы они покрылись бактериальной пленкой. Другими словами, их необходимо выставлять при достижении воды вышеуказанной температуры. Сам процесс, когда личинки мидий находятся в планктоне и до момента их оседания может достигать четырехнедельного срока.

В основу биотехнологии процесса выращивания мидий положен принцип эксплуатации мидийных хозяйств, где сбор личинок мидий и подращивание молоди происходят в естественной среде.

Биотехнический процесс выращивания мидий включает в себя следующие этапы (рис.36): сбор личинок на искусственные субстраты (коллекторы), подращивание осевших личинок мидий на коллекторах до товарных размеров, снятие урожая, контроль и реализация товарной продукции. Оптимальный срок установки коллекторов у побережья – период зимне-весеннего нереста (февраль – март). В случае слабого зимне-весеннего нереста коллекторы следует выставлять к поздне-весеннему нересту в апреле – начале мая. Точные сроки начала работ определяют ежегодно путем выяснения времени нереста мидии в районе культивирования. Для сбора личинок мидий в районах их оптимальной концентрации выставляют 50-метровые линейные ярусные носители, оснащенные 3,5- или 8-метровыми коллекторами. Для лучшего водообмена линии носителей располагают параллельно течению воды [8].

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 промысловой длины (менее 5 см), то дорощивание моллюсков продолжают еще 2-3 мес.

Выращенные мидии требуют паразитологического и санитарно-бактериологического контроля. Дополнительную очистку от токсичных веществ и патогенных для человека микроорганизмов можно не проводить, если мидии соответствуют техническим условиям, которые допускают содержание пяти клеток бактерий коли в 1 мл ткани мидии. Бактериальная обсемененность мидий техническими условиями не нормируется. Однако употребление в пищу в сыром виде мидий, выращенных в хозяйствах Черноморского побережья, недопустимо.

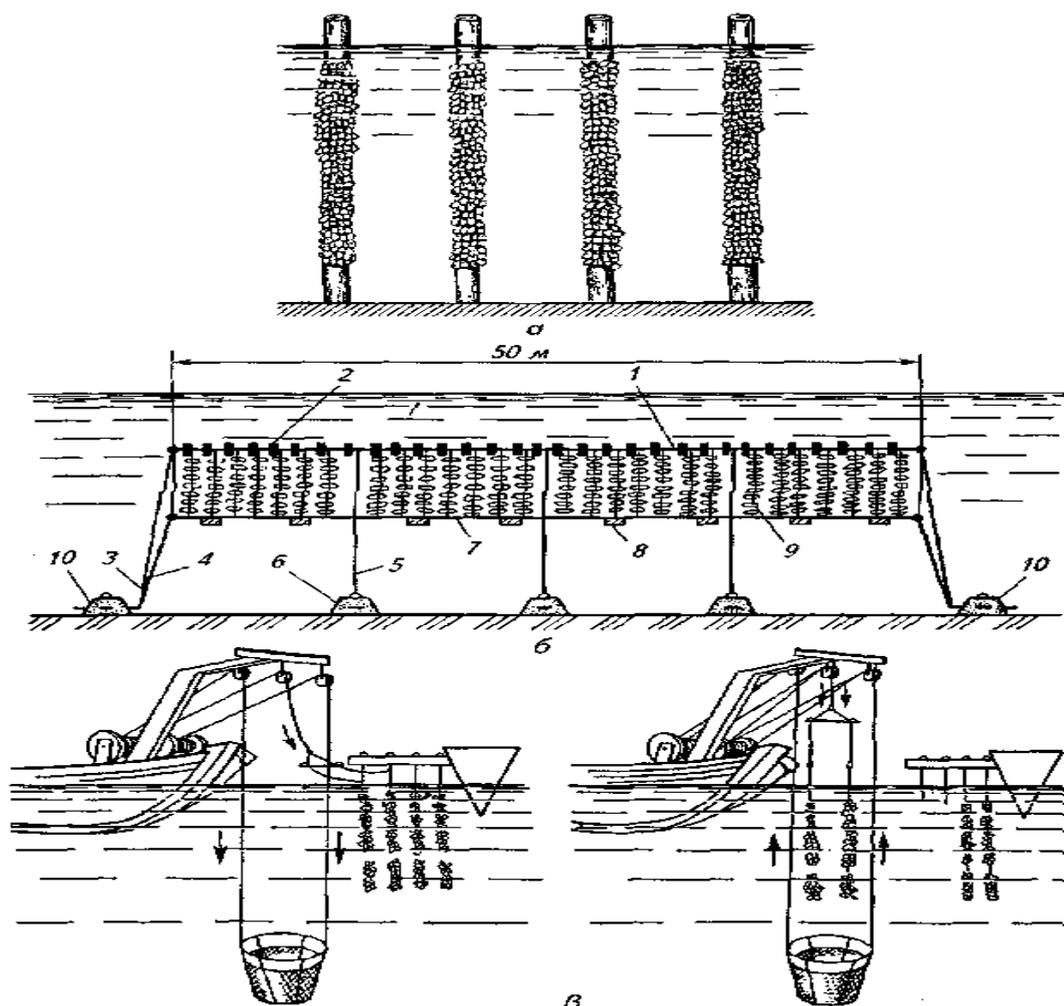


Рисунок 36 - Выращивание мидий на столбах (а), коллекторах (б) и уборка урожая товарных мидий с судов, оборудованных подъемником металлическими корзинами (в):

- 1 – несущий канат окружностью 30 мм (хребтина);
- 2 – пенопластовые наплавки;
- 3– боковая оттяжка;
- 4 – вспомогательная оттяжка;
- 5 – основная оттяжка;
- 6 – якорь;
- 7 –нижняя подбора;
- 8 – подвесной груз;
- 9 – коллектор;
- 10 – основной якорь.

Транспортирование живых мидий возможно в течение 1-3 сут при температуре минус 2 °С и 5-6 ч в деревянных ящиках с отверстиями или мешках, исключив прямое воздействие солнечных лучей.

Мидийный коллектор состоит из 6-миллиметрового капронового фала, свитого из двух 3-миллиметровых капроновых веревок с вплетенными в них 8-10 - сантиметровыми пенопластовыми пластинами размером 10,0x4,0x1,0 см. Длина коллектора с 30 пластинами 3,5 м, со 100 пластинами – 8,0 м. В зависимости от условий выращивания мидий срок эксплуатации

коллектора составляет предположительно 2 - 3 года с периодической заменой отдельных его пластин.

Мидии, выращиваемые на коллекторах, растут в течение всего года. Мидии весенней генерации вырастают за год в среднем до 46 мм, мидии зимней генерации достигают в длину 60-80 мм за 15 мес выращивания. Моллюски, обрастая коллектор по длине, распределяются по нему равномерно и мало различаются по размерам. В зимний период мидии с коллекторов не опадают, если на коллекторы собирают личинок моллюсков, обитающих на скалах. Средний выход мидий с 1 м коллектора за 12 мес. выращивания составляет 6,3 кг, за 16 мес. – 8,1 кг. Выход сырого и вареного мяса колеблется соответственно от 30 до 40 и от 14 до 18 % от общей массы мидии и зависит от сроков ее размножения.

Контрольные вопросы:

1. Какие типы хозяйств используются для выращивания беспозвоночных?
2. Основные объекты марикультуры среди беспозвоночных.
3. Биологические основы культивирования моллюсков.
4. Краткая характеристика моллюсков – основных объектов культивирования.
5. Способы выращивания мидий.
6. Факторы, стимулирующие культивирование моллюсков.

Литература [8]

ТЕМА 9 БИОТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ УСТРИЦ

9.1 Биология устриц

9.2 Технология выращивания устриц в полноциклических хозяйствах

9.2.1 Получение спата в питомнике

9.2.2 Кормление личинок

9.2.3 Осаждение личинок

9.2.4 Подращивание спата

9.2.5 Примерный календарь работ в устричном питомнике (с 12 марта по 21 августа)

9.1 Биология устриц

Устрицы - наиболее массовые культивируемые моллюски. Раньше их вылавливали в Атлантическом океане и морях северной части Тихого океана. В последнее время из-за изменения условий обитания моллюсков и интенсивного промысла районы распространения сократились. Сегодня культивируют 95% товарных устриц, а естественные устричные банки или отдельные поселения моллюсков служат местами сбора молодежи. Основной культивируемый вид двустворчатых моллюсков - гигантская устрица. Она распространена в Южно-Китайском, Желтом, Японском и Охотском морях.

В 1981 и 1985 гг. в Черном море были предприняты попытки искусственного выращивания гигантской устрицы, привезенной из залива Петра Великого (Японское море). В Черном море устрица плоская, или европейская, образовывавшая в 30-40-е годы XX века промысловые скопления на площади 33 тыс. га с общим количеством 80 млн моллюсков, сегодня находится на грани уничтожения. Бывшие многочисленные устричные банки в северо-западной части Черного моря (Егорлыцкий, Каркинитский, Джарылгачский заливы), в Керченском проливе, в районе Севастополя, у кавказских берегов (Гудаутская

банка) сейчас потеряли свое промысловое значение, и устрицы на них встречаются в незначительных количествах.

Культивирование устриц во многих странах мира, вселение перспективных видов моллюсков в новые районы значительно изменили представление о естественных границах районов их распространения. В настоящее время устриц можно обнаружить в разных прибрежных акваториях, в которых они раньше не встречались: их можно встретить у северных берегов Америки (американская, или виргинская устрица); в Австралии (австралийская, или сиднейская скальная устрица); в Португалии и Франции (португальская устрица), на Кубе (кубинская, или мангровая устрица); в Японии, Австралии, Новой Зеландии, Индии (индийская скальная, или японская устрица). Калифорнийская устрица распространена на западном побережье Северной Америки, плоская европейская устрица - на Атлантическом побережье Европы и Северной Африки, в Средиземном, Эгейском, Мраморном и Черном морях, филиппинская устрица - в прибрежных водах Филиппинских островов. В России устрицы обитают в Черном, Японском и Охотском морях.

Устрицы - типичные представители морских и солоноватых вод, чаще встречаются в литоральной зоне на плотных песчано-ракушечных или илисто-песчаных грунтах. Моллюсков можно обнаружить на твердых субстратах, раковинах, деревянных кольях, палках и других жестких предметах. На мягких илистых грунтах и в местах, заросших подводной растительностью, устрицы не встречаются. Особенно чувствительны моллюски к заиливанию и заносам песка, что неоднократно приводило к их массовой гибели. Повышение мутности воды резко снижает рост и развитие моллюсков. Устрицы обнаружены на глубине до 100 м, но их максимальные скопления сосредоточены на мелководных хорошо прогреваемых участках (до 10-20 м). Устричные гряды (банки) располагаются в защищенных от штормов мелководных бухтах, заливах, лагунах, а также встречаются и у открытых берегов. Плотность моллюсков на устричных банках различна. Оседая друг на друга, устрицы образуют друзы. Срастаясь и обрастая перфораторами раковин (полихетами, губками и др.), они приобретают неправильную, даже уродливую форму. Их практически невозможно отделить, не повредив раковин.

Высокая плотность поселений устриц гигантских наблюдается и на устричных банках залива Петра Великого в Японском море, где гигантская устрица встречается повсеместно - от эстуариев рек до островов в центральной части залива. В открытых зонах залива Петра Великого моллюски не образуют больших скоплений и сосредоточены в мелководных бухтах и лагунах. В северо-западной части Егорлыцкого залива в Черном море устричные банки располагались на глубине 1,5-3,2 м, в центральной - на глубине 3,8-4,2 м, где было сконцентрировано 41 % устриц плоских товарного размера высотой 6 см.

Отрицательное влияние на плотность устричных банок Черного моря оказывают биоценозы zostеры и филлофоры. Мидии, встречающиеся на устричных банках северо-западной части Черного моря, благодаря более высокой плодовитости, фильтрационной способности, темпу роста, могут конкурировать с устрицами. Влияние мидий средиземноморских на рост устриц плоских прослеживалось при выращивании моллюсков на коллекторах в юго-восточной части Крыма.

На мидиевой друзе коллектора встречались 1-2 устрицы размером до 6 см, хотя в начале выращивания осевших молодых устриц было больше - 6-8 экземпляров. Устрицы являются типичными теплолюбивыми моллюсками, поэтому их распространение в северных атлантических и тихоокеанских акваториях сдерживается низкой, недостаточной для размножения моллюсков температурой воды летом. Устрицы переносят значительные колебания температуры воды (от 0 до 40 °С), хотя при 8-15°С рост их прекращается. Оптимальная температура воды для жизни каждого вида устриц различна. Оптимальная температура для гигантских устриц в мелководных лагунах, заливах, эстуариях залива Петра Великого составляет 18-24°С, для устриц плоских с мелководных участков и заливов северо-западной части Черного моря - 16-24°С. Устрицы встречаются в водах с соленостью до 45‰.

Оптимальная величина солености воды для жизнедеятельности устриц находится в пределах от 15 до

36‰. Повышенная – 40 - 45‰ и пониженная – 4 - 10‰ соленость воды отрицательно сказывается на развитии и росте моллюсков. При высокой солености воды мясо устриц становится жестким и не очень вкусным, что резко снижает его товарное качество. Снижение солености воды приводит к образованию карликовых форм, нарушению протекания репродуктивного цикла, прекращению размножения и даже к гибели моллюсков. Устрицы способны длительное время находиться в анаэробных условиях. Это обстоятельство важно учитывать при биотехнических разработках, поскольку большинство устриц реализуют живыми. До реализации в связи с сортировкой, упаковкой, транспортировкой они некоторое время находятся вне воды. В этот период важно сохранить их высокие вкусовые качества. Процесс закаливания - содержание товарных устриц вне воды - сначала проводят непродолжительно, а затем постепенно увеличивают время до 48-72 ч, чтобы выработать у моллюсков способность перехода на анаэробное дыхание. При температуре 17°C продолжительность нахождения гигантских устриц в анаэробных условиях не должна превышать 4-5 сут., а при 12°C - 8-10 сут. Молодых особей (спат) можно содержать вне воды в течение 1-3 сут., предохраняя от воздействия прямых солнечных лучей и сильного обсыхания. Кислородный режим, благоприятный для обитания устриц, находится в пределах 5-9 мг.л⁻¹ и может изменяться в зависимости от условий обитания и сезона года. Максимум потребления кислорода устрицами наблюдается в периоды размножения. В России благоприятными для развития устриц являются Крымское и Кавказское побережья (Черное море), заливы Амурский, Уссурийский, Стрелок, Восток, а также отдельные бухты и залив Петра Великого (Японское море), лагуна Буссе (Охотское море), где есть природные поселения устриц плоских и гигантских.

Раковина устриц неравносторонняя, образована двумя створками различной формы: неправильно-округлой, овальной, удлинённой и др. Левая нижняя створка более массивная, толстостенная, выпуклая, правая - менее массивная, уплощенная. Нижней левой створкой устрицы прикрепляются к субстрату. Форма створок моллюсков зависит от субстрата оседания личинок молоди. Поверхность створок устриц грубая, с выраженными широкими радиальными ребрами или складками и приподнятыми концентрическими пластинами. Линии нарастания на поверхности створок, возникающие из-за неравномерности роста, не всегда хорошо просматриваются. Створки раковин образованы внешним конхиолиновым слоем и основными карбонатными слоями. Раковина устриц в основном состоит из карбоната кальция (93-97%). В ней также содержится небольшое количество воды, органические вещества, ряд микроэлементов. Соединение створок происходит за счет внутреннего лигамента. Он также раскрывает створки раковин, когда мускул-замыкатель (аддуктор) находится в расслабленном состоянии. Смыкание створок осуществляется одним мускулом-замыкателем, разделенным на два отдела: больший (передний) и меньший (задний). Передний отдел состоит из поперечно исчерченных мускульных волокон, задний - из гладких. Тело устрицы покрыто мантией, состоящей из двух мантийных складок, соединенных на спинной стороне. Обособленных вводных и выводных отверстий нет, ноги также нет. Пищеварительная система начинается ртом, расположенным на спинной стороне спереди между двумя парами боковых треугольных ротовых лопастей. Из ротового отверстия пища попадает в пищевод, переходящий в мешковидный желудок. В нем имеется мешочек, эпителий которого выделяет кристаллический стебелек (студенистый ферментный стержень). Стебелек тонкий, прозрачный, состоит из белковых веществ студенистой консистенции. Постепенно растворяясь, стебелек выделяет пищеварительный фермент. Жабры расположены по бокам тела в мантийной полости. Их листочки выпянуты в тонкие длинные нити, перегнутые пополам, образуя нисходящее, а затем восходящее колено. Жаберные нити, нисходящее и восходящее колено связаны перемычками, и конец каждого листочка срастается с мантийными складками. Вода поступает в мантийную полость устрицы, омывает жабры и на задней стороне тела выходит наружу. Кровеносная система незамкнутая. Сердце имеет одно предсердие. От сердца отходит артериальный ствол, в дальнейшем разделяющийся на несколько артерий. Кровь бесцветна. Пройдя через органы тела, почки, она попадает в жаберные артерии. Окислившись, кровь по жаберным венам поступает в предсердие. Выделительная система состоит из двух почек (нефридиев), имеющих вид трубчатых

мешков. В почке расположено два отверстия, одно из них сообщается с окологердечной сумкой, другое - с мантийной полостью у основания жабер. Нервная система состоит из двух пар нервных узлов (ганглиев) - головных и внутренностных. Головные ганглии расположены по бокам пищевода, внутренностные - на нижней поверхности аддуктора. Органы чувств развиты слабо. Половые железы (гонады) парные, располагаются в области нижней петли кишечника. Половые протоки, представленные короткими трубочками, выводят гаметы в мантийную полость.

Устрицы - раздельнополые и гермафродитные моллюски, у которых наблюдается чередование полов: сначала особь функционирует как самка, а затем как самец. При смене пола чаще встречаются начальные мужские фазы. Соотношение полов у раздельнополых устриц практически равное, и количественные сдвиги в естественных популяциях в сторону самцов или самок связаны с условиями обитания, питания, физиологическим состоянием и возрастом моллюсков. У годовиков гигантских устриц в заливе Петра Великого количество самцов несколько выше, чем самок, но с возрастом соотношение самок и самцов выравнивается. У этих же моллюсков, обитающих в неблагоприятных выростных условиях, наблюдается преобладание самцов над самками. В естественных поселениях плоских устриц северо-западной части Черного моря количество самок меньше, чем самцов. Половой зрелости устрицы достигают на ранних стадиях развития, в основном на первом году жизни. У гигантских устриц залива Петра Великого зрелые половые продукты обнаружены уже среди месячных особей.

Устрицы естественных поселений Черного моря становятся половозрелыми на втором и третьем году жизни. Пол у устриц можно определить гистологически или просмотром гонад в преднерестовый период под микроскопом. Среди устриц наблюдается наружное (во внешней среде) и внутреннее (в мантийной полости моллюска) оплодотворение. В репродуктивном цикле устриц можно выделить ряд стадий: преднерестовую, нерест, после нерестовую, роста и созревания. Время наступления и продолжительность каждой зависят главным образом от физиологического состояния моллюсков, условий обитания, температуры воды. Конкретному виду устриц присущи характерные особенности репродуктивного цикла и сроки протекания его стадий. У гигантских устриц залива Петра Великого выделяют периоды: нерестовый (июнь-середина июля), после нерестовой перестройки (сентябрь-середина января) и накопления (март-май). Сроки нереста устриц могут сдвигаться и происходить в разные сезоны. В Егорлыцком заливе нерест европейской плоской устрицы протекает с мая по июнь. Массовый нерест моллюсков происходит за 10 - 20 сут. В отдельные годы у устриц наблюдалось 2 - 3 пика нереста продолжительностью 5 - 8 сут., что было связано с высокой температурой воды залива. За один одновременный нерест в течение нескольких часов раздельнополая гигантская устрица способна выметать в воду до 100 млн яиц, после чего происходит их оплодотворение спермиями. Сперматозоид устрицы состоит из головки, среднего отдела и хвоста. Головка сперматозоида включает акросому и ядро. В средний отдел сперматозоида входят четыре эллиптические митохондрии, расположенные под углом друг к другу. Хвост (жгутик) представляет коническую нить, состоящую из девяти цилиндрических трубочек, на которой имеется пара узелков (связок). Длина сперматозоида - около 40, а головки, включая среднюю часть, - 2 мкм.

Оплодотворенные яйца делятся неравномерно. Тип дробления - спиральный. Образующиеся в процессе эмбрионального развития личинки подобны личинкам двусторчатых моллюсков. У устриц существует инкубационный период развития личинок в мантийной полости моллюска. Длительность инкубационного периода непосредственно зависит от температуры воды. У европейских плоских устриц, обитающих в Егорлыцком заливе, он длится 8-10 сут. при температуре воды 16,2-19,0°C. Процент плоских европейских устриц с личинками в мантийной полости колеблется от 14,9 после холодных зим до 39,8 после теплых зим.

Личинки устриц, развивающиеся во внешней среде, мельче личинок, развивающихся из яиц, оплодотворяющихся спермиями в мантийной полости. В личиночном развитии устриц прослеживается ряд стадий: трохофора, велигер (парусник), великонхи, спат (прикрепившаяся к субстрату личинка). По мере развития личинки у нее образуются новые органы, свойственные определенной стадии. Развитие личинки-

трохофоры устриц происходит во внешней среде. На стадиях велигер и великонхи развитие подобно личинкам двустворчатых моллюсков, хотя для каждого вида устриц характерны свои особенности протекания метаморфоза. Личинка-велигер европейской плоской имеет полукруглую равностворчатую слегка неравностороннюю раковину с прямым замковым краем. Средняя длина- 136, высота - 119, длина замкового края - 70 мкм. Раковина прозрачная, бесцветная. Замковый край с прямоугольными зубами, двумя впереди и одним сзади, разделенными гладким пространством. Внешнее строение велигера европейских плоских устриц типично для двустворчатых моллюсков. Личинки-великонхи имеют неправильно-круглую, неравностворчатую раковину с левой, более выпуклой створкой и развитой макушкой. Средние размеры великонхи составляют 270-322 мкм. Замок состоит из прямоугольных зубчиков (2 впереди и 3 сзади), разделенных гладким пространством. Раковина бесцветная с концентрическими четкими и широкими линиями. По краю раковины расположена затемненная штриховка. Продолжительность пелагического периода (время нахождения личинок в планктоне) зависит от многих экологических условий среды обитания (температуры, солености, кормовой базы и др.). Ежегодного постоянного в сроках нахождения личинок устриц в планктоне и оседания не прослеживается, хотя многолетние наблюдения позволяют прогнозировать эти сроки. Для биотехнических разработок важно знать горизонты распределения личинок в толще воды.

Личинки-велигеры плоских устриц располагаются главным образом в верхнем слое воды (0-45 см), где их количество достигает 91%. Личинок-великонхи в этом же слое значительно меньше (20,2-24,2%). Зная сроки и продолжительность нахождения личинок устриц в планктоне, распределение их в толще воды, можно правильно определить время постановки коллекторов для сбора молоди устриц. Перед оседанием личинки-великонхи переходят к донному образу жизни. У них резко увеличиваются размеры ноги. Такую личинку называют педивелигер.

Прежде чем окончательно закрепиться, она активно ищет подходящий субстрат. Педивелигер отличает гладкую поверхность от грубой, светлые места - от темных, реагирует на химические вещества, входящие в состав субстрата. Цвет субстрата, его размещение в толще воды влияют на плотность оседания личинок. Личинки плоских устриц при выборе субстрата предпочитают светлые участки, горизонтальное расположение вертикальному. Они лучше оседают на зернистые поверхности и на собственные створки. Личинки плоских устриц в северо-западной части Черного моря оседают с середины июня до начала сентября. Максимальный пик оседания личинок (до 9 тыс. экз. на 1 м² коллектора) наблюдается в июне, интенсивность же зависит от их численности в планктоне и условий среды обитания. Наибольшее количество личинок оседает на коллекторы из че-репицы (до 2 тыс. экз./м²), створок устриц (0,21-4,5 тыс. экз./м²) мидий (0,23-4,0 тыс. экз./м²). Максимальное количество прикрепляется к внутренней поверхности створок раковин моллюсков, предпочитая их края. Оседание личинок устриц носит групповой характер.

Закрепление осевших личинок к субстрату происходит за счет цементирующего вещества, выделяемого молодыми моллюсками. В цементирующем веществе личинок плоских устриц определены наружная, внутренняя, периферическая зоны. Во внутренней и периферической зонах преобладают вертикальные, в наружной - горизонтально ветвящиеся волокна. Закрепление личинок происходит в течение первых минут, и через несколько часов молодь устриц способна выдерживать сильные потоки воды.

По мере развития моллюсков на их створках появляются линии нарастания, образующие зоны роста. Сначала они небольшие, но за несколько дней их ширина увеличивается.

В дальнейшем в течение нескольких недель нарастание зоны не происходит (в зависимости от вида устриц). Устрицы растут неравномерно. Наиболее интенсивный линейный рост у осевшей молоди наблюдается в первые месяцы после закрепления на субстрате, хотя происходит практически с мая по октябрь. Максимальные величины прироста массы плоских устриц отмечены в конце июля - начале августа, минимальные - в октябре.

К осени (октябрь) сеголетки достигали размеров 14,7-35,3 мм и общей массы - 0,63-3,6 г, но среди них наблюдалась высокая смертность- от 38,4 до 68,3% (от момента оседания личинок на субстрат). На темп роста

выращиваемых устриц влияет и нахождение на их раковинах и на выростном субстрате сопутствующих организмов-конкурентов: баянусов, асцидий, мшанок, губок и др. Поселяясь на створках раковин плоских устриц, они способны вызвать существенный отход моллюсков (95-97%) и снизить темпы их роста по сравнению с устрицами, находящимися на очищенных раковинах или пластинах коллектора. Подрастающий спат желательно размещать на свободной площади субстрата.

Свободное поселение устриц на субстратах позволяет повысить темп их роста, придать створкам более правильную форму. На рост молоди устриц влияет температура воды. Ее снижение в осенне-зимний период приводит к замедлению обменных процессов и темпа роста моллюсков, а затем к остановке линейного роста. Если поместить устриц в естественные акватории, где температура воды выше 15 °С, то рост их не прекращается. Повышение температуры выше допустимого предела оптимальной температуры жизнедеятельности устрицы также отрицательно влияет на темп роста, поскольку происходит понижение абсолютного содержания растворенного кислорода, что приводит к нарушениям обменных процессов в организме моллюска. Рост устриц обусловлен их фильтрационной деятельностью.

Скорость фильтрации многих видов устриц различна и зависит от физиологического состояния моллюсков, их возраста, размеров, температуры воды, солености, содержания растворенного кислорода, сезона года, условий среды обитания. На снижение темпов линейного роста устриц влияет процесс созревания гонад. Устрицы плоские размером 10-40 мм в вегетационный период (май-сентябрь) росли непрерывно, но среди особей больших размеров (41-90 мм) наблюдалось замедление и даже приостановление темпов роста в период нереста (июнь). Наиболее интенсивный линейный рост плоских европейских устриц отмечен в июле, после нереста.

Рост устриц зависит и от солености воды. Личинки и взрослые особи устриц гигантских выносят колебания солености от 10 до 35‰, устриц плоских - от 10 до 28‰. Снижение солености воды отрицательно сказывается на жизнедеятельности моллюсков. Молодь плоских устриц погибает при солености 5‰ через 5-10 суток. По мере увеличения размеров раковины темп линейного роста устриц уменьшается. Максимальная скорость роста плоских устриц наблюдается среди молоди размером 11 -20 мм (147,1%), а минимальная - среди крупных устриц размером 81-90 мм (4,5%). Темп линейного роста снижается быстрее, чем роста массы. У моллюсков размером свыше 61 мм увеличение общей массы происходит за счет нарастания массы створок раковины, а не тела (мягких тканей). У устриц размером 50-60 мм нарастание общей массы происходит, наоборот, за счет нарастания массы тела, а не створок. Скорость роста устриц естественных поселений зависит и от географического положения районов их обитания. Американская устрица в Мексиканском заливе достигает размеров 8-9 см за 2 года, в проливе Лонг-Айленд - за 4 года. Европейская плоская устрица на Атлантическом побережье Франции вырастает до 6 см за 3 года, а на естественных устричных банках Испании - за 1 год. В водоемах, где наблюдаются резкие колебания температуры воды, усиленная волновая деятельность, вызывающая повышение мутности и снижение интенсивности питания, загрязненность промышленными и бытовыми стоками, патогенными микроорганизмами и вирусами, скорость роста устриц снижается, что отрицательно отражается на их жизнедеятельности. Продолжительность жизни плоской европейской устрицы у берегов Англии, Франции - 30-35 лет, в Черном море -14,3 года. На устричных банках пролива Лонг-Айленд обнаружена 40-летняя американская устрица.

По способу добычи основных компонентов пищи устриц можно отнести к фильтраторам. Питаются они главным образом диатомеями и простейшими, включая голых жгутиконосцев. Высокое содержание детрита (96,6%) в пище устриц Черного моря показывает, что основными формами пищевого спектра являются диатомовые водоросли. Плоские европейские устрицы Егорльцского залива питаются в основном детритом, а из организмов фитопланктона существенное значение имеют 6-8 видов диатомовых и 2 вида динофлагеллят.

Изучение состава пищи и подбор кормов для личинок устриц являются важным этапом биотехнических работ по выращиванию моллюсков интенсивными методами.

Разработка плавучих устройств для промышленного выращивания морских организмов значительно расширила потенциальные возможности марикультуры во многих регионах мира. Основные их преимущества заключаются в том, что, во первых, эти устройства можно применять в тех районах, где морское дно непригодно для создания обычных плантаций моллюсков, и, во вторых, при использовании подвесных устройств легче контролировать хищников. Однако многие страны при культивировании устриц эксплуатируют старую технику, в основном это стационарные коллекторы.

Устрицу европейскую разводят в Великобритании, во Франции, Дании, Испании, и даже в Норвегии, спата завозят из Франции. Этот вид устрицы в последние годы стали успешно культивировать в Канаде и Америке. Во Франции хозяйства по разведению устриц размещают в приливной зоне полуострова Бретань. Заливы и фьорды, в которых выращивают моллюска, защищены от сильных штормов и находятся в сублиторальной зоне. Здесь высокое содержание кислорода - до 90%, постоянная морская соленость - 31-33‰ и наблюдаются незначительные колебания температуры воды. Питательная база на мелководьях, каждый раз омываемых свежей морской водой, обильна. Кроме того, по рекомендации ученых специалисты устричных хозяйств удобряют полузакрытые бухты, тем самым увеличивая кормовую базу в районе плантаций, и собирают устричный спат в очень строго регламентированные сроки. Коллекторы для сбора спата представляют собой керамические полу-цилиндрические плиты длиной 30 сантиметров. Плиты укладывают рядом попарно вниз вогнутой стороной и закрепляют проволокой по пять-шесть пар. Это сооружение выкладывают на специальные деревянные платформы и размещают в бухты на высоте 17-28 см от дна, здесь его оставляют до зимы. За это время устричная молодь полностью заполняет плиты коллекторов.

К зимнему периоду ее снимают с плит и перекладывают на грунт банок, где морские устрицы отлично растут до товарных кондиций.

Французские гурманы больше всего ценят голубых европейских устриц. Эти моллюски, как отмечает известный гидробиолог А. К. Виноградов, поставлялись в XVII-XVIII веках для французского королевского двора. В рацион питания моллюсков входит диатомовая водоросль, известная под названием «голубая навикула». Пигмент мареннин переходит из водорослей в ткани устриц и придает им своеобразную окраску. В настоящее время разработана технология получения чистого раствора пигмента. Помещенные в него устрицы приобретают характерный цвет и вкус в течение 10 часов. В конце XIX - начале XX столетия культивирование устриц во Франции стало довольно доходным предприятием. Однако в 1907 году произошел трагический случай. Выращенная партия устриц была распродана полностью. Моллюсков устриц ели 31 человек, и все они заболели, а четверо скончались. Оказалось, что садки с раковинами некоторое время находились в канаве, куда попадали сточные воды местной больницы. Власти организовали комиссию, в газетах появились разные статьи, призывающие полностью запретить искусственное разведение устриц.

Ситуация сильно обострилась. Знатный французский ученый Фабр Домерг сделал заключение, что морские устрицы, находящиеся около сточных вод, канав, хорошо растут, но могут заразиться патогенными бактериями. Его дальнейшие исследования показали, что инфицированные моллюски, перемещенные на три дня в отделения с проточной профильтрованной чистой водой, самостоятельно очищаются от вредных возбудителей опасных для жизни болезней. Таким образом удалось всем доказать, что морские устрицы можно отлично выращивать даже вблизи неблагополучных источников сбросных вод, но перед самой продажей их всегда необходимо выдержать в специальных очистительных бассейнах-водоемах. Очистка теперь стала обязательным этапом в процессе культивирования моллюска.

9.2 Технология выращивания устриц в полноциклических хозяйствах

Современное население даже приморских городов не знает о былом развитии устрицеводства на Чёрном море. Потребление устриц народами, населяющими Крым и северо-западную часть черноморского бассейна, прослеживается (по раскопкам) уже с античных

времен. В последние 200 лет черноморская устрица *Ostrea edulis* продолжительное время активно потреблялись только жителями приморских городов. Но с постройкой в конце 70-х годов 19 века Лозово-Севастопольской железной дороги, связавшей Крым с центральной Россией, стали вывозить живых устриц в крупные города России и в Европу.

Возросший спрос на устриц повысил цены, что существенно сказалось на расширении промысла. Ежегодно в конце 19 века - в начале 20 ст. у берегов Крыма и Кавказа добывалось около 11-12 млн. шт. устриц. Проводимый интенсивный промысел в короткое время привел к обеднению устричных банок, что и послужило причиной организации устрицеводства, получившего к тому времени распространение во Франции. Предприниматель г-н Штоль, занимавшийся экспортом устриц из г. Севастополя в центр России, в 1881 г. в Южной бухте организовал первое садковое хозяйство для выращивания устриц. В 1884 г. В.А. Штолю было разрешено создать в балке Голландия (г. Севастополь) устричный завод. В 1885 г. на очищенное морское дно было положено 30 тысяч устриц и ко времени размножения помещены коллекторы для сбора молодежи - фашины (связки прутьев). Опыт прошёл успешно: на коллекторах прикрепилось 800 тыс. молодых устриц, размером с двухкопеечную монету. Хотя при сильном шторме устрицы были потеряны, тем не менее, возможность сбора молодежи устриц в естественных условиях была доказана [8].

В 1894 г, по инициативе В.А. Штоля, было организовано единственное в России полуциклическое устричное хозяйство, называемое «Первое Русское товарищество устрицеводства на Чёрном море». На заводах товарищества спат устриц, собранный на естественных банках, подращивали в лотках и в садках до товарного размера. Позднее было организовано устричное хозяйство в Хорлях (Каркинитский залив) - устричный завод Фальц-Фейн. Также существовали три устричных завода: Кинжалова, Колбасьева и Динакса. В отдельные годы вывоз устриц из Севастополя составлял 150 т. Устриц охотно раскупали и за рубежом. Заводы в Севастополе успешно функционировали до 1-ой Мировой войны.

В период 1-ой Мировой войны устрицеводство пришло в упадок, а в последующие годы было полностью ликвидировано. Попытка возрождения устрицеводства была предпринята в 60-е годы, когда было решено организовать в Егорлыцком заливе (Николаевская обл.) Егорлыцкое опытно-промышленное устричное хозяйство (ЕОПУХ). К сожалению, строительство устричного завода совпало со временем массового распространения раковинной болезни устриц, приведшей к их гибели и, поэтому, к невозможности организации устрицеводства. Отмечалось, что устричные банки в Чёрном море сильно пострадали от переэксплуатации ещё в 20-е и 30-е годы прошлого столетия. Затем деградация банок усилилась за счёт хищничества, производимого вселенцем - брюхоногим моллюском рапаной, который широко распространился в 50-е и 60-е годы, а довершила разрушение устричных запасов в 60-е и особенно в 70-е годы - раковинная болезнь, вызванная морским микрогрибом *Ostracoblabe implexa*. В настоящее время черноморская устрица *O. edulis*, отличающаяся отличными вкусовыми качествами, полностью исчезла в прибрежной зоне Болгарии, Румынии, в северо-западной части Чёрного моря и изредка встречается у берегов Крыма и Северного Кавказа. Она занесена в Красные книги Украины и России[8].

Возникла необходимость в акклиматизации устрицы другого вида, более устойчивого к болезням. Выбор пал на тихоокеанскую устрицу. Тихоокеанская устрица *Crassostrea gigas* Thunberg, которую также называют гигантской, либо японской устрицей является в настоящее время в мировом устрицеводстве основным объектом культивирования. Само же устрицеводство, достигнув производительности 4,7 млн. тонн в год, стало лидирующей отраслью в марикультуре. Подавляющая часть мирового объёма продукции устриц (более 60%)

приходится на тихоокеанскую устрицу. Высокая экологическая и биологическая пластичность, переносимость колебаний солёности и температуры (эвригалинность и эвритермность), устойчивость к заболеваниям, хорошие вкусовые качества и высокие темпы роста - вот основные причины интродукции этого вида в различные районы Мирового океана. Изначально эта устрица была распространена в прибрежной зоне Японии, России (Японское море), Кореи и Китая. В этих акваториях устрицы образуют банки до глубин 5 - 10 м, хотя наиболее плотные поселения встречаются на глубинах 1,5 - 3 м.

Первая группа годовиков *C. gigas* была завезена в Чёрное море в апреле 1980 г., а сеголеток - в начале октября 1981 г. (в лагуну у мыса Большой Утриш и в Егорлыцкий залив). Устриц перевозили из Японского моря в изотермических ящиках при температуре 12 – 15°C. Время транспортировки - 90 часов. В основу интродукции устриц в Чёрное море был взят метод аквакультурной акклиматизации, который заключается в поэтапной акклиматизации устриц с целью их последующего товарного выращивания. Предварительно устрицы прошли карантин в рыбоводных ваннах в проточной морской воде без стока в море. По результатам исследований ЮгНИРО МРХ СССР адаптация тихоокеанской устрицы к условиям Чёрного моря прошла успешно, поэтому *C. gigas* была рекомендована к выращиванию в Чёрном море.

Подводя итог уже почти 30-ти летнему периоду существования тихоокеанской устрицы в водах Чёрного моря, можно констатировать, что этот вид хорошо адаптировался к новым условиям; признаки массовых заболеваний не отмечались; устрица обладает высоким темпом роста и выживаемостью. Ввиду её малочисленности, разведение *C. gigas* должно проходить через этап питомника.

В настоящее время на Чёрном море используются две технологии выращивания гигантской устрицы: полуцикличная и полноцикличная. Полуцикличная технология основана на подращивании до коммерческого размера спата, купленного в специальных питомниках. Устричное хозяйство, работающее по полноциклической технологии, само производит посадочный материал, который выращивает до товарного размера.

Ниже подробно рассматривается полноциклическое выращивание устриц, включающее этап полуциклического выращивания. На рисунке 37 приведена схема полноциклического выращивания гигантской устрицы.

9.2.1 Получение спата в питомнике

Процесс выращивания начинается в питомнике - своеобразном «родильном доме» и «детском саду» для устриц. Питомник - это единственное место, где используют выращенные корма (одноклеточные морские водоросли) для кормления личинок молоди, а также их родителей, которых в животноводстве принято называть производителями.

Из питомника жизнестойкая молодь (устричный спат) поступает на морские фермы для дорастивания. В прошлом, до 70-х годов прошлого века, устрицеводство было полуциклическим, однако необходимость повышения надёжности функционирования устричных хозяйств вынудила устрицеводов разрабатывать технологию искусственного получения посадочного материала. Первые питомники возникли в Северной Америке (США, Канада), а затем они распространились в Европе. В настоящее время свыше 90% устричных хозяйств США и Канады закупают спат в питомниках. Сбор (каптаж) спата в море не всегда давал хорошие результаты. Урожайные на спат годы перемежались неурожайными. Кроме этого, спат вместе с громоздкими коллекторами, нередко приходилось перевозить за десятки и сотни километров к местам его дорастивания, что сопровождалось и отходом спата, и распространением

возбудителей болезней и других нежелательных переселенцев.



Рисунок 37 – Схема полного цикла выращивания гигантской устрицы

Питомник совершенно необходим для получения посадочного материала при выращивании, как в случае с гигантской устрицей, новых (акклиматизируемых), либо редких видов гидробионтов (водных организмов). Однако и при выращивании массовых видов эксплуатация питомника позволяет:

1. Снизить риск в обеспечении посадочным материалом.
2. Растянуть сезон получения спата и эффективнее использовать морскую ферму. Спат в питомнике можно получать в любое время года.

3. Проводить селекционные работы, которые можно выполнять, как при подборе производителей, так и при отборе личинок и спата.

4. Получать триплоидный спат, отличающийся от обычного (диплоидного) высоким темпом роста и вкусовыми качествами.

Практически, окончательное принятие решения о проектировании и строительстве питомника возможно только после выполнения ряда предварительных работ, а именно необходимо убедиться, что:

1. Морская вода в районе будущего питомника не содержит в течение всего года загрязнений в концентрациях, превышающих соответствующие ПДК. Этот пункт исключительно важен, поэтому должны быть выполнены все необходимые гидрохимические анализы, а также желательно проверить качество местной морской воды в опытах на выживаемость и рост личинок устриц и микроводорослей. Необходимо также выяснить возможность получения скважинной морской воды, которая обычно гораздо менее загрязнена и практически не подвержена влиянию несанкционированных выбросов загрязнителей предприятиями и судами.

2. Законодательство, местные административные и контролирующие органы, не запрещают организацию питомника в данном месте. Для получения разрешений потребуется дать прогноз влияния питомника на окружающую среду.

3. На исследуемой акватории имеются здоровые поселения моллюсков, выращивание которых планируется осуществить. В случае интродукции новых видов этот пункт не рассматривается.

4. На выделенной территории имеются все необходимые инфраструктуры (электричество, водопровод, газ, телефон, подъездные пути и т.д.).

5. Можно найти квалифицированных специалистов с редкой профессией для выполнения сезонных работ в данной местности.

6. Имеется возможность организации надёжной охраны.

Питомник желательно располагать не у открытого берега, а на берегу бухты. Это позволит свести к минимуму длину заборной трубы и снизить высоту площадки над морем. Забор воды следует сделать на глубине с минимальными колебаниями температуры и солёности воды. Это может быть глубина 20 м; во всяком случае, ниже термоклина, что необходимо для снижения концентрации планктона и неживой взвеси в воде. Желательно также выяснить возможность запитки питомника из скважины. Скважинная вода обычно чище, но её необходимо предварительно насыщать кислородом. Последующая обработка воды (фильтрация, насыщение кислородом и стерилизация) делает её приемлемой для нужд питомника.

Проектирование питомника. Конструктивные особенности питомника зависят от местных условий, планируемых задач (производство спата только для собственных нужд, или для реализации; сезонная или круглогодичная работа питомника и т.д), а также от объёма финансирования для создания питомника. При разработке конструкции предпочтительно использовать модульный принцип, что позволит в дальнейшем выполнять с минимальными затратами модернизацию, либо расширение питомника. Лучше, иметь переносные баки и ванны, сделанные из пластика, чем работать в стационарных бетонных бассейнах и аквариумах различных размеров. В первом случае возможны модификации участка и даже выполняемых на нём задач, а во втором - жёсткие стабильные структуры сильно затрудняют возможность каких-либо преобразований. Нелишне напомнить, что возможна эксплуатация и деревянных бассейнов, представляющих собой деревянный короб с внешними рёбрами жёсткости и с

внутренним покрытием из стеклопластика. Модульность также заключается в разбивке площади здания питомника на отдельные функциональные блоки (участки). Пол и стены питомника покрываются влагостойкими и легко моющимися материалами, например керамикой.

Структура питомника и элементы биотехники получения спата.

Несмотря на внешние различия многочисленных современных питомников, в функциональном отношении все они принципиально не различаются. Типичный питомник состоит из следующих участков:

1. водоподготовки (морской воды);
2. компрессорного хозяйства;
3. отбора и кондиционирования производителей;
4. искусственного нереста;
5. выращивания личинок;
6. осаждения личинок на коллекторы;
7. подращивания молоди (спата);
8. выращивания кормовых одноклеточных водорослей.

Осуществляется кондиционирование и кварцевание воздуха помещений, предназначенных для выращивания личинок и культивирования одноклеточных водорослей.

1. *Участок водоподготовки и распределения морской воды.* Оборудование и материалы, соприкасающиеся с морской водой, не должны включать металлические детали. Все металлы и сплавы, за исключением титана и в некоторых случаях чугуна, не должны использоваться в марикультуре. Токсичными являются и пищевая нержавеющая сталь и пищевой алюминий. Крайне токсичными для личинок и микропланктона является медь и её сплавы: латунь, бронза. С самого начала необходимо обследовать оборудование, особенно насосы, краны, патрубки на наличие металла.

Повторим, что титановые изделия не токсичны, но медь, даже в незначительных количествах, способна уничтожить всех личинок и культивируемые водоросли. Поэтому всё оборудование должно быть изготовлено только из пластмасс (поливинилхлорид, полиэтилен, силикон, стеклопластик и т.д.), стекла, керамики, дерева и в течение двух месяцев промыто морской водой. Возможно ограниченное применение стальных и чугунных изделий, но при условии, что все металлические поверхности будут покрыты слоем пластмассы.

Внутренняя поверхность трубопроводов должна периодически очищаться от оседающих и развивающихся организмов - обрастателей. Поэтому монтаж трубопроводов должен производиться с помощью разборных соединений, а трубопроводы не должны включать слишком длинные участки, которые трудно будет вычистить. Можно продублировать трубопроводы, что позволит проводить их ремонт и чистку без остановки технологического процесса.

Водоподготовка включает следующие операции (с учётом принятой выше производительности питомника):

- забор морской воды погружным насосом, производительностью 10 м³/час;
- подача воды в накопительный бассейн объёмом 50 м³;
- предварительное аэрирование воды в накопительном бассейне;
- предварительная очистка воды фильтрационной установкой (песчаный фильтр и центробежный насос), производительностью 10 м³/час;
- подача воды, прошедшей предварительную очистку, на участки кондиционирования производителей и подращивания спата;

- дальнейшая фильтрация воды через фильтры картриджи с конечным размером пор 1 мкм в объёме 10 м³ в сутки. Подача этой воды на участки выращивания и осаждения личинок;
- тонкая фильтрация воды через бактериальный фильтр (размер пор 0,22 мкм), стерилизация фильтрованной воды проточным ультрафиолетовым стерилизатором и подача её на участок кормовых водорослей (1,5 м³/сут.).

2. *Компрессорное хозяйство.* Данный участок состоит из двух воздуходувок производительностью 90 м³/час каждая, давление 300 мбар (0,3 атм.) и системы трубопроводов, подающих воздух в ёмкости с производителями, личинками, спатом, кормовыми водорослями, а также в накопительный бассейн. Воздух, поступающий в культуры водорослей, проходит через бактериальный фильтр.

3. *Отбор и кондиционирование производителей.* Начинающие устрицеводы, а также исследователи, изучающие биологию моллюсков, иногда обходятся без этапа кондиционирования и начинают работы сразу с проведения искусственного нереста. Для этой цели берут моллюсков из моря с уже сформировавшимися гаметами, что в районе Севастополя обычно начало этого периода приходится на 15-20 июня. Однако в промышленном питомнике, получающий спат круглогодично, обязательно должен реализовываться этап кондиционирования производителей, что при соблюдении оптимальных условий их содержания является залогом получения качественных гамет и, следовательно, жизнестойкой молоди. Температура воды, в которой содержатся устрицы-производители должна находиться в пределах 16-17 °С, которая является достаточной для созревания гонад, но низкой для начала нереста.

Если в проектируемом питомнике предусматривается производство спата в разные сезоны года, то в этом случае для производителей выделяется отдельный изолированный участок с регулируемой температурой воды и продолжительностью светового периода. При производстве спата только в летний период, временный участок кондиционирования можно разместить в помещении для выращивания личинок.

Производителей подбирают в зависимости от их размера, формы, внешних показателей их состояния и от скорости роста. Собирают группу из моллюсков, взятых из разных поселений. Возраст производителей находится в пределах 1-4 года, что обеспечивает баланс полов (среди устриц старших возрастов чаще встречаются самки). Часть производителей берут из собственного маточного стада, а часть из природных банок, что увеличивает генетическое разнообразие будущего поколения. Во французских питомниках устриц для маточного стада отбирают из различных мест побережья Франции. Проводится групповое скрещивание производителей (15-20 экз.) возраста 2-4 года. Общий принцип оплодотворения: выполнение скрещивания между устрицами маточного стада питомника и устрицами, которых ежегодно отбирают из природных поселений. Общее количество производителей должно быть не менее 100 экз.

Производители, участвующие в нересте, не должны использоваться в последующие годы. Содержащееся на ферме маточное стадо должно регулярно обновляться за счёт доставки устриц из других регионов (Украины, России, Франции и т.д.), что необходимо для предотвращения близкородственного скрещивания (инбридинга). Перед нерестом производителей сортируют по размерам и форме раковины.

Отобранных для нереста производителей очищают от грязи и особенно от организмов-обрастателей, которые могут в дальнейшем погубить всю работу. Кондиционирование производителей проводят в протоке фильтрованной воды при обильном поступлении корма (одноклеточных водорослей), лучше всего *Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Phaeodactylum*. Освещение боковое, неяркое; производителей нельзя тревожить.

Аквариум для кондиционирования должен быть неглубоким, удлинённой формы (лоток). Объём воды в аквариуме с 50 производителями должен быть в пределах 30 - 40 л. Продолжительность кондиционирования 4-6 недель. Созревших производителей держат при температуре ниже нерестовой (16 - 17°C). Для кормления 50 производителей необходимо ежедневно выдавать по 40 л корма при концентрации 12 - 14 млн. кл./мл. Условия проведения кондиционирования следующие:

1. Кондиционирование лучше проводить в проточном аквариуме с подачей корма перистальтическим насосом. Корм также может поступать из баков с регулируемой подачей корма самотёком.

2. Если для кондиционирования используется замкнутая система, тогда сырая биомасса производителей не должна превышать 2-3 г/л аквариума. При этом необходимо 2 раза в неделю полностью менять воду.

3. Расход воды при кондиционировании должен быть не ниже 25 мл/особь в минуту. В проточный аквариум на 40-50 л помещают не более 1,7 кг моллюсков. Пример: в аквариуме 40 л с 18 устрицами средним весом 80 г расход воды равен 458 л/мин.

4. Малые и средние питомники имеют по 5-20 аквариумов, что позволяет растянуть период получения личинок.

5. В питомнике ФГБУН ИМБИ в интенсивной культуре для кондиционирования производителей в больших объёмах культивируют 6 видов кормовых водорослей: *Tetraselmis*, *Isochrysis*, *Monochrysis*, *Chaetoceros*, *Thalassiosira*, *Skeletonema*. Кондиционирование проходит эффективнее при кормлении смесью видов.

6. Размер суточного рациона (в сухом весе) составляет 2-4% от сухого веса мягких тканей устрицы, измеренного в начале кондиционирования. Если рацион превышает 6 %, то в этом случае начинается быстрый соматический рост (вместо репродуктивного). Суточный рацион водорослей (сух., г/экз.) равен 0,03 сухого веса мягких тканей, в граммах.

7. Весь период кондиционирования следует разбить на два подпериода:

- Начальный этап, когда температура морской воды ещё низкая очень эффективно кондиционировать производителей при промежуточной температуре. Кормление на начальном этапе должно быть обильным, особенно это важно для самок. Длительность этапа: 4-6 недель.

- Завершающий этап, когда температуру повышают на 1 - 2°C в день, а рацион понижают с 4-6% до 2-3% сухого веса мягких тканей.

Продолжительность завершающего этапа кондиционирования гигантской устрицы в промышленных питомниках длится 28-42 сут. при температуре 20-24°C.

4. *Искусственный нерест и оплодотворение яйцеклеток.*

Нерест производителей удобно проводить на участке их кондиционирования. За неделю до нереста устриц тщательно очищают пластмассовой щёткой и помещают в аквариум с проточной, профильтрованной через фильтр с порами 1 мкм морской водой, при температуре 21-23°C. Моллюски остаются в течение недели без корма, что необходимо для их окончательного очищения и завершения созревания гонад. Перед нерестом моллюсков необходимо промыть щёткой в морской воде и подержать в течение 5 мин. в пресной воде, которая не повредит устрицам, но заставит мелких беспозвоночных покинуть свои убежища, расположенные в складках раковин.

Технология, отработанная в устричном питомнике Федеральном государственном бюджетном учреждении науки «Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН» (ФГБУН ИМБИ), несколько отличается от технологии, применяемой, например, в питомниках Франции. В частности, в питомнике ФГБУН ИМБИ производителей

переносят на участок для кондиционирования во второй декаде июня, когда температура воды на глубине нахождения устриц составляет 18°C [8]. Очищенных от обрастания устриц (при помощи пластмассовых щеток под проточной водой и выдержанных в пресной воде в течение 3 - 5 мин.), ополаскивают фильтрованной морской водой. Затем производителей распределяют на сетке, которую устанавливают в прямоугольном аквариуме на высоте 10 см от дна. На дне аквариума монтируется система аэрации из пластиковых трубок с шагом 15 см. Емкость предварительно наполняется фильтрованной морской водой (температура 20°C). Температуру воды удобно регулировать температурой воздуха в помещении, которая на кондиционере устанавливается на 3°C выше желаемой температуры воды. Производителей содержат в течение суток в непроточной фильтрованной морской воде при постоянной аэрации, но без корма. Замену воды проводят дважды. В течение этого периода у производителей очищается кишечник и жабры, что обеспечивает получение чистых половых продуктов.

В питомнике ФГБУН ИМБИ нерест устриц обычно начинается на второй день после размещения устриц, первыми начинают нереститься самцы; их переносят в отдельную от самок ёмкость. При необходимости срочного получения половых продуктов, или при невозможности получения первым способом (когда, например, луна не находится в фазе полнолуния), применяют стимуляцию нереста производителей. Растворенный в стерильной морской воде серотонин при концентрации 0,003%, в количестве 1 мл/особь, вводят при помощи шприца в межстворчатую полость. Ткани устриц - производителей при этом не травмируются.

Во французских питомниках, для проведения нереста, производителей помещают в аквариумы, например размером 150x50x15 см, высота уровня воды - 10 см. Предпочтительно, чтобы дно аквариума было тёмным - это позволит различать выметываемые продукты. Искусственный нерест вызывают термическим шоком, либо химическим воздействием, вводя в межстворчатое пространство серотонин. Но искусственный нерест может сопровождаться выметом несформировавшихся гамет, чего следует избегать. В тёплой воде (25-27°C) нерест созревших производителей может произойти и самопроизвольно; нерест также можно простимулировать, добавив в воду иссеченные гонады устриц.

Если самопроизвольный нерест не происходит, то для ускорения процесса получения гамет применяют метод температурной стимуляции нереста. Для этого подготавливают морскую воду: профильтровывают её через батарею фильтров картриджей с конечным размером пор в 1 мкм. Затем половину объёма воды доводят до температуры 12-14°C, а другую половину - до 25-27°C. Затем аквариум заполняют вначале холодной водой и добавляют немного микроводорослей, чтобы моллюски открылись и фильтровали воду. Через 30-40 мин. воду сливают и заполняют тёплой водой и добавляют немного микроводорослей. Через 30-40 мин. воду меняют на холодную и т.д. Обычно нерест начинается через 1- 4 часа после начала процедуры. Если в течение 2-3 часов нерест не происходит - устриц возвращают на дальнейшее кондиционирование.

Обычно первыми начинают нерест самцы; их извлекают из воды и держат на воздухе до тех пор, пока не наберётся достаточно яиц (в воде сперматозоиды быстро стареют). Через 30-60 мин. начинают нереститься самки, каждую из которых переносят в отдельные сосуды с фильтрованной водой (температура 24-26°C). Нерест самки длится не более 40-60 мин. Если же самка выметала много яиц, её пересаживают в другой сосуд. Для обеспечения генетического разнообразия необходимо брать гаметы минимум от 6 самцов и 6 самок. Собранные для оплодотворения яйцеклетки промывают на сите с размерами ячеек 32 мкм, при этом сито должно находиться под водой.

Для проведения оплодотворения смешивают 2 мл сперматозоидов с 1 литром яйцеклеток

и оставляют их на 60-90 мин. (примерное соотношение: 8-10 сперматозоидов на яйцеклетку). После оплодотворения сперматозоиды отделяют от яйцеклеток с помощью сита с ячейкой 20 мкм и выдерживают яйцеклетки в течение 2 час. в воде, после чего их переносят в баки.

В соответствии с отработанной технологией в ФГБУН ИМБИ, яйцеклетки собирают на сите с размером ячеек 32 мкм, промывают фильтрованной морской водой и переносят в отдельную ёмкость объёмом 10 л. Состояние (степень зрелости) яйцеклеток оценивают при помощи микроскопа МБИ-6 (x100). Зрелая яйцеклетка имеет округлую форму и ядро, оптическая плотность которого меньше, чем цитоплазмы. Зрелость сперматозоидов оценивается по характерному движению и равномерному распределению по всему объёму сосуда. При помощи микроскопа МБС-9 и камеры Богорова подсчитывают концентрацию яйцеклеток, отобрав суспензию три раза по 1 мл. Концентрацию сперматозоидов подсчитывают в камере Горяева, предварительно обездвижив их парами формалина. Оплодотворение без полиспермии проходит при соотношении половых клеток: на 1 яйцеклетку 8-10 сперматозоидов. Через 15 мин. после оплодотворения, яйцеклетки собирают на сите и промывают от оставшихся сперматозоидов. Весь процесс эмбрионального развития контролируют при помощи микроскопа. Дальнейшее эмбриональное развитие проходит в фильтрованной морской воде с аэрацией при плотности посадки 50 тыс. яйц./л [8].

5. *Выращивание личинок.* Трудно предложить несложную стандартную и в то же время надёжную методику выращивания личинок устриц в условиях питомника. Кроме знаний, здесь требуется большой практический опыт, который необходим для принятия решений в различных нестандартных ситуациях. Поэтому данную профессию относят скорее к искусству, а не к науке. И осваивать эту профессию желательно под руководством опытного специалиста, причём на практике.

Итак, оплодотворённые яйцеклетки для дальнейшего развития помещают в цилиндрические баки, изготовленные из стеклопластика, либо из качественного полиэтилена. В экспериментальном питомнике ФГБУН ИМБИ применяют баки собственной конструкции объёмом 125 л; рабочий объём - 100 л (рис. 38).



Рисунок 38 - Баки ($V = 125$ л) для выращивания личинок устриц и ванны ($V = 450$ л) для оседания педивелигеров и подращивания спата в экспериментальном питомнике ФГБУН

ИМБИ

Новые пластиковые баки готовят для работы в течение 3-4 месяцев, заливая их водой и меняя её ежедневно. Обработка баков горячей водой, либо паром значительно ускоряет этот процесс.

Технология выращивания личинок в промышленных питомниках, применяемая в ФГБУН ИМБИ, более приемлема в условиях Чёрного моря.

В промышленных питомниках личинок выращивают в баках гораздо большего объёма: от 1 до 10 м³ (рис. 39). В американских питомниках объёмы баков для личинок достигают 40-50 м³ при концентрации личинок 2-3 тыс. экз./л [8].

На начальной стадии выращивания, когда личинки ещё малоподвижны и часто опускаются ко дну, пользуются баками со слегка скруглённым, либо плоским дном, (но не коническим!). Не рекомендуется также выращивание личинок в глубоких баках; при этом продувка воды воздухом должна быть минимальной, либо вообще отсутствовать, так как личинки, не успевшие образовать раковинки, могут травмироваться потоками воды и пузырьками воздуха. Продолжительность начального этапа: 24-48 час.

Развивающиеся гаметы питаются за счёт собственного желтка, тем не менее, рекомендуется внести в воду небольшое количество микроводорослей. Особое внимание должно быть уделено качеству воды. Как уже отмечалось, поры конечного фильтра должны быть не более 1 мкм. Вопрос о необходимости стерилизации профильтрованной воды оспаривается специалистами, так как проточные ультрафиолетовые стерилизаторы не всегда оказываются эффективными.



Рисунок 39 - Зал выращивания личинок в промышленном питомнике.

Особенно это касается случаев нарушения инструкций эксплуатации стерилизаторов: во-первых, применять нужно только стерилизаторы для морской воды; во-вторых, их нужно регулярно чистить и протирать спиртом; в-третьих, нельзя превышать допустимую скорость потока воды. И, наконец, для получения надёжных результатов рекомендуется соединять последовательно 2-3 стерилизатора.

Подготовленная вода заливается в баки за сутки до внесения яйцеклеток или личинок. Оплодотворённые яйцеклетки содержатся в баках при концентрации 50000 - 80000 экз./л при

$t=25^{\circ}\text{C}$ и слабой продувке. Через 24-48 час. с помощью сита с ячейей 35 мкм собирают личинок на стадии велигера и переносят в баки с заранее залитой водой. Если бак снабжён сливным краном, его слегка открывают и выпускают воду через шланг на сито, погружённое в таз с морской водой. По мере понижения уровня воды в баке, кран открывают сильнее. Из баков без кранов воду сливают с помощью сифона, то есть шланга, который полностью погружают в бак для заполнения шланга водой. Затем, закрыв выходное отверстие шланга пальцем, вытаскивают частично шланг из бака и направляют его на сито.

На стадии велигера плотность посадки личинок должна быть порядка 20 000 экз./л. Большое значение придаётся аэрации воды. Необходимо стремиться к тому, чтобы размеры пузырьков воздуха были минимальны, а их количество - максимальным и пузырьки, по возможности, должны быть равномерно распределены по объёму бака. Весь объём воды должен перемешиваться воздухом, а застойные зоны - отсутствовать.

Рекомендуется велигеров рассортировать по размерам и избавиться от слишком крупных личинок, которые могут иметь уродливые морфологические отклонения. Не целесообразно также продолжать выращивать слишком мелких личинок, так как они оказываются тугорослыми. Для сортировки личинок по размерам изготавливают набор сит с разными ячейями (табл. 16). Для изготовления сит можно использовать пластмассовые тазики с вырезанным дном (рис. 40). Ко дну приклеивается планктонный газ с помощью эпоксидного клея.

Отобранных личинок необходимо пересчитать. Для этого всех личинок переносят в определённый объём воды, (например 10 л), который перемешивают с помощью мешалки.

Таблица 16 - Подбор сит для сортировки личинок по размерам

Ячейя газа, мкм	Длина личинки, удерживаемой на сите, мкм
45	75
80	120
120	145
150	170
160	210
180	255
200	280
220	300



Рисунок 40 - Личинки гигантской устрицы, собранные на сите в питомнике ФГБУН ИМБИ для переноса в чистую воду

Мешалка представляет собой диск с множеством отверстий, в центре которого закреплена перпендикулярно к диску длинная ручка. Диаметр диска чуть меньше диаметра сосуда. Перемещая мешалку вверх - вниз перемешивают личинок в сосуде и отбирают пробу воды объёмом 1 мл. Иногда личинок перемешивают ладонью, перемещая её вверх и вниз внутри сосуда. Количество личинок подсчитывают под бинокуляром и, полученное число умножают на объём воды в сосуде (в данном случае на 10 000).

9.2.2 Кормление личинок

Кормят личинок на стадии велигера микроводорослью *Isochrysis galbana*, при концентрации корма 50-100 тыс. кл/мл воды в баках с личинками. Воду меняют раз вдвое суток следующим образом:

- 1) Выпускают воду с личинками через сито.
- 2) Отмывают стенки бака мягкой губкой с длинной ручкой тёплой водой с хлоркой и хорошо прополаскивают. Для дезинфекции используют хлорку - раствор гипохлорита натрия в концентрации 20 мг/л свободного хлора.
- 3) Заполняют бак фильтрованной водой.
- 4) Сортируют личинок по размерам и оценивают состояние личинок разных размерных групп.
- 5) Группы с плохими показателями удаляют.
- 6) Промывают отобранных личинок и помещают в мерный сосуд.
- 7) Подсчитывают личинок и переносят в бак. Всё повторяют через 48 часов.

По мере роста и развития личинок их плотность посадки понижают. На стадии великонхи плотность личинок составляет 5000 экз./л; корм: *Is. galbana* + *Ch. calcitrans* - 100-150 тыс.кл/мл воды в баке; на стадии педивелигера плотность посадки личинок составляет 2000 экз./л, корм состоит из *Is. galbana* + *Ch. calcitrans* + *T. suecica* - 150-200 тыс.кл/мл или *Is. galbana* + *Ph. tricorutum* + *D. viridis* - 150-200 тыс.кл/мл.

В питомнике ФГБУН ИМБИ для выращивания личинок антибиотики не используют. Однако в промышленных питомниках при высокой смертности от невыясненных причин применяют антибиотики широкого спектра действия, например Chloramphenicol в концентрации 2-5 мг/л.

При выращивании личинок в питомнике ФГБУН ИМБИ температуру воды в течение периода выращивания поддерживают на уровне 21- 24°C, что соответствует температуре, при которой происходит размножение и развитие личинок в природных условиях. Плотность посадки до 20 тыс. лич./л является оптимальной для роста личинок на стадии раннего велигера. Через 24 часа от момента оплодотворения личинки на стадии D - велигера уже способны питаться. Корм состоит из микроводоросли *Is. galbana* при концентрации до 50 тыс. кл/мл, затем постепенно (до 7 суточного возраста) концентрацию корма увеличивают до 100 тыс. кл./мл, добавляя *Ch. calcitrans*; при соотношении клеток 2:1. Стадия велигера продолжается 10-12 сут. при среднем приросте 10 мкм/сут.

На поздних стадиях развития (стадия великонхи, возраст 12 – 22 сут.), плотность посадки личинок задается 10, а затем - 5 тыс. лич./л; концентрация корма - до 200 тыс. кл./мл; состав кормовых микроводорослей: *Is. galbana*, *Ch. calcitrans*, *Ph. tricorutum* и *T. suecica* в соотношении клеток 2:1: 1: 1. Среднесуточный прирост личинок: 15 - 19 мкм/сут.

На стадии педивелигера (стадия продолжается 3-5 сут.) в состав корма вводят еще один

вид микроводоросли - *Skeletonema costatum* (2 части).

Культивирование личинок проводят в цилиндрических ёмкостях (баках) объёмом воды 100 л при постоянной аэрации, ежедневной смене воды и подаче корма. Смену воды проводят при помощи сит с размерами ячеек меньшими, чем размеры личинок. Перед перенесением личинок в бак, его моют пресной водой, обдают горячей пресной водой (90°C) и споласкивают фильтрованной морской водой, затем заполняют морской водой для выращивания личинок.

9.2.3 Осаждение личинок

За 48 час. до начала метаморфоза у личинки появляется черное пятно («глазок»), затем нога, которая выступает из раковинки, поэтому ее называют «педивелигер с глазом». В естественных условиях на этапе оседания наблюдается значительная смертность. В отлаженном питомнике, напротив, 90% педивелигеров выживают. Но для этого требуется создать соответствующие условия (чистая аэрированная вода оптимальной температуры, насыщенная кислородом и кормом), а также подходящий субстрат (поверхность) для прикрепления личинок, то есть устричные коллектора.

Во Франции в традиционных полуциклических хозяйствах в течение многих десятилетий используются коллекторные черепицы, которые покрывают известковым раствором для того, чтобы легко отделять спат, когда он достигнет нужных размеров. Для изготовления коллекторов готовят такие смеси: а) 250 кг извести + 130 кг песка + 120 л воды; б) 250 кг извести + 250 кг песка; в) 300 кг извести + 180 кг песка. В эти смеси добавляют немного медного купороса для отпугивания организмов - обрастателей. Широко используются гирлянды из «ардуазы» (ardoise) - пластин сланца, добываемого во Франции; створок морских гребешков и устриц, а также коллекторы, сделанные из пластика с добавлением крупки, полученной из створок мидий и устриц. Пластмассовые коллекторы делают в виде труб, либо кассет, представляющих собой набор закреплённых пластин. Применяют также сетные рукава и конверты, заполненные створками гребешка, устриц или мидий. Используют также полотна из синтетической плёнки, на которую садятся личинки, а спат затем смывается в приёмники струёй воды.

В первых питомниках применяли разнообразные коллекторы. Постепенно все большее распространение получили «микроосколки» (крупка из створок моллюсков). Однако продолжают поиски новых типов коллекторов, которые в большей степени отвечают, как требованиям пригодности для оседания личинок, так и требованиям технологии выращивания. Подращиваемый на коллекторах спат, в дальнейшем отделяется от коллекторов и переносится, например, в садки для дорастивания в виде отдельных особей. Это вызвано тем, что устриц продают и потребляют поштучно, поэтому нельзя допускать их сращивания в друзы. Отделение спата (детрокаж) требует дополнительных затрат труда, а также сопровождается отходом повреждённых устриц. Крупка - это зёрна размером 0,3 мм, пригодные для прикрепления только одной личинки, поэтому спат, выращенный на крупке, считается ценным посадочным материалом. Примером последнего достижения технологии может служить аппарат для осаждения личинок в восходящих потоках воды (на жидкий субстрат). Таким образом, непрерывное совершенствование коллекторов может привести к полному отказу от использования коллекторов.

Однако технология производства спата в первых черноморских питомниках, несомненно, будет включать этап осаждения личинок на коллекторы. Все оборудование, которое будет использоваться при осаждении личинок должно предварительно в течение двух

месяцев вымачиваться в морской воде. Процесс оседания производится в ваннах, либо в бассейнах разного объёма, в которых устанавливаются коллекторы.

В питомнике ФГБУН ИМБИ, за сутки до проведения оседания личинок, готовят ёмкости, объём которых заполняют однотипными коллекторами, заливают морской водой и включают аэрацию воды. Коллекторы должны покрыться бактериальной пленкой до начала оседания личинок. Через сутки воду в ёмкостях полностью меняют, добавляют корм в концентрации 250 тыс. кл./мл (состав микроводорослей прежний) и равномерно по всему объёму распределяют личинок. Аэрацию снижают до минимальной интенсивности. На второй день воду не меняют, концентрацию корма увеличивают до 300 тыс. кл./мл; весь объём дневного корма разделяют на две части и подают дважды: в начале и конце рабочего дня. Коллекторы подвешивают изнаночной стороной вверх (переворачивают) для лучшего оседания и распределения личинок. Оседание завершается через трое суток. Дорастивают спат на коллекторах в питомнике в течение 10-14 дней в непроточной воде. Воду меняют через сутки. Концентрацию корма увеличивают до 500 тыс. кл./мл. Среднесуточный прирост спата составляет 110 - 190 мкм.

В современных питомниках, использующих в качестве коллекторов крупку, устанавливают лотки с пластиковыми цилиндрами (рис. 41).

Дно цилиндров затянута ситом размером ячеек 150 мкм. На сите равномерно рассыпают крупку из устричных створок из расчета 130 мг осколков на см² сита. На 1 миллион личинок нужно два цилиндра диаметром 500 мм, то есть 500 000 личинок на цилиндр (сито). Внутренняя поверхность цилиндра должна быть покрыта слоем парафина.

На этапе оседания личинок на коллекторы должны быть обеспечены следующие требования:

- объём ванны должен быть заполнен коллекторами;
- максимальное количество вносимых личинок: 1 млн. /м³;
- вода должна быть профильтрована через фильтр с порами не более 5 мкм;
- коллекторы, выдержанные в морской воде в течение 36 час., помещают в ванну за 24 час. до внесения личинок;
- ванна должна быть заполнена профильтрованной водой за 24 час. до оседания личинок;
- поверхность коллекторов должна быть отмыта от органических веществ, что предотвратит развитие бактерий, после чего коллекторы выдерживаются в морской воде 2 суток и затем их переносят в ванны для оседания личинок.
- Для успешного проведения оседания личинок необходимо равномерно распределить коллекторы во всем объёме воды. Очень важно обеспечить продувку всего объёма воды мелкими пузырьками воздуха. Дело в том, что локальная (точечная) продувка вызывает отдельные достаточно мощные потоки воды, приносящие личинок к коллекторам, установленным на пути течения. Эти коллекторы оказываются перенаселёнными личинками, в то время как на других коллекторах личинок слишком мало.
- Во избежание оседания личинок на дно и стенки ванн, необходимо их предварительно покрыть парафином (особенно дно). Поверхности красят расплавленным парафином с помощью кисти.

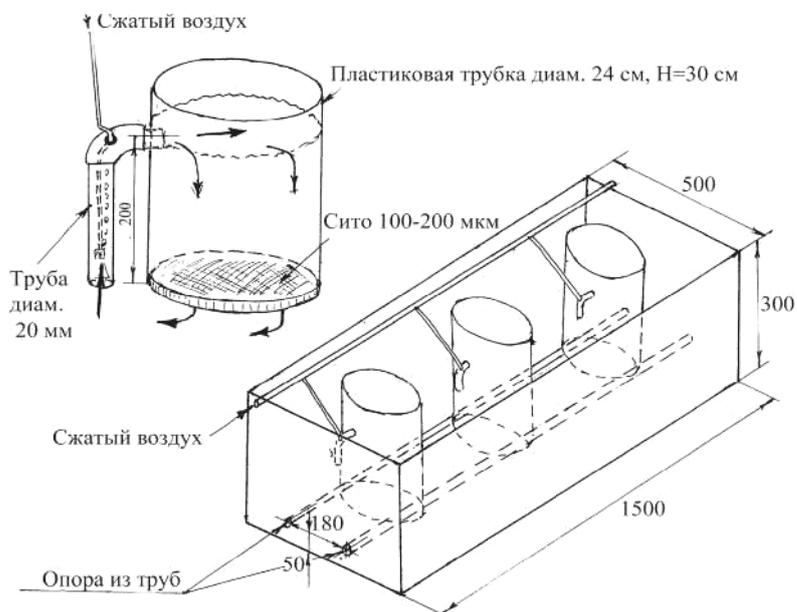


Рисунок 41 – Устройство для осаждения личинок устриц на крупку

9.2.4 Подращивание спата

В промышленных питомниках коллекторы с мелкими устрицами (400-600 мкм) переносят в выростные ванны, количество и объём которых зависит от производительности питомника, либо в случае осаждения личинок на крупку - в выростные цилиндры, размещённые в лотках.

В первом случае осуществляется интенсивная аэрация воды в ванне, а во втором - непрерывный поток воды через лотки со спатом. Оптимальная плотность размещения спата в ваннах промышленных питомников: 200 г/м^3 . Пищевые потребности 100 тыс. шт. спата размером 1 мм составляют 1,7 г сухого веса водорослей в сутки. Зарубежными специалистами установлено, что увеличение длины спата на 4 мм приводит к 100-кратному увеличению его пищевых потребностей. Ясно, что для производства относительно крупного спата (длиной 10-15 мм) требуется организация и функционирование крупного кормоцеха с выращиванием водорослей в бассейнах объёмом в десятки кубических метров. Однако, на основе собственного опыта, мы можем утверждать, что спат размером 3-5 мм, в надлежащих условиях, достаточно хорошо переносит транспортировку от питомника до устричных ферм.

В Севастополе (ФГБУН ИМБИ) в августе спат размером 2-3 мм выставляют в море на дорощивание. Перед выставлением на ферму на каждый коллектор с осевшим спатом надевают сетчатые рукава (например, пошитые из дели), с размерами ячеей до 1 см, что необходимо для предотвращения выедания спата рыбами. Перед транспортировкой коллекторов в море их накрывают хлопчатобумажной тканью, смоченной в морской воде, что защищает спат от высыхания и гибели. Подвешивают коллектора на глубине 2 - 4 м.

Если спат находится на коллекторах и перевозится по суше - в этом случае необходим изотермический автофургон, либо рефрижератор с температурой $7-15^\circ\text{C}$.

Спат перевозится в воздушной среде, но при высокой влажности (покрыть коллекторы со спатом тканью, смоченной в морской воде, а сверху укрыть полиэтиленовой плёнкой). Если спат перевозится по морю, его можно перевозить аналогично или, при возможности, поместить коллектора в ванны и обеспечить проток заборной воды.

Спат, также как и устриц любых размеров, нельзя хранить, либо транспортировать, в непроточной воде! В этом случае устрицы задыхаются и гибнут, но на воздухе могут оставаться живыми в течение 10 дней и более. Данный вид устриц образует поселения в зонах литорали открытых морей, характеризующихся приливными явлениями, то есть на участках, обнажающихся во время отлива. Поэтому устрицы легко переносят пребывание на воздухе.

В завершение раздела, посвящённого описанию технологии производства спата, приводим краткий календарь выполнения основных работ в питомнике, что, по нашему мнению, будет способствовать лучшему представлению процесса производства спата, а также поможет планированию работ в питомнике.

9.2.5 Примерный календарь работ в устричном питомнике (с 12 марта по 21 августа)

В качестве примера предлагается план работ в питомнике, функционирующем в районе Севастополя. Спат производится в период размножения устриц в природных условиях, поэтому планирование работ привязывается к началу естественного нереста.

На наращивание культур водорослей нужно два месяца. Поэтому работы с маточными культурами необходимо начинать за три месяца и 10 дней до начала нереста, то есть 12 марта.

Таким образом, выполнение основных операций должно быть приурочено к следующим ориентировочным датам:

12 марта. Начало работ с культурами водорослей. Водоросли для питания производителей понадобятся в период с 12 мая по 14 июня.

12 мая- 14 июня. Кондиционирование производителей.

С 15 мая в питомнике начинаются основные подготовительные мероприятия. Выполняются следующие работы:

- дезинфекция помещений питомника;
- промывание накопительного бассейна пресной водой и дезинфекция его средством “Аквафор” (1 мл/100л);
- дезинфекция баков для выращивания личинок и ёмкостей для осаждения педивелигеров и подращивания спата, а также всей системы водоподготовки (фильтра, трубопроводов, колб для картриджей тонкой очистки морской воды);
- термическая стерилизация шлангов и распылителей воздуха для аэрации морской воды;
- подготовка субстрата для осаждения личинок. Для этого пластмассовые чашечки или куски пластика, а также раковины мидий и гигантской устрицы подвешиваются в море минимум на месяц для вымывания токсинов из искусственных субстратов и растворения органики в раковинах. Затем, после очистки в пресной воде от обрастаний, субстраты погружают на 3 - 5 мин. в 10% соляную кислоту, отмывают в проточной воде, высушивают и формируют коллекторы длиной, соответствующей высоте ёмкости для осаждения личинок. Между раковинами моллюсков, которые нанизывают на веревки, ставят распорки из кусочков шланга и оставляют в высушенном виде до июля, т.е. до начала оседания личинок.
- Наполнение морской водой накопительного бассейна при помощи погружного или центробежного насоса для морской воды. Отбор воды производится на глубине 6 м и удалении от берега на 50 м. На конец трубы одевается металлическая сетка (оголовник), что предотвращает попадание в бассейн кусков водорослей и мальков рыб.
- Промывание песчаного фильтра и всей системы трубопроводов морской водой (слив морской воды производится в канализацию).

- Наладка системы тонкой очистки морской воды, с использованием фильтров - картриджей 20, 10 и 1 мкм.
- 14-21 июня. Выдерживание производителей без корма.
- 21-22 июня. Нерест устриц в воде, нагретой до 24°C. Если в первый день нерест не произойдет, необходимо во второй день применить метод температурной стимуляции нереста.
- 21 июня. Оплодотворение собранных яйцеклеток. Перенос яйцеклеток в баки для выдерживания их в течение двух суток без корма и со слабой продувкой.
- 23 июня - 18 июля. Выращивание личинок с ежедневной выдачей корма.
- 16 июля. Появление великонх с «глазком». «Глазок» появляется за 48 час. до оседания.
- 17-22 июля. Осаждение личинок на коллекторы.
- 20 июля - 30 августа. Подращивание молоди на коллекторах в условиях питомника.
- 31 августа - 1 сентября. Перенос спата (на тех же коллекторах) на морскую ферму.

Контрольные вопросы:

1. Мировая практика культивирования устриц.
2. Биотехнология выращивания европейской устрицы.
3. Биотехнология выращивания тихоокеанской устрицы.
4. Технология выращивания устриц в полноциклических хозяйствах
5. Получение спата в питомнике.
6. Чем осуществляют кормление личинок?
7. Осаждение личинок.
8. Какая температура воды является оптимальной для нереста?

Литература [8]

ТЕМА 10 БИОТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ГРЕБЕШКОВ, И ДРУГИХ МОЛЛЮСКОВ

- 10.1 Биология морского гребешка
- 10.2 Содержание производителей гребешка
- 10.3 Технология искусственного оплодотворения гребешка
- 10.4 Условия содержания личинок гребешка
- 10.5 Морское ушко
- 10.6 Технология культивирования жемчуга
 - 10.6.1 Пресноводный или речной жемчуг
 - 10.6.2 Морской жемчуг

10.1 Биология морского гребешка

Морские гребешки из семейства *Pectinidae*, насчитывающие много родов и видов, широко распространенных почти во всех морях и океанах, обитают на разных глубинах, даже в ультраабиссали. Особенно богат и разнообразен мир морских гребешков в водах прибрежных мелководий субтропической и умеренной зон Мирового океана.

В морях Российской Федерации встречается сравнительно немного видов морских гребешков, наибольшее их число обитает в морях Дальнего Востока. На прибрежных мелководьях Японского моря (до глубины около 50 м) от Кореи до Сахалина и Южно-Курильских островов обитают хорошо известные дальневосточные гребешки: крупный (до 20 см в поперечнике) приморский промысловый гребешок - *Patinopecten yessoensis* с белой радиальноребристой раковиной и очень красивый гребешок Свифта - *Chlamys (Swiftopecten) swifti*. В южной части Японского моря встречается японский гребешок фаррера - *Chlamys farreii nipponensis*. В Беринговом, Охотском морях и в южной части Чукотского моря обитает берингоморский гребешок (*Chlamys beringia*) а также ряд других видов из рода *Chlamys* [2].

Берингоморский гребешок наиболее обычен на глубинах от 50 до 100 м, встречается также у Тихоокеанского побережья Америки до Калифорнии.

В дальневосточных, Баренцевом и Белом морях и в юго-западной части Карского моря (куда проникают с запада более теплые воды) обитает довольно крупный (до 8 см в поперечнике) красивый исландский гребешок (*Chlamys islaudicus*). Он обычен также и у берегов Исландии, Норвегии, Южной Гренландии, у Атлантического побережья Северной Америки. Встречается он на глубинах до 100 м и входит в состав донных биоценозов. Мясо исландского гребешка очень вкусно. В Черном море обитает черноморский гребешок - *Chlamys (Flexopecten) glabra pontica* - подвид средиземноморского гребешка. Его небольшая (до 5 см) раковина ярко окрашена в желтый, розовый и другие цвета.

Морские гребешки имеют округлую раковину с прямым замочным (спинным) краем, выдающимся по бокам в виде угловатых выступов-ушек. Верхняя створка обычно более уплощенная, а нижняя - более выпуклая. Раковина украшена радиальными или концентрическими ребрами, часто несущими шипы или чешуйки. У мелководных гребешков родов *Pecten*, *Chlamys* раковина крупная, крепкая, окрашенная в розовый, белый, лиловый, красноватый цвет, часто с красивым пятнистым узором. У более глубоководных форм родов *Amussium*, *Propea-mussium*, *Delectopecten* створки раковин хрупкие, тонкие, часто полупрозрачные, с тонкими наружными, а иногда и внутренними ребрами.

Гребешки питаются детритом и мелкими планктонными организмами, извлекая их из воды, засасывая в мантийную полость. Один гребешок размером 4 см может профильтровать около 3 л/ч воды, а гребешок размером 7 см-до 25 л/ч.

У морских гребешков, как и у других моллюсков, много врагов, из которых самыми опасными являются морские звезды и донные осьминоги. Кроме того, в раковины гребешков проникают сверлящие губки, на створках селятся водоросли, мшанки, баянусы и другие беспозвоночные, затрудняющие передвижение моллюсков.

Мясо морских гребешков, точнее, их крупный мускул-замыкатель, а иногда и мантия являются вкусным и лакомым блюдом.

В настоящее время почти во всех странах мира гребешки употребляют в пищу как в свежем, так и в мороженом, консервированном и сушеном виде. В мировой добыче двустворчатых моллюсков морские гребешки занимают третье место после устриц и мидий. Их ловят драгами, сачками или собирают водолазы. Один водолаз за 6 ч работы может собрать несколько тысяч экземпляров. Промысел морских гребешков успешно развивается в нашей стране. Основным объектом добычи у нас в Японском море является крупный приморский гребешок. Отдельные его особи живут 15-16 лет и достигают длины 18- 20 см. Однако такие особи попадаются редко, обычно в уловах встречаются особи в возрасте 7-9 лет.

Места обитания гребешков приурочены в основном к песчаным и илисто-песчаным грунтам на глубинах от 3 до 80 м, а наиболее крупные скопления бывают на глубине от 5 до 30 м.

Основным объектом выращивания на Дальнем Востоке является гребешок вида *Patinopecten yessoensis*. Половая зрелость наступает на третьем году жизни при размере 9-10 см. Размножаются они летом в июне-июле. 5-6-летние самки длиной 12-13 см выметывают от 30 до 150 млн. яиц. Нерест происходит в мелководных бухтах и заливах примерно с середины мая до середины июля, а в более открытых районах

моря - с конца мая до конца июля, когда температура воды прогревается до 9-12°C и более.

Икра гребешка пелагическая, оплодотворение внешнее, инкубационный период длится несколько часов, но выклюнувшиеся личинки живут в толще воды, проходя стадии метаморфоза и дрейфуя по течению от 25 до 40 сут. В это время наблюдается наибольшая смертность потомства гребешка, и, хотя его индивидуальная плодовитость огромна, до жизнестойкой стадии выживает ничтожно малое число молоди.

После завершения личиночного этапа жизни велигер начинает оседать на субстрат, превращаясь в молодого гребешка (малька). Достигнув размера 5-12 мм, молодь открепляется от субстрата и оседает на грунт, где проходит вся последующая жизнь. В большом количестве мальки обитают в прибрежных зарослях бурых и багряных водорослей, то прикрепляясь к ним биссусом, то ползая при помощи ноги (у взрослых моллюсков нога редуцируется). К концу осени мальки достигают размера 7- 10 мм, плотность их поселений у берегов Южного Приморья составляет 7- 10 экз./м².

Промысловых размеров (10-12 см) гребешок достигает в возрасте 3- 4 лет.

Описанные ниже технологические приемы содержания приморского гребешка на разных стадиях онтогенеза служат биотехнологической основой для разработки промышленной технологии получения жизнестойкого посадочного материала. Биотехнология предусматривает полный или частичный контроль на всех стадиях - от отлова производителей в море до выращивания товарного гребешка.

10.2 Содержание производителей гребешка

Производителей в преднерестовый период подготавливают следующим образом: 3-5 - летних гребешков, добытых со дна или взятых с подвесных садков в количестве не менее 12 (6 самок и 6 самцов) по возможности быстро и с минимальными манипуляциями при плотности 1 особь на 2-3л воды и температуре, близкой к таковой в месте отбора, перевозят в лабораторию, где для карантина и адаптации помещают в проточные сосуды при той же температуре на 3-8 дней. Карантин завершается отбраковкой погибших, неактивных моллюсков и тех особей, у которых половые продукты не отвечают критериям зрелости. Минимально необходимое число производителей для создания личиночной культуры - не менее 3 каждого пола: разнообразие индивидуальных генотипов благоприятно сказывается на жизнеспособности потомства [2].

При содержании животных в емкостях скорость протока должна быть достаточной для обеспечения их потребностей в пище и кислороде. Ее значение рассчитывают исходя из скорости фильтрации воды моллюсками, приростов, затрат на обмен и усвояемости пищи с учетом зависимости этих показателей от температуры. Если концентрация взвешенных пищевых частиц недостаточна (менее 1 мг/л), в воду с моллюсками необходимо добавлять суспензию микроводорослей.

Схема культивирования моллюсков представлена на рисунке 42.

Для стимуляции нереста двустворчатых моллюсков используют три группы методов:

- физические (воздействие температурой, слабым электротоком, встряхивание или раздражение мускула-аддуктора и т.д.);
- химические (изменение рН, воздействие гидроксидом натрия, хлоридом калия или другими веществами);
- биологические (воздействие суспензией половых клеток моллюска - самца или самки, добавляемой в сосуд с самками).



Рисунок 42 - Схема культивирования моллюсков

Нерест приморского гребешка чаще всего индуцируют подогревом воды. Зрелые гребешки, которых содержат при околонерестовой температуре 8-8,5°C, выметывают половые продукты после резкого повышения температуры воды на 7-9°C, а иногда всего на 0,5°C. Если же зрелые производители содержались при пониженной температуре (5-6°C), их стимулируют повышением температуры воды в течение 1,5-2 ч до 9-15 °C. Совокупное воздействие повышения температуры и подщелачивания воды также обладает стимулирующим эффектом. Инъекция серотонина в концентрации $2 \cdot 10^{-6}$ - $2 \cdot 10^{-3}$ М стимулирует нерест гребешков обоего пола уже через 25 - 60 мин. УФ -облучение морской воды также стимулирует нерест.

10.3 Технология искусственного оплодотворения гребешка

При проведении оплодотворения наибольший успех достигается при использовании гамет, прошедших через половые пути производителей. Использование извлеченных из гонад половых клеток приводит к пониженной (на 10-15%) оплодотворяемости. Оплодотворяемость можно повысить до 60% путем обработки суспензии яиц раствором гидроксида аммония в течение 10-20 мин, что приводит к растворению зародышевого пузырька, однако частота аномалий развития при этом резко возрастет.

Яйцеклетки необходимо оплодотворять сразу же после того, как они выметаны.

Нельзя применять густую суспензию спермиев, она должна быть слабоопалесцирующей, на 1 яйцеклетку должно приходиться 4 - 5 спермиев.

Плотность яйцеклеток в сосуде должна быть не более 50 мл на объем и не более 700 мл/см² дна - скученность эмбрионов может вызвать аномалии развития.

Последние выметанные партии яйцеклеток дают слабых личинок, они растут медленно и отличаются высокой смертностью.

Прошедших адаптацию и карантин производителей гребешка помещают по три в сосуд (самок и самцов отдельно) и подвергают температурной стимуляции.

Яйцеклетки выметываются в среду на стадии зародышевого пузырька. Его растворение происходит в момент контакта с морской водой в мантийной полости. В течение 10-15 мин после попадания в воду нормальные яйцеклетки опускаются на дно. Их суспензия имеет ярко-

оранжевый цвет.

После нереста моллюсков переносят в другие сосуды. Суспензию яиц и сперму отмывают от обрывков тканей гонад, используя капроновое сито (размер ячеек 125 мкм), затем путем декантации поврежденные яйцеклетки (они не оседают) отделяют от нормальных. Оплодотворение производят в 20-литровых сосудах, добавляя к 10 л суспензии яйцеклеток по 5 - 10 мл слабоопалесцирующей суспензии активных спермиев. После оплодотворения избыток спермы удаляют декантацией.

Диаметр оплодотворенных яйцеклеток гребешка 60-70 мкм, в них содержится относительно мало желтка, который равномерно распределен по всему объему. Оплодотворяемость достигает 95 %.

После оплодотворения первое полярное тельце появляется через 1,2 ч (при 15°C), его выделение происходит в течение 2-10 мин, второе полярное тельце появляется через 1,6 ч. Спустя 1,9 ч борозда первого деления в течение 2-3 мин делит яйцо на два одинаковых бластомера - меньший АВ и больший CD. Во время первого деления на вегетативном полюсе образуется полярная лопасть - вырост цитоплазмы, бедной желтком. Полярная лопасть сливается с одним из формирующихся бластомеров (CD) (рис. 43, В, Г). Второе деление дробления начинается через 3,1 ч с формирования на вегетативном полюсе бластомера CD второй полярной лопасти, которая впоследствии вливается в бластомер D (рис. 43, Д). На стадии четырех бластомеров клетка D значительно превосходит по размерам остальные бластомеры зародыша. Третье деление дробления начинается с выпячивания на вегетативном полюсе бластомера D небольшой третьей полярной лопасти.

При четвертом делении у двустворчатых моллюсков происходит нарушение порядка чередования смещений квартетов бластомеров.

Бластомер D и его потомки дробятся быстрее остальных бластомеров зародыша. В результате дробления через 15 ч формируется стерробластула (рис. 43, Е). Она не имеет ресничек и поэтому неподвижна. Первые признаки подвижности зародыш обнаруживает в возрасте 25 ч после оплодотворения. Такой зародыш имеет три ряда ресничек, впяченный зачаток раковинной железы и небольшое углубление на месте будущего архентерона. На анимальном полюсе длительное время сохраняются полярные тельца.

В течение всего периода дробления эмбрионы находятся на дне сосуда, и лишь с появлением ресничек они начинают перемещаться в придонном слое воды, а затем в ее толще.

Гастрюляция протекает, как инвагинация энтодермальных клеток, на брюшной стороне личинки. Процесс гастрюляции заканчивается через 35 ч. К этому времени личинка имеет два выпячивания: одно из них соответствует зачатку раковинной железы, другое - архентерону. Широкое отверстие зачатка раковинной железы открывается на спинной стороне, узкий бластопор - на брюшной стороне. Локомоторный аппарат такой личинки образован широким поясом ресничек в передней части тела. На месте анимального полюса располагается пучок аборальных ресничек.

Эмбрионы приобретают грушевидную форму, таким путем образуется трохофора-конхостома (рис. 43.2, 3), у которой формируется кишечник и которая имеет длинный жгутик и широкое ресничное кольцо-прототрох, обеспечивающие активное передвижение в толще воды. На этой стадии большая часть эмбрионов концентрируется в поверхностном слое воды и их легко отделить от скопившихся на дне погибших или недоразвитых особей. Размеры эмбрионов на стадии конхостомы составляют по длинной оси 65-85 мкм, по короткой - 55 мкм, длина жгутиков - 20 мкм. Трохофора не питается, но ведет подвижный образ жизни, скорость движения быстро возрастает.

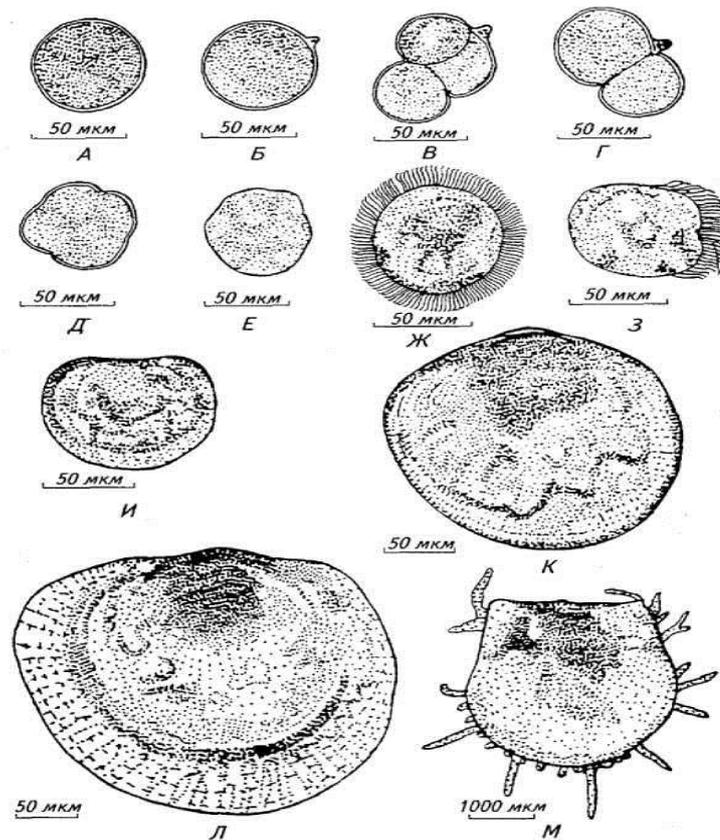


Рисунок 43 - Основные эмбриональные и личиночные стадии приморского гребешка:

- A* - неоплодотворенная яйцеклетка (ув. 7х, 20х);
- B* - яйцеклетка с одним полярным тельцем (ув. 7х, 20 х);
- B* - два бластомера с полярной лопастью (ув. 7х, 20 х);
- Г* - два бластомера (ув. 7х, 20х); *Д* - четыре бластомера (ув. 7 х, 20х);
- E* - бластула (ув. 7х, 20х);
- Ж* - подвижный эмбрион (ув. 7х, 20х);
- З* - трохофора (ув. 7х, 20 х);
- И* - велигер (ув. 7х, 20х);
- К* - педивелигер (ув. 7х, 10 х);
- Л* - спат с началом образования диссоконха (ув. 7х, 10 х);
- М* - молодь гребешка (ув. 10 х).

Личинка сохраняет форму трохофоры в течение 1,5-2 сут. Сразу после выворачивания раковинной железы начинается формирование раковины. Постепенно раковина с двух сторон плотно облегает эмбрион; образуются две тонкие прозрачные створки. Оформление раковины заканчивается через 48 ч с появлением личиночной стадии велигера (рис. 43.2, *И*). Длина раковины велигера в этот период составляет около 80 мкм, высота - 60 мкм, толщина - 7 мкм.

Спустя 4 сут длина раковины велигера достигает 120 мкм. Личинки имеют форму, типичную для велигеров двустворчатых моллюсков, и активно передвигаются в толще воды с помощью паруса. Парус, или веллум, - разросшаяся анимальная часть трохофоры, окаймленная ресничками и выполняющая локомоторную функцию. Парус снабжен длинным жгутиком и окружен многочисленными мелкими ресничками, которые находятся в постоянном движении, благодаря чему личинка движется в том направлении, куда обращен жгутик. Тело личинки

покрыто полупрозрачной раковиной, сквозь нее хорошо просматриваются внутренние органы.

Внутренняя поверхность глотки, кишечника и желудка выстлана мерцательным эпителием, что способствует непрерывному току и передвижению пищи. На стадии раннего велигера в культуру личинок вносится микроводорослевый корм. Если личинка получает достаточное количество микроводорослевого корма, то ее желудок постоянно окрашен в зеленый цвет и во всех органах пищеварительного тракта можно видеть отдельные клетки микроводорослей.

К этому времени средняя длина личинок достигает 86-87 мкм. Ранние велигеры находятся в толще воды и в малом ее объеме концентрируются у поверхности. Их плавательные реснички работают постоянно, и личинки находятся в движении.

Развитие личинок гребешка в культуре вплоть до оседания ничем не отличается от их развития в естественных условиях. При достижении велигерами средних размеров (114 мкм) их рассаживают с плотностью 4-5 шт/мл. По мере роста личинок они приобретают морфологические признаки, позволяющие отличить их от планктонных личинок других двустворчатых моллюсков. При среднем размере 138 мкм на прямой линии спинного края раковины обозначается макушка, передний край раковины слегка приподнимается. При длине раковины более 150 мкм он еще более оттягивается и макушка слегка выступает под замковой линией.

Личинки размером 200 мкм уже имеют все морфологические признаки, характерные для личинок гребешков: яйцевидную форму раковины с удлинненным и оттянутым передним концом и закругленным коротким задним; макушка широкоокруглая, выступающая над линией замка. В центре тела личинки формируется пигментированное темное глазное пятно. Сквозь прозрачную раковину видна коричневая печень, расположенная под макушкой. На этой стадии личинки называются педивелигерами, они наряду с активно функционирующим парусом имеют хорошо развитую ногу. Плавание в толще периодически сменяется ползанием по субстрату или плаванием вблизи дна. Такие личинки приступают к поиску субстрата для прикрепления. При достижении личинкой средней длины 200 мкм (через 720 ч) в сосудах необходимо размещать коллекторы (раковины или сетчатые конструкции) для их сбора.

Развитие личинок гребешка из половых клеток, созревающих в искусственных условиях, совершенно адекватно раннему онтогенезу моллюсков, созревающих в море. Наибольшая смертность, в порядке убывания, отмечается при переходе велигеров в великонхи, великонхов в спат, ранних велигеров в развитые велигеры.

10.4 Условия содержания личинок гребешка

При содержании эмбрионов и личинок двустворчатых моллюсков важным фактором является качество воды. Для удаления взвешенных в воде частиц и мелких планктонных организмов используют различные материалы: керамику с порами диаметром 20 мкм; песчаные фильтры, задерживающие частицы размером до 4 мкм; фильтровальную бумагу грубой структуры; мембранные фильтры с порами 0,45 мкм; стекловату и т.д. Эффективно совместное использование песчаных и керамических фильтров.

Чтобы максимально уменьшить количество бактерий, применяют ультрафиолетовую стерилизацию воды, иногда после этого в воду добавляют хлорамфеникол в концентрации 0,25 мг/л. Оплодотворенные яйцеклетки необходимо содержать в хорошо аэрированной воде.

При культивировании личинок моллюсков лучше применять сосуды из стекла, так как пластик может абсорбировать, а потом медленно выделять токсичные вещества, кроме того, он

может служить хорошим субстратом для развития бактерий. Но и стеклянные новые сосуды, особенно из мягкого стекла, могут содержать вредные вещества, поэтому перед использованием сосуда надо в течение нескольких дней выдерживать в проточной воде. Необходимо тщательно мыть всю посуду, применяя нетоксичные вещества, например гипохлорит натрия. Затем всю посуду необходимо тщательно промывать горячей водой. Важный момент - отсутствие в среде культивирования ионов тяжелых металлов, особенно меди, так как медь наиболее токсична. Форма сосудов - лучше всего цилиндрическая, в квадратных или прямоугольных сосудах личинки скапливаются в углах, что ведет к их гибели (возможно, из-за недостатка кислорода и пищи). Лучше использовать высокие контейнеры, так как большая глубина воды не позволяет большому количеству личинок плавать у дна.

Для хорошего роста и высокой выживаемости личинок необходимо периодически менять воду, поддерживать оптимальную плотность посадки, в достатке задавать корм, постоянно аэрировать воду в культиваторах. Воду меняют один раз в сутки на 1/3 объема на стадии планктонных личинок и на один объем на стадии прикрепленного спата. Оптимальная плотность посадки личинок 5-10 шт/мл. В качестве корма для личинок обычно используют нетоксичные микроводоросли *Isochrysis galbana* и *Pavlova lutheri* с очень тонкими клеточными стенками. Смесь нескольких видов микроводорослей лучше способствует росту личинок, чем монокультура. Для личинок на ранних стадиях предпочтительны мелкие жгутиковые формы, а на более поздних стадиях - более крупные, с выраженными клеточными стенками - *Chaetoceros calcitrans*, *Dunaliella salina*, *D. tetriolecta*, *Phaeodactylum tricornerutum*, *Platymonas viridis* и др.

При выращивании личинок приморского гребешка смесь микроводорослей *Platymonas viridis* (диаметр клеток 10-12 мкм) и *Pavlova lutheri* (диаметр клеток 1-2 мкм) задают в пропорции 1:1 после достижения личинками размера 130 мкм.

После достижения спатом длины 1 мм коллекторы с молодью можно выставлять в море для дальнейшего подращивания.

10.5 Морское ушко

Морское ушко (сем. *Haliotidae*) относится к классу брюхоногих моллюсков. Этот класс насчитывает около 85 тыс. видов, но только 10 из сем. *Haliotidae* имеют промысловое значение. Это, как правило, теплолюбивые виды, обитающие в Тихом, Индийском и Атлантическом океанах у азиатского и американского берегов, у берегов Африки, встречаются у берегов Австралии и в Средиземном море. В слабосоленоватых морях не встречаются. Наибольшие по численности популяции образуются на скалистом субстрате в тропической зоне, где этих медленно перемещающихся моллюсков собирают аквалангисты.

Добывают морское ушко из-за ценного мяса и раковины, представляющей собой высокосортное сырье для изделий из перламутра.

Очень ценными считаются морские ушки из рода *Haliotis* - калифорнийские виды *H. fulgens* и *H. rufescens* и японский вид *H. gigantea* с очень ценным перламутром. Общий вылов составляет около 3 тыс. т.

В водах России морское ушко встречается у берегов Камчатки. У этого моллюска своеобразная, похожая на ухо раковина, по краю пронизанная рядом круглых отверстий, через которые выдвигаются щупальцевидные отростки мантий

и выводится наружу вода из полости тела. Раковина плотная, снаружи ярко окрашена, а с внутренней стороны покрыта перламутровым слоем. Моллюск присасывается подошвой очень мощной ноги к камням и скалам. На переднем конце головы находятся щупальца и выше них

короткие выросты с глазами. Мантия выстилает раковину и образует мантийную полость, в ней размещаются жабры и гонады.

В естественных условиях этот моллюск нерестится при температуре 15-20°C с августа по октябрь. Половозрелые моллюски подходят к берегам. Первыми начинают метать сперму самцы, стимулируя нерест самок, которые откладывают до 10 млн яиц. Оплодотворенные в воде яйца опускаются на дно. Через 13 ч после оплодотворения начинается выклев личинок, через такое же время они переходят на стадию велигера, а через 6-11 сут превращаются в молодь и оседают. Личинки питаются сначала диатомовыми или жгутиковыми водорослями, затем макрофитами.

Для размножения и выращивания морского ушка отлавливают самцов и самок и размещают в бассейны в соотношении 1:4. Производителей выдерживают в течение 1 ч при температуре 3 - 7°C, а затем воду подогревают до 20°C. Зрелость производителей определяют по цвету гонад - у самцов они молочно-белые, у самок зеленые.

Оплодотворенные яйца помещают в бассейны размером 2 x 1,4x1,4 м по 100 тыс. шт. в каждый. Выклюнувшихся личинок, которые группируются у поверхности воды, переносят в выростные бассейны, содержат при плотности посадки 50-300 шт/л, оставляют без смены воды до фазы оседания и кормят одноклеточными планктонными водорослями. В бассейнах с проточной водой устанавливают рифленые пластмассовые пластины площадью около 50 см², на которых оседают бентические диатомовые водоросли, после чего пластины устанавливают в бассейнах с личинками морского ушка, близкими к оседанию. После оседания личинок (примерно через 50 сут) начинают кормить водорослями- макрофитами. Молодь морского ушка можно кормить и искусственными кормами, в состав которых входят сухая водоросль ундария, альгинат натрия, рыбная мука (40 % смеси) и витамины. Молодь, выращенную до длины 1,5-2 см (за 3-4 мес), размещают на естественных банках. Через 2 года в теплой зоне моллюски достигают товарного размера - 12 см.

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

10.6 Технология культивирования жемчуга

Наверное, не все знают, что жемчуг - первое из известных людям драгоценных украшений. За десятки тысячелетий до нашей эры первобытный человек в поисках еды случайно нашел на побережье нечто прекрасное, спрятанное внутри раковины. Вряд ли он знал тогда, что найденная им жемчужина будет покорять человечество своей нежной красотой. Жемчуг относится к камням, созданным самой природой и высоко ценился практически во всех без исключения древних цивилизациях - Египте, Китае, Греции, Риме, государствах древнего Востока. Это обусловлено рядом причин. По своему происхождению натуральный жемчуг делится на морской и пресноводный. Пресноводный или речной встречается в раковинах нескольких видов речных (или озерных) моллюсков. Морской образуется в раковинах жемчужниц, обитающих в морях, и ценится в несколько раз выше. Ювелирные изделия из жемчуга подчеркивают высокий социальный статус их владельцев, выделяясь на фоне других украшений. Самые распространенные украшения - бусы, колье, ожерелья, серьги, пусеты. Нередко этот материал используют и в украшениях других типов. Например, в кольцах и серьгах. Вставленный в серебряные и золотые серьги или пусеты, он будет превосходно смотреться и, несомненно, притянет к себе множество восхищенных взглядов.

10.6.1 Пресноводный или речной жемчуг

Пресноводный или так называемый "речной" жемчуг растет в пресной речной или озерной воде, даже на бывших рисовых полях в Китае. Поля залиты водой, и там сложился очень комфортный для моллюсков микроклимат, в котором они быстро размножаются и вынашивают прекрасные жемчужины. "Жемчужные фермеры" постоянно контролируют температуру воды, ее состав и pH. В процессе созревания жемчужины моллюска необходимо время от времени переворачивать, чтобы жемчужина не получилась "однобокой". Т.е. как ни крути, круглые жемчужины все равно достаются самым тяжелым трудом даже в "тепличных" условиях фермы. Пресноводный жемчуг очень популярен благодаря разнообразию формы, цвета и размера. Встречаются размеры от 2 до 8 мм, тем не менее, средний размер составляет от 4 до 6 мм. Абсолютно редкий размер пресноводных культивируемых жемчужин составляет более 10 мм. "*Hyriopsis schlegeli*" - это самая распространенная пресноводная раковина, происходящая из семейства *Unionide*. Внешние стороны обычно коричневые, однако, внутренние стороны гладкие и белые. Пресноводные жемчужины, в противоположность жемчужинам соленой воды, не имеют ядра. Исключение - это жемчужины, размер которых превышает 10 мм. Если прошло 1,5 года, жемчужина достигает примерно 3мм. Через 3 года она может достигнуть уже 7 мм. Более 7 мм пресноводные жемчужины будут только тогда, если подождать ещё 4 года. Встречаются следующие цвета: белый, кремовый, цвет шампанского, оранжево-розовый, лиловый, светло-фиолетовый и коричневый. Формы от овального, яйцевидного, каплеобразного до картофелеобразного. Абсолютно редки совершенно круглые, большие жемчужины.

10.6.2 Морской жемчуг

Морской жемчуг ценится больше, чем пресноводный. Как правило, жемчужины имеют достаточно правильную форму, хороший блеск. Скорость роста морского жемчуга выше скорости роста речного. Продолжительность жизни морской раковины-жемчужницы не более 8-10 лет. В морских раковинах жемчужины встречаются гораздо чаще. Больше всего жемчужин, пригодных для ювелирного дела, дают морские моллюски рода Пинктада.

Размер этих раковин от 7 до 20 см в поперечнике, масса их достигает 10 кг. Традиционными районами промысла являются южные моря. Из одной раковины-жемчужницы извлекают обычно не более одной, реже трех жемчужин, хотя известны и уникальные примеры так рекордом является найденная в Японском море раковины рода Птериа, в которой на площади 25 см² обнаружено 620 жемчужин. Морской жемчуг выращивают на аналогичных фермах, только в открытом море. Соленая морская вода придает жемчугу особенный оттенок и чуть более ровный цвет, нежели пресная - поэтому он и ценится выше. Но здесь есть одно "но": В открытом море очень трудно уберечь моллюсков от штормов и перепадов температуры воды. При изменении температуры всего на 2 градуса организм моллюска начинает вырабатывать слабую кислоту, которая моментально разъедает верхний слой жемчужины - она, само собой, от этого мутнеет и начисто теряет блеск. Таким образом, жемчужные фермеры часто за 1 день теряют результат многолетнего труда. Поэтому, для сокращения времени производства жемчуга, в наши дни на большинстве морских ферм применяют ядро-затравку. Самыми популярными видами морского культивируемого жемчуга: Акойя и жемчуг Южных морей. Культивируемый жемчуг Акойя выращивают в морях на юге Японии. Наилучший урожай жемчуга Акойя собирают в конце осени – начале зимы. В это время жемчужина приобретает наилучший блеск. Жемчуг Акойя достигает 9 мм в диаметре и дорого стоит. Цена жемчуга начинает стремительно расти с каждым миллиметром, если его диаметр превышает 8 миллиметров. Жемчуг Акойя культивируют в основном в Японии, но теперь его экспортом занялся и Китай. Процессу изготовления украшения из искусственного жемчуга предшествует длительный период выращивания, одинаковый

практически для всех видов жемчуга. Жемчуг Южных морей редок, дорог и занимает элитную нишу на рынке. В Австралии и Индонезии производится белый и золотистый жемчуг, на Таити и островах французской Полинезии – чёрный. Хотя процесс выращивания практически такой же, как и для жемчуга Акойя, жемчуг Южных морей гораздо крупнее: размер жемчужины достигает 6-20 мм. Причина в том, что у северного побережья Австралии растёт уникальная ракушка, ее размер достигает 30 см. Такие большие устрицы сложнее выращивать, урожай жемчуга в пропорции к японскому намного меньше, поэтому этот жемчуг настолько дорогой. Кроме того, структура и плотность перламутровой оболочки у австралийского жемчуга лучше, чем у японского. Жемчуг Таити или чёрный жемчуг. Каждая чёрная жемчужина – прекрасное произведение природы. Ни одна из них никогда не повторяет по форме. Чёрный жемчуг – само совершенство. Он не нуждается ни в специальной обработке, ни в том, чтобы ему придавали какую-то особую форму. Любой – круглый, грушевидный, —пуговица- он необычайно ценен, так как не требует никакой химической обработки, т. к. жемчужины извлекаются из устрицы уже достаточно чистыми, сухими и гладкими. Однако далеко не все чёрные жемчужины в ювелирных лавках действительно чёрные. Иногда мастера специально красят белые жемчужины, чтобы создать особый эффект. Но это все же подделка, хоть и высокого качества. Самый натуральный чёрный жемчуг высшей пробы рождается на Таити. Этот жемчуг отличается способностью ярко переливаться на солнечном свете, а также необычной «металлической» расцветкой, нехарактерной для других сортов морского жемчуга. Считается, что жемчуг Таити чаще всего бывает «чёрным», отчего и появилось его второе название «чёрный жемчуг», хотя на самом деле он серый с более или менее светлыми оттенками. Кроме того, встречаются жемчужины этого сорта с совершенно нетипичной расцветкой: например, синей (paacock), баклажановой (eggplant), зелёной, оливковой (olive green), голубой и даже красной (magenta). Наиболее ценными, а значит, и дорогими считаются переливчато-синяя и кобальтовая синяя расцветки.

Помимо натурального и культивированного жемчуга существуют и другие, более хитроумные виды. Например, мейб-жемчуг – искусственно созданный. Технология его изготовления такова: к внутренней поверхности створки моллюска прикрепляют пластмассовый купол (ядро). Спустя 6-12 месяцев образовавшуюся жемчужину высверливают снаружи со створкой раковины. Затем из жемчужины удаляют ядро – остается полая оболочка.

Она тонируется или окрашивается изнутри краской или матричным перламутром. После этого перламутровая оболочка заполняется эпоксидной смолой и, наконец, сверху закрывается матричным перламутром. Конечно, мейб-жемчуг, внутри которого находится эпоксидная смола, гораздо дешевле, чем настоящий. Нельзя не упомянуть и об имитациях. Еще в XV-XVI веках индейцы научились изготавливать шарики из перламутра, похожие на жемчужины, или глиняные шарики, которые после обжига в слюде напоминали жемчуг. Перламутр добывали, соскабливая его со створок раковин моллюсков. Нынешние технологии предусматривают применение различных материалов. Это может быть стекло, пластик, перламутр, алебастр, другие синтетические и природные материалы или их смеси. Например, производство имитаций жемчуга Майорика включает несколько строго соблюдаемых технологических уровней. В результате процесса, сходного с природным формированием жемчуга, алебастровое ядро слой за слоем покрывается перламутровой эссенцией. Ее получают при переработке морских органических элементов – проще говоря, из чешуи рыб. После каждого покрытия будущий жемчуг просушивается, полируется и на него наносят следующий слой эссенции – и так до тех пор, пока мастера не удостоверятся в достаточной толщине слоя, блеске и сиянии. Ну и, наконец, синтетический жемчуг, который как бы вовсе и не жемчуг. Делают его все кому не лень различных форм и размеров. Стоит недорого.

Контрольные вопросы:

1. Биотехнология выращивания гребешка.
2. Биотехнология выращивания морского ушка.

3. Технология выращивания жемчуга.

Литература [1], [2].

ТЕМА 11 КУЛЬТИВИРОВАНИЕ КРЕВЕТОК

В государствах тропической зоны Тихого океана (Индия, Индонезия, Малайзия, Вьетнам, Япония, Китай и др.) издавна занимаются выращиванием тропических креветок, преимущественно принадлежащих к родам *Penaeus*, *Metapenaeus* и др. Креветки этих родов-типично морские тропические формы, обитающие южнее 30° с. ш. при температуре 15-33°C и при солености 25-36 ‰. На нерест они подходят из открытых районов моря к берегам, и их личинки заносятся в солоноватые лагуны, где хорошо растут. Этим пользуются при организации лагунных хозяйств. Личинки креветок концентрируются у специально поставленных бамбуковых шестов, к которым привязаны связками водных растений и травы. Личинок собирают мелкочаеистыми сетями или сачками, сортируют, укладывают в глиняные кувшины и отправляют в выростные пруды. Наиболее продуктивными являются пруды, расположенные непосредственно у моря (средний урожай 1100 кг/га). Пруды, связанные с морем каналами, дают в среднем 750 кг/га. Наименее продуктивны (не более 450 кг/га) пруды связанные с морем через пруды первых категорий.

Чтобы повысить промысловую продуктивность, в выростные пруды вносят удобрения и стимулируют развитие кормовых планктонных и бентосных организмов. Таким образом, увеличивается кормность прудов, которая позволяет повысить плотность посадки личинок до 500 тыс/га. При обилии пищи без особого ухода за прудами за 6-12 мес креветки достигают товарного размера, длины 130 мм и массы 30 г. Креветок собирают бамбуковыми ставными ловушками или при спуске прудов. Уловистость ловушек возрастает в 2 раза, если у входа в них помещать источник света. Выход товарных креветок составляет 10-50% числа посаженных личинок.

Одним из основных объектов выращивания являются креветки из сем. *Penaeidae*-гигантская тигровая креветка (*Penaeus monodon*), банановая (*P. merguensis*) и др. Их выращивают до товарного размера в хозяйствах и прибрежной зоне заливов, используя их слабый миграционный инстинкт.

В природе эти креветки созревают и нерестятся в морской воде. Нерест проходит с середины мая до конца сентября при солености воды 32-35 ‰ и температуре 25-29°C. Оплодотворенные яйца этих креветок выбрасываются в воду, а через 13-14 сут после нереста из них выклеваются личинки- науплии. Науплии в течение 36 ч линяют 6 раз и переходят в стадию протозоа, находясь в которой в течение 5 ч также линяют 3 раза. Затем начинается стадия мизид. Мизиды линяют в течение 5 ч 3 раза и превращаются в постличинок. На этом этапе развития личинки покидают толщу воды и переходят к донному образу жизни. Внешне они похожи на взрослых особей.

В стадии протозоа личинки начинают питаться одноклеточными водорослями, мелкими ракообразными. Постличинки питаются мелкими бентическими организмами и растениями.

Особенно ценной для выращивания в нашей стране является пресноводная, быстрорастущая и очень крупная креветка макробрахиум. Ее выращивают в прудах тепловых электростанций. В природных условиях эти креветки обитают в пресных и соленых водах. Самцы достигают длины 25 см и массы 150 г, а самки- 15 см и 100 г.

Взрослые особи откладывают яйца в эстуариях рек. Самки нерестятся 3-4 раза в год, каждый раз откладывая до 120 тыс. яиц, которые разбиваются и остаются прикрепленными к самке в течение 19 сут при температуре 26-28°C. На двенадцатый день развития окраска яиц меняется от оранжевой до палевой. Затем она приобретает серый (стальной) оттенок, после чего начинается выклев личинок. Для развития личинок необходима вода соленостью 8-22‰.

С первых же дней жизни личинки активно плавают, преодолевая сильные течения, благодаря чему

они довольно быстро опускаются в районы с подходящей соленостью. Сначала личинки питаются зоопланктоном и детритом животного и растительного происхождения, а затем бентосом. За 35-55 сут. , личинки проходят 12 стадий развития, превращаясь в молодь, которая переходит к донному образу жизни, питается детритом и животной пищей, а при недостатке корма может поедать своих сородичей. Молодь линяет каждые 5-6 сут., имея длину 5-6 см и массу около 5 г. Некоторые особи от места рождения удаляются более чем на 60 км. При оптимальных условиях креветки созревают в возрасте 9 мес. и начинают мигрировать вниз по ручью, входят для размножения в эстуарии.

В странах Юго-Восточной Азии, в Латинской Америке, США выращивают длинноруких креветок, хотя их разведение и затруднено из-за агрессивности самцов, высоких требований к объему воды, газовому и температурному режимам.

Разведение креветки начинают с отлова производителей в реках с помощью ловушек и сетей, используя в качестве приманки земляных червей, мелких креветок, кусочки кокосовых орехов. Отловленных производителей перевозят в полиэтиленовых пакетах, аэрируя или меняя в них воду. Производителей, переложённых влажной мягкой водной растительностью или мхом, в течение нескольких часов можно перевозить в плетеных корзинах, не забывая время от времени смачивать водой [2].

Для одной пары производителей достаточно аквариума вместимостью 60 л. Зрелых самцов содержат отдельно от самок и друг от друга по одному на аквариум; их можно содержать и всех вместе, в одном аквариуме, однако при появлении линяющих особей во избежание каннибализма самцов необходимо отсаживать на 2-3 ч (пока не окрепнут хитиновые покровы) в отдельные аквариумы. Самок, недавно полинявших, сажают в аквариум к самцу, где в течение 24 ч происходят спаривание и оплодотворение икры. Если в водоеме отловлены самки с яйцами, их содержат отдельно в аквариумах - нерестовиках вместимостью 50-60 л.

Во время развития яиц следует аэрировать воду в нерестовике. Как только цвет яиц изменится от оранжевого до серого, в аквариум добавляют 5 % морской воды, что способствует лучшему выклеву личинок. Для их выращивания используют садки объемом 0,5x0,7x(2:3) м с небольшим уклоном дна в сторону стока.

Оптимальная температура воды 26-28°C, pH-7-8, соленость 12-14 ‰. Воду постоянно аэрируют и частично меняют каждые 10 сут. Вода не должна содержать хлора [2].

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

Личинки часто болеют грибковыми заболеваниями. Хорошим средством для борьбы с заболеваниями является шестичасовая обработка личинок растворами малахитовой зелени (0,2 мг/л) и сульфата меди (0,4 мг/л).

После того как основная масса личинок достигнет стадии метаморфоза, их переводят в пруды. Перед пересадкой постличинки в течение 6-8 ч акклимируются к пресной воде. В прудах оставляют илистое дно и сооружают цементные стенки. Пруды постоянно снабжают проточной и аэрируемой водой. На дне у стенок пруда укладывают ветки, гравий, створки моллюсков, в которых после линьки укрываются постличинки. Обычно в одном пруду размером 5x10x0,4 м выращивают до 10 тыс. постличинок.

Постличинки потребляют мелких олигохет, хирономид, а также задаваемый корм из сухих червей, насекомых, рыб, моллюсков, креветок. Из растительных кормов креветкам дают дробленый рис или бобы.

Днем постличинок кормят 2-3 раза сухими кормами, а ночью-живыми олигохетами и личинками хирономид. Растительные корма задают один раз через каждые два дня. Через 2 мес. постличинки вырастают

длиной 5 см и готовы к переносу 6 большие выростные пруды.

Предупреждение инфекционных и паразитарных заболеваний креветок осуществляется при помощи полного осушения ложа пруда и его дезинфекции до и после использования. Для выращивания товарных длинноруких креветок используют пруды, карьеры и ирригационные каналы площадью около 400 м² и глубиной 30 см, а также пруды) площадью 1000 м² и глубиной 1-1,5 м. Водовпускные и водовыпускные отверстия затягивают сеткой для защиты от хищников. Вода в водоемах, где проводят выращивание креветок, должна постоянно сменяться.

Для развития фитопланктона, зоопланктона и бентоса рекомендуется ежемесячно вносить в пруд органические удобрения (200 кг коровьего навоза) и извести (10 кг/га).

В качестве корма (при выращивании товарных креветок в больших выростных прудах используют мясо сорных рыб, моллюсков, земляных червей, мясные и рыбные отходы, насекомых, куколку тутового шелкопряда, дробленый рис, отходы фруктов. Суточный пищевой рацион состоит на 75 % из искусственного и на 25 % из естественного корма и составляет 50 % общей массы креветок. Половина рациона задается в утренние часы, вторая половина - в послеобеденные. Корма раскладывают на кормушки, которые размещают вдоль обеих сторон пруда. На мелких местах создают убежища для линяющих особей из веток, черепицы, раковин.

Креветки чувствительны к недостатку растворенного в воде кислорода, поэтому контроль за его содержанием необходимо проводить регулярно.

При оптимальных условиях выращивания молодь креветок размером 5 см и массой 1-2 г достигает товарной массы 100 г за 5-6 мес., что позволяет в условиях тропиков получать два урожая в год. Креветок товарного размера можно выращивать и на рисовых чеках.

При культивировании гигантских креветок в системах с применением интенсивных методов выращивания выделяются следующие этапы: выдерживание и нерест производителей, инкубация икры и получение личинок (октябрь-май); выращивание личинок в замкнутой системе с выростными бассейнами при солености морской воды 7-8‰ и температуре 28-30°C (май - февраль); выращивание постличинок в замкнутой системе выростных емкостей до молоди массой; 2,9 г при плотности посадки 500 экз./м² (середина февраля - май); выращивание креветок в прудах до товарного размера (май-середина октября). Продукция в прудах составляет 1-1,5 т/га [2].

При выращивании креветок старших возрастов нужно использовать искусственные корма. Результаты выращивания креветок в значительной степени зависят от доброкачественности кормов. Креветкам необходимы корма с содержанием белка 40-60 % в кормовой смеси.

В качестве источников белка подходят мясо кальмаров, соевая мука, креветочная мука и некоторые виды рыбной муки. Состав белков корма должен удовлетворять потребности креветок в незаменимых аминокислотах: фенилаланине, лизине, гистидине, аспарагиновой кислоте, треонине, валине, метионине, изолейцине, лейцине и триптофане. Для креветок необходимо наличие в кормах специфических жирных кислот. Очень важно присутствие линоленовой кислоты. Эффективность использования углеводов зависит от их источника.

Так, крахмал усваивается креветками гораздо лучше, чем простые сахара. В кормовой смеси необходимо присутствие около 0,5 % стеролов, так как креветки их не синтезируют, но высокое их содержание в кормах приводит, в частности, к задержке роста креветок. Обязательно наличие в кормах витаминов, минеральных компонентов и микроэлементов. В качестве живого корма для креветок на ранних стадиях развития можно использовать морских коловраток.

В прудах макробрахий выращивают летом при температуре воды 25-28°C. Такое выращивание молоди креветок в пресных водоемах возможно в моно- и поликультуре с планктоноядными и растительноядными рыбами-пестрым и обыкновенным толстолобиком, катлой, гурами, тилапией и белым амуром, а в солоноватой воде - совместно с кефальями.

В Черном и Азовском морях обитают креветки рода *Palaemon* -адсперзус и элеганс. У них двухлетний биологический цикл, достигают длины 5-8 см и массы 1,5-2 г. Они эвригалинны и эвритермны. Хорошо переносят сезонные изменения температуры от 0 до 30 °С и солености от 3 до 30 ‰. Икру откладывают 3-4 раза за лето при температуре 15-20°С и солености 9-25 ‰. При меньшей солености активная осморегуляция у креветок заменяется пассивной и они становятся нежизнеспособными. При температуре 0,5°С креветки неподвижны, не питаются и потребляют кислорода всего 0,05-0,07 мл, г/ч. При повышении температуры воды от 9 до 25°С их активность, интенсивность дыхания и потребление корма увеличиваются. При температурах 19-22 °С они потребляют кислорода 0,32 мл, г/ч и суточный рацион составляет около 16 % их массы. При температурах 27-30°С ярко проявляется нарушение физиологических процессов. Сначала резко повышается активность (кислорода потребляют 0,47-0,5 мл, г/ч), а питание прекращается, и при 30-32°С наступает гибель. Критическим является содержание в воде кислорода ниже 40 % насыщения.

Большой интерес для культивирования в нашей стране представляют холодноводные креветки, обитающие в прибрежных водах Дальнего Востока. Из них наиболее ценный-травяной шримс (*Pandalus latirostris*). Это типично морская креветка длиной до 13 см и массой до 16 г, переносит воду соленостью 11-50 ‰, но размножается при солености 24-35 ‰. Особенно широк диапазон изменения температуры воды, в котором она сохраняет некоторое время жизнеспособность. Так, при постепенном снижении температуры воды до минус 2,5°С она теряет активность, а при 1°С у нее восстанавливаются активность и потребность в пище. В диапазоне температур 10-23°С физиологические процессы протекают нормально. При 18-23°С и солености 24-35 ‰ выживает в течение 6-12 мес, при этом питается и размножается. Эти креветки очень чувствительны к недостатку кислорода. При температуре воды 16-17°С насыщение кислорода 47-42 % является критическим, а 21 % - пороговым.

При содержании взрослых производителей в питомниках, а молоди в осолоненных лиманах или садках за два лета и одну, зиму креветки достигают товарной массы 5-8 г.

Контрольные вопросы:

1. Характеристика ракообразных как объектов культивирования.
2. На основании чего определяется выбор объектов культивирования ракообразных животных?
3. Методы выращивания ракообразных животных.
4. Виды креветок, являющиеся основными объектами культивирования.
5. Биотехнология выращивания посадочного материала морских креветок.
6. Кормление креветок при товарном выращивании.

Литература [1], [2], [4].

ТЕМА 12 РАЗВЕДЕНИЕ ОМАРОВ И ЛАНГУСТОВ

Омары представляют большую ценность, как объект кулинарии. Во всём мире с каждым годом растёт потребление омаров, это при том, что оптовые цены на омаров также постоянно и непрерывно растут. Одновременно с этим количество этих ракообразных и их популяция в природе, непрерывно сокращается.

Впервые об искусственном разведении омаров задумались ещё в конце 19 века. Первые работы по разведению омаров в искусственных условиях были начаты в США и Канаде в 1885 году. В море отлавливали крошечных личинок омаров, затем их выращивали в бассейнах, пока они не подрастали и не становились жизнестойкими. После этого их выпускали у берегов. Выращивание и разведение омаров. Новой Англии. Подобные питомники по выращиванию омаров, позднее появились в Европе, в частности: во Франции, Германии, Норвегии, Англии, Нидерландах.

Но одним лишь выращиванием личинок люди не ограничились. В прошлом веке в странах Европы, а

также в США и Канаде, были созданы фермы выращивания и разведения омаров.

Одними из приёмов для разведения омаров, являются: повышение температуры воды, в которой растут омары и постоянным кормлением сбалансированной пищей. Этими и другими методами добились того, что на фермах омары растут в два-три раза быстрее, чем в море. Уже в двухлетнем возрасте омары поступают в продажу, для кулинарных потребностей.

На сегодняшнее время запатентовано несколько типов устройств для искусственного разведения и культивирования омаров. Так в США разработана конструкция омаровой фермы, расположенной на сваях. Такие сваи устанавливают параллельными рядами в море или в искусственных водоёмах. Между ними находятся подвижные клетки, опускающиеся в воду и поднимающиеся вверх с помощью подъёмных механизмов. Каждая клетка состоит из ячеек с несколькими ячейками отделёнными друг от друга, в которых содержится по одному омару. Кормовой базой служит, как пища животного происхождения (как правило рыба или отходы птицеводства), так и комбинированные растительные корма. Кормление омаров осуществляется как вручную, так и с помощью автоматических приспособлений.

Лангуст - ценный объект промысла и культивирования. Обычно на морских фермах выращивают до промысловых размеров молодь лангустов, пойманную в море. Помещенные в водоёмы для выращивания лангусты нуждаются в чистой воде без взвеси и следов токсичных веществ. На ранних стадиях развития личинок кормят науплиями артемии, а на более поздних - яйцами морских ежей, икрой и личинками рыб, взрослой артемией. Кормовой коэффициент лангустов равен 6.

Лангусты, впрочем, как и другие морские ракообразные, пользуются большой популярностью у любителей морских деликатесов во всём мире. С каждым годом популяция лангустов в природе неуклонно сокращается стремительными темпами. Немалую роль в этом играет и то, что ловля лангустов проводится сетями на путях миграций в больших количествах, что не может не сказаться на их количестве в природе.

Лангусты - морские животные, предпочитающие каменистый грунт, прозрачную воду, насыщенную кислородом, температуру не выше 15-18°C. Представители родов *Panulirus* и *Palinurus* имеют промысловое значение. Половозрелые особи достигают длины 50-70 см и массы 8-13 кг, но чаще встречаются особи длиной 20-40 см и массой 2-4 кг. Питаются они донными беспозвоночными (моллюсками, ракообразными и др.) и мелкой рыбой.

Как уже говорилось спрос на лангустов неуклонно растёт, что подвигло людей задуматься о их выращивании в искусственных условиях.

Лангусты очень плодовиты, одна самка откладывает от 0,5 до 1,5 млн. яиц. В естественных условиях в море выживают лишь отдельные личинки. Лангусты в период размножения образуют так называемые миграционные цепочки, напоминающие железнодорожный состав. В такой цепочке голова второго лангуста касается хвоста первого и т. д. Цепь может насчитывать до 30 лангустов и более. Многие виды лангустов имеют длительные пелагические стадии развития, что очень затрудняет их искусственное разведение и выращивание. И все же в мире определенные успехи в культивировании лангустов достигнуты. Кроме того, молодь лангустов, пойманную в море, размещают в прудах и бассейнах, где она растёт до промыслового размера.

В нашей стране лангустов можно выращивать в Приморском крае. В районе Черного моря их можно содержать осенью и весной в садках [1, 4].

Выращиванием лангустов впервые занялись в США в середине 20 века. В море вылавливают молодых рачков лангустов и выращивают их затем в прудах и бассейнах с морской водой. Выращивание лангустов так же, как и раков требует в водоёме воды с большим содержанием кислорода. Это обеспечивается с помощью насосов и крыльчаток. Кормят лангустов так же, как и омаров отходами птицеводства, рыбной промышленности и комбинированными растительными кормами.

В отличие от выращивания омаров, лангустов не держат обособленно в клетках, а особи находятся все вместе в водоёме.

Время, за которое лангусты набирают товарные размеры - это 2-3 года.

Контрольные вопросы:

1. Биотехника разведения омаров.
2. Биотехника разведения лангустов.
3. Период достижения половой зрелости омаров.
4. Период достижения половой зрелости лангустов.
5. Какова товарная масса омаров?
6. Каков период выращивания лангустов до товарных размеров?

Литература [1], [4].

ТЕМА 13 РАЗВЕДЕНИЕ КРАБОВ

13.1 Биология крабов

13.2 Выращивание крабов

13.1 Биология крабов

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

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

В России важное промысловое значение имеют холодноводные крабы - камчатский, или королевский (*Paralithodes camtschatica*), и синий краб, обитающий в северной части Тихого океана при температуре 2-7°C. Они переносят колебания температуры от минус 2 до плюс 18°C.

Королевский краб обитает в морской воде преимущественно у берегов Камчатки. После зимовки косяки самцов и самок встречаются на глубинах 5-30 м при температуре 2-4°C. После линьки самки происходит спаривание. Отложенную и прикрепленную к брюшным ножкам икру самка носит 11,5 мес. Следующей весной при миграции на мелководья из яиц вылупляются личинки - протозоа, которые затем превращаются в зоа, остаются в толще воды около 2 мес, 4 раза линяют, переходят в стадию глаукотоа и оседают на дно, превращаясь в малька. Молодые крабы живут в зарослях водорослей. Крабы живут долго, до 20-23 лет. Ширина карапакса достигает 25 см, однако средняя - 12,5 см, масса 7 кг [2].

Размножаться королевский краб начинает поздно. Самки откладывают икру на 5-6 м году жизни, а самцы становятся половозрелыми в возрасте 8-10 лет. Приблизительно в этом возрасте крабы достигают промыслового размера. В естественных условиях самка выметывает до 200 тыс. яиц, из которых до перехода от пелагических стадий до донной доживают лишь 7 тыс., или 3,5 %.

В толще воды личинки краба живут около 2 мес., и это создает трудности при их культивировании. И все же в экспериментальных бассейнах выживаемость личинок краба выше и составляет 10%.

На ранних стадиях развития кормом для крабов служат личинки двустворчатых моллюсков, баянусов и артемии. Рост и развитие личинок краба ускоряются при повышении температуры и круглосуточной освещенности бассейнов.

13.2 Выращивание крабов

В соответствии с биотехнологией искусственного воспроизводства камчатского краба (рис. 44) в естественных водоемах личинок собирают на донные сооружения - рифы, садки и коллекторы различных типов. Мальков подращивают с пересадкой или без пересадки. В настоящее время по этой технологии крабов культивируют в заливе Посьета и бухте Русской (Японское море). В зависимости от технических возможностей хозяйства и гидрометеорологических условий в местах выращивания разработаны пять способов сбора и подращивания мальков [2].

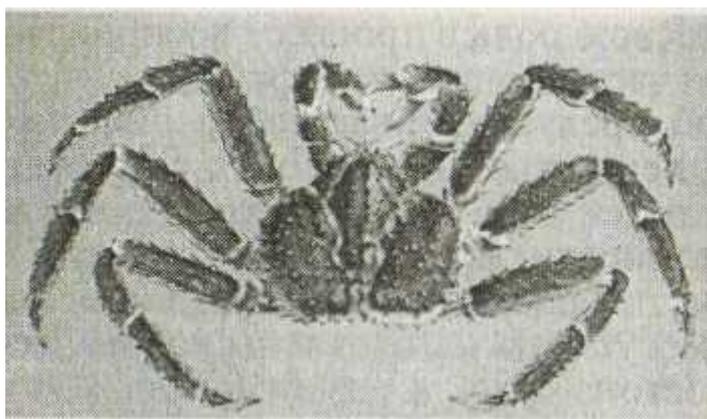


Рисунок 44 – Камчатский краб

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

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

Третий способ предусматривает сбор личинок и подращивание мальков на коллекторных установках или в садках до одного - трех лет, затем выпуск их на искусственные донные сооружения. Донные сооружения могут быть любыми - от вольеров до громоздких железобетонных конструкций.

Таким образом создаются дополнительные возможности для укрытия мальков крабов во время линьки от хищников, особенно на заиленных грунтах при отсутствии фитобентоса. Контроль за ростом и развитием мальков осуществляют с помощью водолазов.

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

Пятый способ предусматривает сбор личинок и подращивание мальков на искусственных донных сооружениях - рифах - без дальнейшей пересадки. Рифы выставляют в местах, где мало донной растительности или она практически отсутствует на большой глубине. Мальки используют рифы как естественные укрытия. Рифы могут быть изготовлены как из легких материалов, так и из железобетона. Рост и развитие мальков контролируют с помощью водолазов, а также подводных аппаратов (табл. 17).

Таблица 17 - Темпы роста камчатского краба

Молодь камчатского краба	Ширина карапакса, см	Длина карапакса, см	Масса, г	Месяц сбора
Сеголетки	0,7	0,9	0,3	Октябрь
Однолетки	2,4	2,9	6,0	Сентябрь-октябрь
Двухлетки	3,2	3,7	12,7	Июнь
Трехлетки	3,6	3,8	14,1	Июнь

Проблема искусственного воспроизводства камчатского краба, как возможного способа пополнения численности значительно сократившихся природных популяций, активно обсуждается в научно-технической литературе.

Биотехнология получения личинок и их содержание в бассейнах со специально поддерживаемыми условиями увеличивает эффективность воспроизводства по сравнению с естественными на порядок и более.

Контрольные вопросы

1. Биотехника разведения крабов.
2. Способы сбора личинок крабов.
3. Какие сооружения используют для сбора личинок крабов?

Литература [2].

ТЕМА 14 КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ИГЛОКОЖИХ, АСЦИДИЙ И ДРУГИХ МОРСКИХ ЖИВОТНЫХ

14.1 Культивирование голотурий

14.2 Культивирование морских ежей

К типу иглокожих (*Echinodermata*) относится древняя группа типично морских беспозвоночных с оригинальной формой тела, напоминающей звезду (морские звезды), цветок (морские лилии и горгоны), шар

(морские ежи), огурец (голотурии) и др. Некоторые виды иглокожих являются объектами промысла и культивирования.

14.1 Культивирование голотурий

Голотурии (*Holothurioidea*) широко распространены в Мировом океане. Наибольшего видового разнообразия и численности они достигают в верхней сублиторали теплых районов океана, где образуют скопления биомассой до нескольких килограммов на одном квадратном метре. Многие виды голотурий (преимущественно тропические) являются объектами промысла, например трепанг, которому издавна приписывают помимо гастрономических и лечебные свойства. Тело трепанга - это мускулистый мешок, в мышцах которого отсутствуют известковые пластинки (спикулы), что делает трепанга особо ценным пищевым объектом. По форме тела трепанг в спокойном состоянии напоминает крупных червей, но при раздражении тело сокращается и становится шарообразным. Промысел голотурий ведется очень интенсивно, мировой среднегодовой вылов составляет около 15 тыс. т. В пищу употребляют в сыром виде икру, легкие, а кожно-мышечный мешок голотурий варят, сушат и коптят. Из сушеной голотурии готовят супы, рагу и др. В последние годы голотурии привлекли внимание фармакологов и биохимиков, так как в них были обнаружены тритерпеновые гликозиды -химические соединения, обладающие высокой биологической активностью. Эти вещества оказывают антигрибное, антиопухоловое, нейротропное действия и могут найти применение в медицине в качестве нейромышечных и хемотерапевтических антираковых препаратов. На Дальнем Востоке выращивают дальневосточную голотурию - трепанга (*Sfichapus japonicus*) по методу, разработанному специалистами ТИПРО. Ареал дальневосточного трепанга простирается от Южного Сахалина и Курильских островов на юг до Сянгана (Китай). Особенно много трепанга в прибрежной зоне Сахалина, Приморье, в заливе Петра Великого и в Желтом море. Обитает он на глубинах от 1 до 25 м, а наиболее многочислен (до 4 шт/м²) на глубинах 3 - 4 м, в защищенных от штормов бухтах, предпочитает илисто-песчаные грунты, расположенные рядом с каменистыми россыпями, зарослями морской травы. Часто встречается в биоценозах мидий и других донных животных. В заливе Посьета трепанги выдерживают изменения температуры воды от минус 1,7°С (зимой) до 22°С (летом) и соленость от 29 до 34 ‰. Трепанг интенсивно питается зимой и весной при температурах 4-16°С перед нерестом, а также после нереста и спячки - осенью, со второй половины сентября по ноябрь. Однако непосредственно перед нерестом интенсивность питания значительно снижается. Питается трепанг детритом, илистыми частицами, поглощая и пропуская через кишечник огромные массы ила.

Трепанг – раздельнополое животное, но половой диморфизм не выражен. Нерест в зависимости от наступления нерестовой температуры (18 - 19°С) протекает с конца июня до середины июля. Для созревания половых продуктов требуется 1850 - 1940 градусодней, а для нереста – 2350 - 2390 градусодней. Плодовитость высокая - 0,5 - 77 млн яиц.

Оплодотворение яиц наружное, тип развития пелагический. После оплодотворения и дробления яиц, которое длится 18-22 ч, образуется свободноплавающая личинка-аурикулярия, переходящая в долиолярию и затем пятищупальцевую пентактулу. Длина личинок 200 - 500 мкм. Длительность пелагических стадий при температуре 21 – 23°С составляет 12 - 16 сут от момента оплодотворения икры, а иногда и 20 - 23 сут.

Трудности культивирования трепанга связаны со сложностью получения и выращивания личинок до стадии оседания в искусственных условиях. Для успешного завершения пелагического периода развития личинок необходимы бассейны с регулируемыми параметрами среды. Кроме того, ко времени появления личинок необходимо подготовить культуры микроводорослей для своевременного обеспечения личинок кормом. Производителей перед нерестом отлавливают в море, рассаживают в аквариумы по 8 - 10 так, чтобы в одном аквариуме находились самцы и самки. Производителей содержат в морской воде соленостью 30 - 36‰ при 80 - 90%-ном насыщении воды кислородом и естественной температуре морской воды. Затем для

стимуляции нереста температуру среды постепенно (на 1 - 2°C в сутки) повышают до 25°C. При соблюдении этих условий все яйца оплодотворяются и нормально развиваются, отход составляет 3-10%.

При переходе на стадию преаурикулярии около 60 % личинок погибает, выход осевшей молоди составляет 5 - 10% количества аурикулярий. После нереста трепанг впадает в спячку примерно на 15 - 20 сут. В это время он не питается и остается почти неподвижным, затем начинает снова двигаться и питаться. Личинок выращивают при плотности посадки 0,5 - 1 тыс. шт/л, температуре 21 - 23°C и солености выше 29 ‰. Личинки начинают питаться через 2 сут. Кормом личинкам служат микроводоросли, концентрация которых должна составлять 50 - 100 тыс. клеток на 1 мл. На всех стадиях развития в корм личинок необходимо добавлять бактерии, дрожжи и растворенные органические вещества. Осевших личинок и молодь массой около 200 мг, длиной 2 - 3 мм в течение месяца кормят детритом фито- и зоогенного происхождения. После того как трепанг достигает длины 5 - 7 мм, его целесообразно выращивать на грунте в море, где он переходит на питание детритом. Продолжать выращивать его в садках очень сложно, а содержание в бассейнах на берегу на искусственном корме требует больших затрат. Рост и питание молоди трепанга в отгороженных участках моря продолжают всю зиму. Годовики в естественных условиях вырастают до 15-20 мм.

14.2 Культивирование морских ежей

Морские ежи - ценный промысловый объект. Икра морских ежей - высококачественный пищевой продукт, в состав которого входят необходимые для организма человека ценные питательные вещества. В настоящее время интенсивный промысел морских ежей ведется как за рубежом, так и у нас на Дальнем Востоке. За рубежом это обоснованное сочетание изъятия и воспроизводства, в нашей стране - только изъятие. В Японии для восполнения популяции молодь морских ежей собирают прямо со дна или выставляют в море специальные коллекторы. Затем молодь помещают в садки, в которые одновременно закладывают бурые и зеленые водоросли, которыми ежи питаются. Кроме того, они потребляют детрит и обрастания. Садки осматривают 2 - 6 раз в год. За год отход в садках не превышает 20 % и зависит от плотности посадки ежей. Оптимальной плотностью посадки считается 100 шт/м² в возрасте до двух лет и 40 - 60 шт/м² в возрасте свыше двух лет. Садки размещают в хорошо прогреваемых бухтах с чистой водой. Продолжительность искусственного выращивания морских ежей в садках до промыслового размера 4 года.

Разработанный в ТИНРО-центре метод искусственного воспроизводства позволяет получать молодь морского черного ежа *Strongilocentrotus nudus* жизнестойких стадий в любое время года. Черный морской еж предпочитает обитать на глубине 40 м, но встречается и на глубине до 180 м. Распространен в заливе Петра Великого, у острова Сахалин, у полуострова Камчатка, в Желтом море. Гонады морских ежей перед нерестом весят 20-30 г. Диаметр панциря у этих животных 65-85 мм. В заливе Посьета ежи нерестятся с мая по октябрь и с июля по август. Личинки начинают оседать с конца июля – начала сентября. К ноябрю оседание личинок заканчивается. Сеголетки растут медленно и в возрасте одного года у вида *Strongilocentrotus intermedius* средний диаметр панциря 0,65 см, масса 0,16 г, а у вида *S. nudus* – соответственно 1,5 см и 2,3 г. Наиболее интенсивно ежи растут в июле – сентябре. Зимой рост замедляется. Половозрелость наступает в возрасте трех лет при массе 34-45 г. В прибрежных районах Баренцева моря морской еж нерестится только один раз в году. Массовый нерест морского ежа в прибрежье Мурмана проходит в зимне-весенний период. Созревание и нерест *S. droebachiensis* в Белом море происходят позже – с середины июня до середины июля (после таяния льда в мае – июне).

Во всех перечисленных частях ареала так же, как и в Баренцевом море, *S. droebachiensis* в течение годового цикла нерестится только один раз. На протяжении почти всего ареала размножение морского ежа протекает в одно и то же время года – между февралем и началом мая, несмотря на весьма широкий температурный диапазон – 1 - 10°C. Для иглокожих характерна пятилучевая симметрия (т. е. их тело можно

радиально разделить на пять равных частей); отсутствие головы и выделительных органов; децентрализованная нервная система и отсутствие головного мозга. Морской еж питается в течение всего года, однако интенсивность питания высока в период с марта по август, после сентября она начинает снижаться. Для роста взрослых ежей наиболее благоприятная температура воды 15-24°C. Нерест этих животных у берегов Приморья приходится на июль - август.

Для воспроизводства морских ежей в Японии широко используют коллекторный сбор молоди с последующим выпуском ее в естественные биотопы. Целесообразным считают получение молоди в искусственных условиях с дальнейшим подращиванием ее в садках и высевом в район промысловых участков. Жизненный цикл. Включает в себя следующие стадии: планктонную (эмбриональное и личиночное развитие), прикрепленную (развитие и рост спата на субстрате) и свободноподвижную (обитание на грунте). В ходе раннего онтогенеза последовательно происходит смена стадий развития: бластула, гаструла, плутеус I стадии, плутеус II, плутеус III стадии, метаморфоз. Средняя продолжительность жизни черного морского ежа 15 лет, обычные размеры промысловых ежей 60-70 мм. Особенности размножения морского ежа необходимо знать для правильной заготовки производителей. Черный морской еж – раздельнополый вид. Половой зрелости достигает при диаметре панциря 40 - 45 мм. Плодовитость особей с диаметром панциря от 60 до 75 мм достигает 20 - 25 млн яйцеклеток. В период нереста пол животного можно определить визуально. У самок гонады желтоватого цвета, при вскрытии стенки из протоков выступают яйцеклетки бледно-желтого цвета. Гонада самца белесая, при вскрытии протоков спермии белого цвета. Как у самок, так и у самцов железы состоят из большого числа разветвленных протоков, связанных с ацинусами. Половой цикл черного морского ежа – сложный, многоступенчатый процесс, который зависит от биотических и абиотических факторов среды. Температура при этом играет ведущую роль. Каждый этап гаметогенеза приурочен к определенным температурным периодам. Нерест его приходится на середину июля - конец августа и происходит при температуре 19–22 °С. Активное развитие половых клеток отмечено со второй половины октября и до конца декабря. Гистологическая картина в январе свидетельствует о прекращении роста половых клеток. У самок наблюдается резорбция ооцитов, тогда как у самцов резорбция гамет взимнее время обычно не выражена. В феврале – марте происходит активация гаметогенеза. У самок в конце марта – апреле в железе содержатся все генерации половых клеток, но преобладают ооциты на стадии большого протоплазматического роста, у самцов – сперматоциты 1-го порядка. В мае –июне гаметы созревают, в июле начинается нерест. Стимуляция гаметогенезах.

Чтобы в сжатые сроки воспроизвести естественный температурный фон, не меняя при этом экологические факторы применяют стимуляцию гаметогенеза морского ежа, включает в себя три периода: адаптацию к искусственной среде при температуре, соответствующей температуре воды в море; активацию гаметогенеза – сжатое воспроизведение естественного хода температур, при котором созревают гонады; завершение гаметогенеза с помощью поддержания устойчивых температур.

Контрольные вопросы

1. Основные объекты выращивания иглокожих и их особенности.
2. Биотехнология выращивания трепанга.
3. Биотехнология выращивания морских ежей.

Литература [2].

ТЕМА 15 МАРИКУЛЬТУРА ПРОМЫСЛОВЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

15.1 Состав и характеристика морских водорослей. Подбор видов для культивирования

15.2 Культивирование бурых водорослей

15.3 Культивирование красных водорослей

15.4 Культивирование зеленых водорослей

15.5 Культивирование одноклеточных водорослей

15.1 Состав и характеристика морских водорослей. Подбор видов для культивирования

В морях и океанах произрастает несколько тысяч видов водорослей, из которых немногим более 100 видов используются человеком в пищу, в качестве удобрений, для технических и кормовых целей. Водоросли богаты микроэлементами, йодом, витаминами, углеводами, белками, содержат антибактериальные вещества, способны усиливать антикоагулирующие свойства крови. Жиров в них мало, но они обладают ценными свойствами. Водоросли содержат сахара, которые не накапливаются в крови и не способствуют развитию диабета. Повышенное содержание йода препятствует развитию у людей базедовой болезни.

В нашей стране широко используется в пищу ламинария японская (морская капуста). Из морских водорослей вырабатывают кормовую крупку, которую добавляют в комбикорма в объеме 1-5%. При использовании водорослей в качестве удобрения их вносят в почву вместе с микроэлементами, ростостимулирующими веществами и почва приобретает хорошую структуру.

Из красных водорослей получают агар, агароид, каррагинан, широко используемые в медицине, фармакологии, фитопатологии, парфюмерии, пищевой и многих других отраслях промышленности. Из бурых водорослей получают альгинаты (соли альгиновой кислоты), обладающие стабилизирующими свойствами, и маннит.

Мировой промысел водорослей, по данным ФАО за 2015 г., достигает более 3 млн. т. Однако потребности в продуктах из водорослей и особенно в агаре, каррагинане, альгинатах значительно больше, чем их вырабатывается в настоящее время.

В нашей стране пищевой и медицинский агар и пищевой агароид получают из анфельции, произрастающей в заливе Петра Великого, у о-ва Сахалин, Южных Курильских островов и в Белом море, а также из фуцеллярии Балтийского моря и филлофоры Черного моря. В относительно небольших масштабах вырабатываются технический и пищевой альгинат, маннит, кормовая крупка из ламинариевых и фукусовых водорослей Белого моря. Выпускаются пищевые и медицинские продукты из ламинарии японской. Для обеспечения потребности в этих продуктах объем добычи и переработки водорослевого сырья должен быть значительно увеличен. Однако использование только естественно произрастающих водорослей не может полностью обеспечить потребности народного хозяйства в продуктах из водорослей. Марикультура водорослей призвана создать подводные плантации по выращиванию наиболее ценных и качественных по своим товарным показателям водорослей в близких для переработки и потребления районах прибрежной зоны морей и океанов [2].

В настоящее время более 80 % добываемых водорослей выращивается искусственно и доля искусственно выращенных водорослей с каждым годом возрастает. Человеком выращивается 20-25 видов водорослей.

Основными объектами выращивания являются: из бурых водорослей-ламинария (*Laminaria*), ундария (*Undaria*) и макроцистис (*Macrocystis*); из красных водорослей-порфира (*Porphyra*), эухеума (*Eucheuma*), грацилярия (*Gracilaria*), хипнея (*Hypnea*) и др.; из зеленых водорослей-энтероморфа и ульва.

При выращивании водорослей необходимо учитывать следующее:

-весь цикл выращивания (от споры до товарной продукции) проходит в море;

-начальные этапы выращивания осуществляются в регулируемых условиях, а выращивание товарной продукции - в море;

-выращивание может полностью проводиться в регулируемых условиях, тогда выращивание водорослей ведется в монокультуре или создаются искусственные системы по выращиванию объектов нескольких трофических уровней, в частности планктонные водоросли - моллюски - агароносные красные водоросли.

Существует несколько методов выращивания водорослей: с использованием в качестве субстрата камней и скал на дне моря; на искусственно созданных рифах; на искусственном субстрате в толще воды; на мягком грунте лагун, прудов и других закрытых водоемов; в специальных искусственных бассейнах, танках, различных емкостях с регулируемыми условиями.

Наибольшее распространение получило выращивание в толще воды на стационарных и буксируемых установках с применением в качестве субстрата веревок, сетей, старых транспортерных лент, пожарных шлангов, покрышек и др. Так выращивают бурые, красные и зеленые водоросли. На мягком грунте лагун и в закрытых водоемах выращивают багрянки и особенно неприкрепленные формы грацилярии. В искусственных емкостях: регулируемые специально подобранными оптимальными условиями выращивают агароносы: грацилярию, эухеуму, хипнею и некоторые другие водоросли, как в монокультуре, так и с объектами других трофических уровней. Этот способ выращивания требует наибольших материальных затрат.

Для увеличения естественной продуктивности прибрежных районов моря, особенно большое значение имеет выращивание водорослей на искусственных рифах.

При выращивании водорослей на дне моря на дно вблизи естественных зарослей с учетом господствующих течений сбрасывают камни, на них оседают споры и развиваются водоросли. Для увеличения и ускорения оседания спор на камни, собирают спороносящие растения, стимулируют выход спор подсушиванием растений и затапливают их в районе погружения субстрата. Дальнейший процесс зарастания и рост водорослей идет естественным путем.

Марикультура водорослей имеет существенные преимущества по сравнению с добычей их из естественных зарослей. Выращивать водоросли можно в удобных для эксплуатации районах, в то время как естественные заросли часто расположены в удаленных районах.

Добыча на участках естественного произрастания ведется, как правило, ручным способом и возможна только на глубинах до 4 м. Глубже можно работать только с использованием водолазного снаряжения.

Искусственное выращивание водорослей осуществляют в наиболее выгодных с экономической точки зрения районах. При основном способе выращивания в толще воды на искусственных субстратах процесс сбора урожая значительно упрощается. Урожай на подводных плантациях выше, чем в естественных зарослях. Селекционными и генетическими работами можно создать наиболее качественные формы и увеличить урожайность. Применение ростовых веществ позволяет увеличить урожайность бурых, красных и зеленых водорослей.

Появляется возможность выращивать водоросли в промышленных количествах даже за пределами ареала их естественного обитания.

15.2 Культивирование бурых водорослей

Бурые водоросли - типично морские растения, в основном обитающие в морях умеренных широт и образующие плотные заросли от литорали до глубины 30-50 м (рис. 45). Высота бурых водорослей колеблется от нескольких сантиметров до 60 м. Биомасса их в естественных зарослях обычно составляет 2-10 кг/м², достигая и 100 кг/м² (сырая масса). Размножаются бурые водоросли бесполом и половым способом,

реже - вегетативно. Наблюдается смена полового и бесполого поколений, имеющих изоморфное или гетероморфное строение. Питание происходит всей поверхностью слоевища. Ламинариевые водоросли преимущественно распространены в умеренной зоне, где они произрастают на глубине от 0 до 30 м. Крепятся к твердым грунтам и обитают при разной силе прибоя. Ламинариевые достигают 1 - 10 м в длину, а такие, как макроцистис, - даже 20 - 60 м. Цикл развития ламинариевых водорослей состоит из нескольких этапов. Крупные слоевища, которые используются и ради которых разводят ламинариевые водоросли, являются бесполой стадией развития - спорофитом, на котором развиваются сорусы спорангиев с зооспорами, которые окрашены темнее, чем остальная часть пластины. Зрелые зооспоры величиной 5 – 10 мкм выходят через вершину спорангия и некоторое время активно передвигаются в воде. Они имеют грушевидную форму и два боковых жгутика.

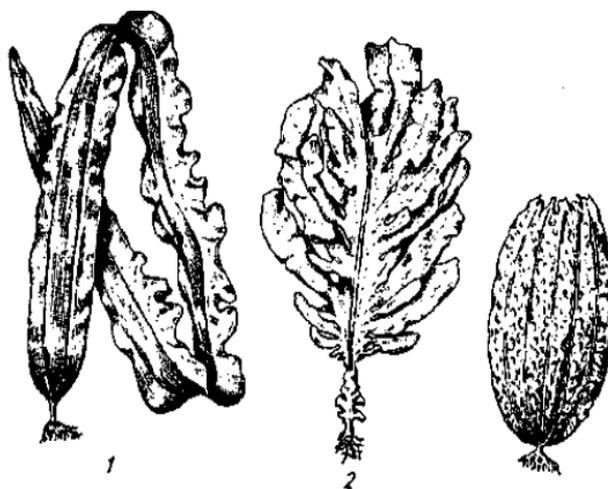


Рисунок 45 – Бурые водоросли:

- 1 – ламинария японская;
- 2 – ундария перисто – надрезанная;
- 3 – костария ребристая.

Период активного движения зооспор зависит как от вида водоросли, физиологического состояния зооспоры, так и от условий окружающей среды, в частности от температуры воды, и колеблется от нескольких минут до 1 - 2сут, но чаще длится от 2 до 18 ч. При выращивании бурых водорослей особенно важно знать сроки появления слоевищ со зрелыми спорангиями, наиболее благоприятную температуру и продолжительность стимулирования выхода зооспор, температуру воды для оспоривания субстратов, густоту посадок, температуру, освещенность, светопериод, состав среды при выращивании микроскопических стадий в регулируемых условиях, сроки пересадки рассады, сбора урожая и некоторые другие показатели. Процесс выращивания ламинариевых водорослей состоит из нескольких этапов: подбор места для размещения хозяйств; установка каркаса конструкции плантации; подготовка посадочно-выростных субстратов; заготовка маточных слоевищ; стимулирование единовременного массового выхода зооспор из маточных слоевищ подсушиванием; посев спор на посадочно-выростные субстраты (оспоривание); перенос субстратов с осевшими эмбриоспорами в море или в специальные емкости с регулируемыи условиями; выращивание микроскопических стадий в регулируемых условиях (температура, освещенность, аэрация, питание); выращивание водорослей на всех стадиях развития в море.

На последнем этапе необходимо проводить работы по сохранению конструкции в рабочем состоянии, удалению обрастаний, прореживание, пересадку рассады и некоторые другие. Завершается процесс выращивания снятием урожая, хранением (сушка, консервирование, замораживание) и доставкой сырья потребителю. Район размещения хозяйств должен иметь благоприятные гидрологический и

гидрохимический режимы, в частности, быть защищен от наиболее сильных и частых ветров и штормовой волны; в воде должны отсутствовать токсические и другие загрязнители; должен быть хороший водообмен со скоростью течения 0,7 м/с и более; вода должна быть прозрачной, соленой. При подборе места для водорослевого хозяйства необходимо учитывать наличие значительных акваторий моря с глубинами 10 - 50 м, мест для размещения береговой базы и стоянки судов, песчаных грунтов с небольшим количеством камней. Для выращивания ламинариевых водорослей применяют штормоустойчивые конструкции. Каркас носителя, к которому в дальнейшем крепят выростные субстраты, состоит из горизонтально натянутого основного несущего каната из синтетических материалов длиной 50 - 120 м и диаметром 60 мм.

Натяжение обеспечивается оттяжками, длина которых в 1,5 раза превышает глубину расположения плантации. Их крепят к якорям из бетона массой 1,5 - 2 т. Горизонтальный канат на определенной глубине поддерживается наплавами диаметром 240 - 360 мм. Наплавы не должны возвышаться над поверхностью воды более чем на 1/2 своего диаметра. Число наплавов зависит от размера и массы выращиваемой водоросли, скорости течения и т.д. Несколько канатов, отстоящих друг от друга на 5 - 7 м, располагают секциями на площади 1-2 га перпендикулярно линии берега. В качестве посадочно-выростных субстратов используют капроновые или из другого материала веревки длиной 5 м и диаметром 5-12 мм (рис. 46).

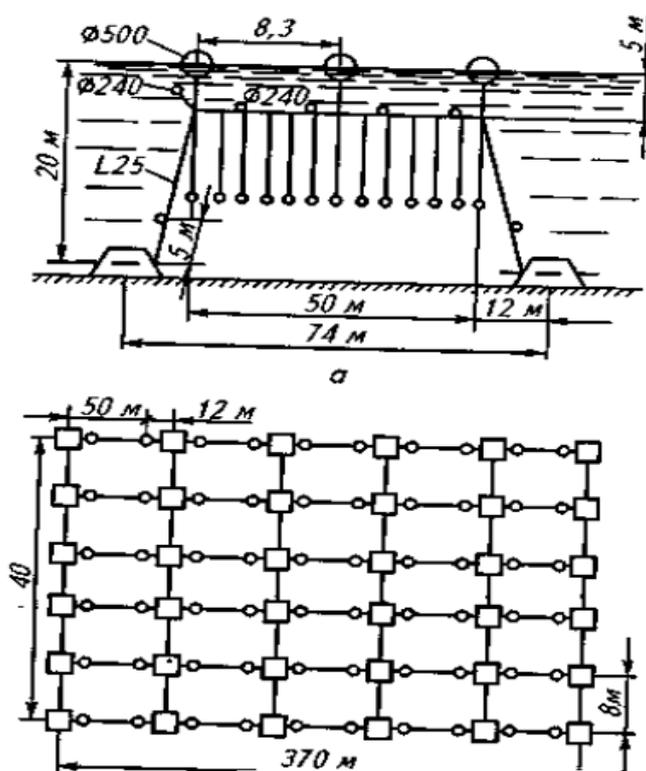


Рисунок 46 – Секции штормоустойчивой конструкции для выращивания водорослей:
а – вид сбоку; б – вид сверху

Маточные слоевища для получения жизнеспособных спор заготавливают из естественных зарослей или со специальных участков плантации, где их выращивают в разреженных посадках из наиболее крупной жизнеспособной рассады. Собирают маточные слоевища в конце лета и осенью. Берут только цельные, крупные, желателно без обрастаний растения с большими темно-коричневыми спороносными пятнами. Отобранные слоевища складывают на дно лодки или надувного спасательного плотика и накрывают брезентом для предохранения спор от действия прямых солнечных лучей и дождя при транспортировании. Собирают и транспортируют маточные слоевища не дольше 1 - 2 ч и рано утром. На берегу маточные

слоевища тщательно обмывают морской водой для удаления взвеси и различных посторонних предметов и организмов, развешивают под навесом или в специальном хорошо проветриваемом помещении. Они не должны соприкасаться друг с другом и находиться под воздействием прямых солнечных лучей и дождя.

Быстрый единовременный выход зооспор стимулируют путем подсушивания двумя способами, по одному из них процесс подсушивания развешенных слоевищ происходит на воздухе при температуре 6 - 18°C в течение 6 - 18 ч. Ход и качество стимулирования контролируют. Для этого на спороносные пятна трех растений наносят пипеткой несколько капель морской воды и через 5 мин каплю воды на каждом растении просматривают под микроскопом. Наличие в поле зрения микроскопа 5 - 10 зооспор свидетельствует об успешном стимулировании, и его можно завершать. Если зооспор в поле зрения нет или они встречаются единично, то стимулирование продолжают. Другой более прогрессивный способ стимулирования быстрого выхода зооспор из спорангиев маточных слоевищ заключается в их подсушивании обычно в течение 1 - 4 ч до исчезновения воды с поверхности слоевищ. Затем слоевища перекладывают газетной или оберточной бумагой, свертывают в рулоны, которые укладывают в картонные коробки и держат около суток в темноте при температуре 7 - 15°C. При этом методе за 30 - 45 мин споры выходят в воду, что уменьшает число вышедших из спорангиев незрелых зооспор и снижает концентрацию альгиновых кислот, отрицательно влияющих на развитие спор. Субстраты оспорируются в чистых, вымоченных в воде емкостях, специальных бассейнах. Нередко для этого используют корпуса лодок. Существует три способа оспоривания. Небольшие пучки рассады, содержащие по три-четыре растения, размещают через каждые 10 см веревки. Таким образом, на 1 м выростного субстрата помещается 30 - 40 растений. Пересадкой одновременно занято два человека: один раздвигает пряди веревки, другой подбирает пучок рассады и вставляет его между прядями так, чтобы нижняя часть черешка и ризоиды оказались между прядями, а после сжатия пряди веревки прочно удерживали растения. К месту пересадки, расположенному в специальном помещении или под навесом, рассаду доставляют небольшими партиями, оберегают от солнечного света, пресной воды и высыхания. Период пребывания рассады на берегу без воды не должен превышать 2 - 4 ч.

Веревки с рассадой вывозят на плантацию и привязывают к горизонтальному канату-носителю. Пересадка рассады - наиболее трудоемкий процесс культивирования. Рассаду выращивают не только в море на плантации, но и в специальных помещениях с доступом солнечного света и искусственным освещением (люминесцентными, дроссельно-ртутными лампами и др.). В баки вместимостью около 100 л заливают стерилизованную морскую воду, затем в нее погружают рамки с намотанными на них нитями, на которые осели споры, таким образом, чтобы уровень воды был на 10 - 15 см выше рамок. Баки устанавливают в бассейнах с циркулирующей водой заданной температуры.

Для этих целей удобно использовать пресную воду постоянной температуры, получаемую из артезианских скважин. Повышение температуры воды, протекающей через бассейны и омывающей баки, достигается уменьшением скорости тока или с помощью специальных нагревателей. Интенсивность освещения зависит от вида водоросли и стадии развития и колеблется в пределах от 500 до 10 тыс. лк. Баки сверху закрывают прозрачной пленкой для уменьшения испарения воды и поглощения части ультрафиолетовых лучей, губительно действующих на начальные стадии развития водорослей. После появления на нитях видимой глазом рассады (1 - 3 мм) ее адаптируют к условиям моря, для чего снижают концентрацию питательных веществ и приближают температуру воды в баках к таковой в море. Далее рамки с рассадой переносят в море и выставляют на 7 - 10 сут на глубине 4 - 5 м. После адаптации нити с рассадой небольшими порциями сматывают с рам, разрезают ножницами на кусочки длиной 3 см и держат в морской воде. Затем их вставляют между прядями веревки через 10 - 40 см. Пересадку проводят утром, вечером или в пасмурные дни.

При таком способе выращивания рассада нуждается в прореживании, во время которого избыточные растения пересаживают на другие субстраты. Товарную продукцию ламинариевых водорослей получают на первом или втором году выращивания в зависимости от вида и способа культивирования. Максимального

размера и массы многие ламинариевые водоросли достигают в середине лета, когда их и собирают, а выборочную уборку урожая начинают весной или в начале лета. После сбора водоросли обычно сушат на воздухе или в специальных сушилках, а затем укладывают в тюки. Ламинарию японскую выращивают в двухгодичном и одногодичном цикле.

При двухгодичном цикле выращивания в августе - октябре из естественных зарослей или среди специально выращенных маточных слоевищ отбирают крупные, неповрежденные, без обрастаний, с хорошо развитыми сорусами спорангиев слоевища. Один квадратный сантиметр репродуктивной ткани продуцирует около 1 млн зооспор, а одно двулетнее растение - около 400 млрд. После стимулирования слоевища погружают в воду температурой 12 - 15°C. На 1 тыс. поводцов берут 15 - 20 маточных слоевищ. В Японском море плантации ламинарии японской находятся в разных экологических зонах. Оптимальные сроки оспоривания субстратов колеблются от последней декады сентября до первой декады октября в направлении с юга на север.

Для развития гаметофитов наиболее благоприятна глубина 6 м, для ювенильного спорофита - 2 м. При температуре воды не ниже 8°C развитие протекает нормально и видимые глазом проростки (спорофиты) появляются в декабре, т.е. через 2,5 - 3 мес. после осадения зооспор. В отличие от двухгодичного культивирования, повторяющего естественный цикл развития ламинарии японской, одногодичное культивирование основано на ряде принципиальных изменений в ее жизненном цикле. При таком выращивании необходимо получать зооспоры в более ранние сроки, что достигается отбором наиболее крупных с короткими черешками слоевищ. Способные к раннему спорообразованию растения выращивают в специальном режиме с освещением и подкармливанием солями азота и фосфора, с тем, чтобы обеспечить накопление необходимого количества аминокислот, способствующих развитию репродуктивной ткани.

При форсированном выращивании развитие всех стадий гаметофита протекает за 15 сут. и видимые глазом спорофиты образуются за 1,5 мес. к октябрю, в то время как в природных условиях это происходит за 3 - 4 мес. В октябре проростки спорофитов выставляют в море. В сентябре следующего года, т.е. в возрасте 11 мес., они достигают длины 3 - 4 м и массы 0,4 - 0,9 кг, урожайность составляет 80 - 100 т/га сырой массы. Выращенные однолетние слоевища пригодны для использования как в пищу, так и для получения альгинатов. При одногодичном культивировании ламинарии японской производительность водорослеводческих хозяйств значительно возрастает. Ундария перисто-надрезанная (*Undaria*) - относительно холодноводная водоросль, и у южного побережья острова Хонсю ее выращивают зимой при температуре ниже 22 °C. Спорофитов культивируют на камнях или специальных блоках, а также на веревках.

В первом случае там, где есть естественные заросли ундарии, к камням или специальным бетонным блокам опущенным на дно, прикрепляются зооспоры и в дальнейшем развиваются спорофиты. Обросшие ундарией блоки переносят в новые местообитания для создания дополнительных зарослей. Метод выращивания ундарии на веревках сходен с методом выращивания ламинарий. Веревки или шпагат, а также фертильные слоевища погружают в танки и заливают фильтрованной стерильной морской водой. Оспоривание проводят в апреле - мае. Оптимальная плотность посадки 100 спор на 1 мм² субстрата так как при более плотном оседании спор обычно развиваются грибные и бактериальные заболевания.

Субстраты со спорами наматывают на рамы и помещают в танки с морской водой до сентября - ноября. Отрезки субстрата со спорофитами вплетают в ростовые субстраты длиной по 3 м. Последние привязывают к каркасу или бамбуковым плотам размером 5,0x1,8 м. Плоты в период выращивания удерживают на глубине 6 м. Рассадку получают в середине или конце зимы. С одного бамбукового плота снимают около 1 т сырой ундарии. Собирают урожай ундарии ранней весной.

15.3 Культивирование красных водорослей

Красные водоросли, или багрянки (*Rhodophyta*), широко распространены во всех морях от зоны прилива и отлива до глубины 50 - 100 м. Красные водоросли относительно невелики - от нескольких сантиметров до 2 м. Биомасса красных водорослей в естественных зарослях составляет десятки или даже сотни граммов на 1 м². Размножаются красные водоросли вегетативно, бесполом и половым способами. В цикле их развития имеет место смена изоморфных и гетероморфных (полового и бесполового) поколений.

Объектами культивирования для получения желирующих веществ и пищевых целей являются несколько видов порфиры, грацилярии и эухеумы, реже анфельция, хондрус, гелидиум, фурцеллярия, хипнея, глойопелтис, родимения и другие виды (рис. 47). Порфира (*Porphyra*) имеет гаметофит (половое поколение) и спорофит (бесполое поколение) разного строения. Слоевница гаметофита пластинчатые, состоят из одного-двух рядов клеток, достигают в длину нескольких десятков сантиметров, чаще 20 - 30 см. Пластина гладкая, с ровными или складчатыми краями, в основании сужается и переходит в маленький стебелек и подошву.



Рисунок 47 – Красные водоросли:

- 1 – порфира (*Porphyra sp.*);
- 2 – грацилярия бородавчатая (*Gracilaria verrucosa*);
- 3 – анфельция (*Ahnfeltia tobachiensis*).

Спорофиты (фаза конхоцелис) нитевидные, обитают на известковых раковинах моллюсков. На одном и том же слоевище гаметофита при половом размножении отдельные клетки образуют половые органы - сперматангии (мужские) и карпогоны (женские), в которых развиваются спермации (мужские половые клетки) и карпоспоры (женские половые клетки). Бесполое размножение осуществляется при помощи моноспор. Порфира среди красных водорослей занимает одно из первых мест по объему выращивания. В ней содержатся до 40 % белка (от сухой массы), витамины и ценные для человека микроэлементы. Культивируют ее в странах Юго-Восточной Азии и др. В Японии субстратом для выращивания порфиры служат сети из синтетических материалов длиной 15 - 45 м и шириной 1,2 - 2,4 м, с ячейей 15х15 см, натянутые на бамбуковые рамы.

Рамы в горизонтальном положении крепят на вбитые в дно шесты с таким расчетом, чтобы в прилив они затоплялись, а в отлив обсыхали, или сооружают полуплавающие или плавающие установки. Для сбора посадочного материала в естественных зарослях или искусственных посадках порфиры устанавливают коллекторы - связки раковин устриц, морского гребешка и других моллюсков, или виниловые пленки, покрытые кальциевыми гранулами.

Слоевища порфиры (гаметофиты) в период размножения (январь - апрель) освобождают карпоспоры, которые оседают на коллекторах. В море нитевидные конхоцелисы, развивающиеся из оплодотворенных карпоспор, начинают расти в марте - апреле. Коллекторы переносят в бассейны с фильтрованной стерильной морской водой. Для ускорения роста конхоцелиса в воду добавляют соли азота, фосфора, микроэлементы. В бассейнах конхоцелисы выращивают с зимы до сентября. В оптимальных условиях развитие конхоцелиса заканчивается за 50 - 60 сут. Нитевидная стадия длится 20 - 26 сут., формирование спорангиальных ветвей – 8 – 33 сут при температуре 20 - 25°C. Стадия конхоспор длится 1 - 7 сут. при температуре 15 - 20°C. Оптимальная освещенность для развития различных фаз конхоцелиса 1500 - 6000 лк. На каждой раковине с конхоцелисами площадью 40 см² развивается 10 млн конхоспор. В сентябре коллекторы с конхоцелисами переносят в море или специальные бассейны, где они при понижении температуры воды до 21 - 22°C и ниже продуцируют конхоспоры. Предварительно вымоченные в морской воде сети размещают в море или бассейнах и туда же помещают коллекторы с конхоцелисом, продуцирующим зрелые конхоспоры.

Конхоспоры закрепляются на сетях спустя 1 - 2 ч. Максимальное количество конхоспор прикрепляется при освещенности 2500 – 5000 лк и снижается при более слабой или более интенсивной освещенности. После закрепления конхоспор сети в сентябре - октябре при температуре ниже 22°C переносят в море для выращивания растений до товарной массы. Сети ставят на 10 см выше, а после декабря опускают на 20 см ниже среднего уровня моря, и во время отлива они на 4 - 4,5 ч остаются сухими. На 10 см сети прикрепляются по 1 - 2 тыс. растений. За период с ноября - декабря по март собирают два - четыре урожая или по 35 - 105 кг сырых водорослей с каждой сети размером 18x2 м. Некоторые сети с проростками упаковывают в полиэтиленовые мешки и замораживают при температуре минус 20 - минус 25°C. По мере необходимости эти сети выставляют в море. Урожай порфиры собирают с помощью стригущих механизмов или вакуумного насоса. Талломы сразу промывают сначала морской, потом пресной водой, обсушивают, подают на машины для изготовления специальных брикетов - листов, которые затем досушивают в сушилках.

Серьезную опасность для порфиры в процессе выращивания представляют красная гниль и хитридиевая болезнь. Причиной первого заболевания является гриб *Rythium porphyrae*. Болезнь развивается на листовых талломах порфиры, но отсутствует в фазе конхоцелиса. Заболевание передается через споры при температуре 24 - 28°C, низкой солености и густых посадках. На листовых пластинах порфиры образуются пятна со светло-зеленой серединой. Красную гниль лечат или предупреждают это заболевание обработкой слоевищ в течение 12 - 23 ч аминокислотами - гистидином, метионином, тирозином. Конхоцелис поражается заболеванием «желтая пятнистость». Это заболевание вызывается повышенными (1,25 г/л и более) концентрациями растворенного органического вещества (РОВ), выделяемого слоевищами порфиры. Симптомы болезни исчезают при снижении концентрации РОВ и значительно усиливаются при ее увеличении. Хотя выращивание порфиры уже давно поставлено на промышленную основу, исследования по совершенствованию этого процесса продолжают. Особенно много делается в области гибридизации, по созданию искусственных сред для выращивания порфиры на стадии конхоцелиса, изучаются ее болезни и возможность сохранения зрелых талломов в живом состоянии в течение круглого года.

Ведутся работы по выращиванию порфиры из спор до товарного размера в искусственных условиях при продувке среды воздухом, обогащенным CO₂, при температуре 11 - 18°C, освещении флюоресцентными лампами, что приводит к значительному увеличению урожайности. Проводятся опыты по получению конхоцелиса в течение круглого года. Для этого талломы высушивают до влажности 20 - 30 % и сохраняют в течение 6 мес. при температуре 12°C. После погружения талломов в воду при 22°C и освещении образуются, выходят в воду, прорастают карпоспоры и начинают развиваться конхоцелисы. Грацилярия (*Gracilaria*) используется для получения агара. Искусственно выращивают пять видов грацилярии. У берегов нашей страны промысловых скоплений этой водоросли нет. Северная граница распространения этой тепловодной формы - Японское и Черное моря.

Жизненный цикл грацилярии длится 4 - 5 мес. Она обладает высоким темпом роста, нетребовательна

к условиям среды, эвритермна (8 - 30°C), эвригалинна (5 - 35 ‰), произрастает на глубинах 0,5 - 4 м даже в загрязненных водах. Способна образовывать полиплоиды, что открывает широкие возможности для селекционной работы. Дает высокий выход агара хорошего качества (29 - 35 % сухой массы водоросли). Все это делает грацилярию весьма перспективным объектом для разведения и выращивания. Известны две формы грацилярии: прикрепленная (Японское море) и неприкрепленная (Черное море). Неприкрепленная форма грацилярии обычно стерильна и размножается только вегетативно. В цикле развития прикрепленной грацилярии происходит чередование изоморфных поколений: гаметофита и спорофита, размножение половое, бесполое, вегетативное.

Грацилярию неприкрепленной формы культивируют тремя способами: на дне мелководных, хорошо прогреваемых лагун и искусственных прудов; на сетях и веревках в толще воды; в специальных емкостях в строго регулируемых условиях. При выращивании грацилярии в прудах и лагунах оптимальная соленость составляет 25 ‰, температура – 20 - 25°C.

В прудах периодически меняют воду для поддержания необходимой солености и содержания питательных веществ, температуры, вносят азотные, фосфорные и органические удобрения. Иногда лежащие на дне неприкрепленные растения прикрывают сверху старыми сетями, чтобы они не перемещались и не сбивались в кучу. Для борьбы с обрастаниями в пруды запускают некоторые виды рыб, которые питаются этими обрастаниями. Затем рыб из пруда удаляют, иначе они уничтожат и выращиваемые водоросли. Грацилярию можно выращивать в монокультуре или поликультуре с креветками и крабами. Урожайность сухой водоросли достигает 3 - 10 т/га. При выращивании грацилярии на веревках и сетях пучки растений вплетают в них. Сети и веревки с вплетенными растениями располагают в толще воды на глубине 0,5 - 1 м. Урожайность достигает 3,5 кг сырой водоросли в год с 1 м веревки [2].

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

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

В Черном море в толще воды на веревочных субстратах грацилярия растет круглогодично, максимальный рост приходится на август - октябрь. Фитомасса грацилярии сохраняется на поводке только 3 мес, после чего, если ее не срезать, она обрывается под собственной тяжестью. Анфельция (*Ahnfeltia*) - многолетняя водоросль, живущая 7-10 лет. Длина слоевища 7 - 25 см, ветви цилиндрические, хрящевидные, ветвление неправильное, или дихотомическое. В морях России обитают и являются объектом промысла два вида анфельции: в Белом море *Ahnfeltia plicata* (прикрепленная форма); в дальневосточных морях *Ahnfeltia tobachiensis* (неприкрепленная форма). Неприкрепленная форма анфельции образует пласт на песчано-илистых грунтах при скорости течения 8 - 16 см/с на глубине 2 - 38 м в бухтах залива Петра Великого (Японское море), лагуне Буссе (остров Сахалин) и заливе Измена (Южные Курильские острова) Размножение вегетативное. Биомасса составляет 0,1 - 22 кг/м², высота пласта 5 - 40 см. Общие запасы анфельции на Дальнем Востоке 125 тыс. т. Прикрепленная форма анфельции, обитающая в Белом море прикрепляется к твердым грунтам на глубине 1 - 5 м с помощью подошвы. Размножение вегетативное и моноспорами. Биомасса 1 - 5 кг/м², общие запасы 3 тыс. т [2].

При выращивании в море неприкрепленной формы анфельции ее подсевают на участки пласта, сильно истощенные промыслом, а также создают новый пласт в местах с условиями окружающей среды, благоприятными для развития этой формы анфельции. Однако создать новый пласт или существенно увеличить биомассу на обловленном пласте очень трудно.

Эухеума (*Eucheuma*) - ее довольно широко культивируют на Филиппинах. Фермы располагают среди рифов, на мелководьях, защищенных от штормов, но при наличии хороших течений. Эухеуму выращивают на нейлоновых сетях размером 2,5 x 0,5 м с ячейей 30 см. Сети устанавливают горизонтально на высоте 0,6 - 1,5

см от дна в отлив. На 1 га размещают 800 сетей, к которым прикрепляют 100 тыс. пучков растений массой по 200 г. За 1 ч опытный рабочий обслуживает две-три сети. В процессе ухода за плантацией удаляют обрастания и хищников, прежде всего морских ежей. Собирают урожай спустя 2 мес. после посадки, когда масса пучка растений достигает 800 г. Получают четыре урожая в год общей массой 13 т/га сухой водоросли, а на экспериментальных фермах - до 30 т/га. Другой вид эухеумы (*Euchema musciformis*) выращивают в США в бассейнах. Максимальный прирост массы 20 - 30 % в сутки достигается при густоте посадки 12,2 кг/м². Расчеты показывают, что для получения 1000 т в год сухих водорослей площадь бассейнов должна составлять Юга, а общая площадь территории - 24 га. В водах Балтийского моря ведутся работы по разведению агароносной водоросли фуцеллярии. Для этого строят искусственные рифы и устанавливают в море твердые субстраты на глубине 8 - 15 м.

15.4 Культивирование зеленых водорослей

Зеленые водоросли (*Chlorophyta*) содержат в хлоропластах только зеленый пигмент хлорофилл. Они широко распространены во всех морях и океанах в супралиторали, литорали и сублиторали до глубины 20 - 30 м. Размеры зеленых водорослей колеблются от нескольких сантиметров до 1 м и более. Их биомасса обычно составляет сотни граммов на 1 м², но может достигать и нескольких килограммов. Размножение вегетативное, бесполое и половое.

Зеленые водоросли разводят преимущественно в странах Юго-Восточной Азии и используют в пищу, так как они содержат до 26 % белка. Их используют в качестве удобрений и для очистки сточных вод, в том числе и от тяжелых металлов. Главные объекты культивирования среди зеленых водорослей - монострома (*Monostroma*), ульва (*Ulva*), энтероморфа (*Enteromorpha*), каулерпа (*Caylerpa*), кладофора (*Cladophora*) и др. (рис. 48).



Рисунок 48 – Зеленые водоросли: 1 – ульва; 2 – энтероморфа

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

15.5 Культивирование одноклеточных водорослей

Из пресноводных водорослей наиболее часто культивируют зеленые жгутиковые водоросли (*Phacus*, *Euglena*), протококковые водоросли (*Scenedesmus*, *Chlorella*), а также Спирулину (*Spirulina*); из морских - *Dunaliella tertiolecta*, *Nephrochloris salina*, *Isochrysis galbona*, *monochrysis lutheri*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Platymonas viridis*, а также морскую хлореллу (*Chlorella sp.f. marina*).

Необходимо сразу же отметить, что получение чистой культуры одноклеточных водорослей и дальнейшее ее культивирование - занятие весьма непростое, и лучше пользоваться услугами или хотя бы консультациями специалистов, имеющих знания и практический опыт в этой области.

Тем не менее, *общая схема разведения одноклеточных водорослей выглядит следующим образом:*

Культуру получают в лаборатории, либо в аквариуме или пруду во время цветения воды в них.

При заборе источника культуры в водоеме, необходимо избавиться от «лишних» частиц в ней. Тину можно удалить с помощью палочки с несколькими набитыми гвоздями, либо просто палки, наматывая тину на нее. Подойдет также крупный рыболовный крючок с грузом. Ил убирают обыкновенной ложкой, остро заточенной с одной стороны.

Если водоросли необходимо отделить от планктона, то поступают так: планктонную массу добывают с помощью специального сачка в форме конуса из плотной ткани. К нижней части сачка приделывается металлическая или стеклянная воронка, имеющая пластмассовую или резиновую трубку с зажимом. К верхней части сачка пришивают ленту из грубого материала, которую прикрепляют к металлическому кольцу. Сачок крепится на веревке.

Затем сачок забрасывают в водоем и тянут на себя, отслеживая, чтобы он не касался дна. Такие «броски» можно повторить до 10 раз. После чего сачок вынимают, дают стечь воде, открывают зажим и сливают содержимое в стеклянную банку. Пробу изучают под микроскопом.

Далее начинают процедуру отделения клеток необходимых для культивирования видов водорослей.

Для этой процедуры потребуются стеклянные пробирки и ватно-марлевые тампоны, обернутые алюминиевой фольгой. Тампоны предварительно прогревают в духовке при 120 градусах в течение часа (от этого вата может слегка побуреть).

Пробирку освещают люминесцентной лампой. Через две недели поверхность агара покрывается колониями водорослей, которые изучают под микроскопом, отделяют нужный вид водоросли и заносят его стерильным предметом в следующую пробирку с добавлением агара. Процедуру необходимо повторять до получения чистой культуры.

Еще один способ выделения нужного вида водорослей: чистую культуру получают, разбавляя содержимое в пробирке до концентрации 1 клетка на 1 мл. и по 1 мл. такой культуры капают в пробирки с агаром. Через 2-3 недели пробирка зарастает водорослями нужной культуры.

Можно и совместить эти два способа получения необходимой культуры водорослей.

Разведение полученной чистой культуры начинают в небольших: 100 - 500 мл, и неглубоких емкостях с плоским дном; по мере роста плотности культуры, ее переводят в более крупные емкости: 5-10 литров и более.

Морские водоросли также культивируют в неглубоком сосуде, объемом до 0,5 л, с большой площадью поверхности. Далее, по мере разрастания водорослей и увеличения их плотности, используют более крупные сосуды.

Культура водорослей должна иметь зеленый цвет.

Необходимо круглосуточное освещение люминесцентными лампами, а сам сосуд лучше поставить на солнечной стороне.

Емкость с культивируемыми морскими водорослями заполняют питательной средой (например средой Уолна или Гольберга). В среду также рекомендуется добавить почвенную вытяжку - 50 мл. Ее готовят,

залив хорошую, садовую почву кипящей дистиллированной водой; после оседания мути раствор фильтруют. Перед использованием воду отстаивают несколько недель, но не более месяца!

Общие рекомендации по культивированию водорослей:

Питательные среды разведения как для морских, так и для пресноводных одноклеточных необходимо в течение 3-х дней нагревать по 15 минут до 70-75°C с выдерживанием в промежутках при 25 - 30°C, что позволяет уничтожить ненужные, вновь вышедшие из спор организмы.

При высокой плотности культивируемых водорослей рекомендуется продувка сосуда CO₂. Освещение можно осуществлять круглосуточно.

В начале процесса культивирования комнатная температура вполне подойдет, а затем ее можно поднимать, одновременно увеличивая и освещение. Перегрев очень вреден! Верхний предел температуры у разных родов водорослей разный.

В период неактивной фазы культивирования (когда нет необходимости кормить рачков и коловратку) можно подменивать до 1/3 воды в емкости для разведения на равный объем отстоянной в течение 2-3 дней водопроводной воды.

Если есть желание культивировать водоросли в больших количествах, можно изготовить стеллаж из стеклянных или пластмассовых трубок, последовательно соединенных шлангом.

Циркуляцию воды в таком стеллаже осуществляют при помощи эрлифта, благодаря которому одновременно происходит также и насыщение среды культуры углекислым газом. Стеллаж из трубок лучше расположить у окна или между трубками поставить люминесцентные лампы. Можно также организовать циркуляцию по прозрачному пластмассовому шлангу, обмотав этим шлангом люминесцентную лампу.

Такая установка гарантирует наличие прекрасных кормовых организмов - одноклеточных водорослей, являющихся, в свою очередь, кормом для других кормовых организмов: рачков и коловраток, в течение всего года.

Контрольные вопросы:

1. Важнейшие факторы среды, влияющие на развитие и урожай морских промысловых водорослей.
2. Что необходимо учитывать при подборе видов водорослей для культивирования?
3. Заготовка маточных слоевищ.
4. Получение рассады водорослей.
5. Объемы выращивания морских водорослей и пути использования продукции из них.
6. Какие виды микроводорослей используются в марикультуре?
7. Для каких целей используются микроводоросли в марикультуре?
8. Способы культивирования одноклеточных водорослей.
9. Состав культивируемых бурых водорослей, основные виды.
10. Биотехнология выращивания бурых водорослей.
11. Состав культивируемых красных водорослей, основные виды.
12. Биотехнология выращивания красных водорослей.
13. Состав культивируемых зеленых водорослей, основные виды.
14. Биотехнология выращивания зеленых водорослей.

Литература [1],[2]

ТЕМА 16 АККЛИМАТИЗАЦИЯ И ЕЕ РОЛЬ В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ МАРИКУЛЬТУРЫ

16.1 Роль акклиматизантов в аквакультуре

16.2 Результаты интродукции гидробионтов (рыб, промысловых и кормовых беспозвоночных)

16.2.1 Принципы и методы выбора форм в акклиматизации

16.1 Роль акклиматизантов в аквакультуре

Интродукция водных организмов в целях акклиматизации и натурализации стала осуществляться в значительных масштабах начиная с XIX века. К середине XX столетия водоемы всех континентов пополнились многими новыми видами рыб и беспозвоночных. В России переселение рыб проводилось в течение почти 200 лет. Первые интродукции были зарегистрированы еще в XVIII столетии, но значительно больше переселений ценных рыб (белорыбицы, осетровых и др.) проведено в XIX столетии, и еще большее развитие эти работы получили в середине XX века.

В целом акклиматизация рыб осуществляется с различными целями. К ней могут быть отнесены: борьба с зарастанием высшей водной растительностью водоемов различного происхождения (ирригационные, питьевые и др.); ограничение интенсивности развития фитопланктона в водоемах - охладителях тепловых и атомных электростанций; уничтожение беспозвоночных - переносчиков различных заболеваний человека; аквариумное рыбоводство и т.п. Но чаще всего акклиматизация рыб осуществляется в интересах рыбохозяйственного производства. Такой вид акклиматизации является рыбохозяйственным мероприятием и преследует следующие цели:

Обитание акклиматизантов за пределами естественного ареала может происходить в любых водоемах, как естественных (озера, реки, моря), так и в техногенных (пруды, водохранилища, каналы), используемых для индустриального рыбоводства (садки, бассейны, лотки и пр.), так как во всех этих случаях процесс адаптации вселенцев к новым условиям существования протекает независимо от вызвавших его причин (естественных, искусственных)

Новые объекты ихтиофауны, в разное время завезенные в нашу страну, разделяют в настоящее время на две группы: акклиматизанты Дальневосточного комплекса -растительноядные рыбы и кефаль-пиленгас и вселенцы с Северо-Американского континента - буффало, канальный сомик, веслонос.

Дальневосточная кефаль – пиленгас (*Mugil so-iuy Basilewsky*) – перспективный объект не только морского, но и пресноводного рыбоводства. Являясь эвригалинной рыбой, он может обитать на всех этапах постэмбрионального развития, как в пресной, так и в соленой воде. Питаясь детритом, он не конкурирует с другими видами рыб, способствуя более полному использованию кормовой базы водоемов. В отличие от черноморских кефалей, пиленгас устойчив к низким температурам, его молодь и взрослые рыбы нормально зимуют в лиманах. Он размножается в лагунах и прибрежной зоне моря, обладает высоким темпом роста, а также стайным осенним ходом на зимовку в устья и нижние течения рек. Указанные особенности биологии пиленгаса, сочетающиеся с высокими товарными качествами, позволили считать его перспективным объектом для акклиматизации в Азово-Черноморском бассейне.

Внешне пиленгас от аборигенных видов кефалей отличается слабовыраженным жировым веком, малой выемчатостью хвостового плавника, отсутствием удлинненных чешуек - лопастинок над основанием грудных плавников и заостренной, направленной прямо вперед нижней губой. Пиленгас, как и все кефалевые может быть отнесен к теплолюбивым видам. В теплый период года он быстро растет. С понижением температуры рост замедляется, а при достижении температуры 5 – 8 С- прекращается. Во время зимовки пиленгас не только не растет, но и теряет в массе.

В 1972 году акклиматизационный Совет Ихтиологической комиссии дал согласие на вселение

пиленгаса в Черное и Азовское моря. В результате проведенных в 1972 – 1980 годах акклиматизационных работ по вселению дальневосточной кефали – пиленгаса, этот вид стал в ряд основных объектов промысла в Азовском и Черном морях. Промышленный лов пиленгаса в Азово-Черноморском бассейне начат в 1993 году. Акклиматизация растительноядных рыб - пестрого и белого толстолобиков дали мощный толчок развитию рыбоводства, особенно на Юге России. В короткие сроки эти два вида из диких форм преобразовались в окультуренные и их промышленное разведение прочно вошло в обычную рыбоводную практику. Причем, в обыденном понимании оба вида как бы совместились в общее понятие "толстолобки", хотя по систематическому положению они относятся к различным родам. Кроме этого, создан толстолобик гибридный кросс, который внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (2000) в статусе нового объекта: толстолобик гибридный кросс (*Aristichthys vinogradovy*).

Белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.) акклиматизирован в бассейне реки Кубани в 1960 году вместе с пестрым толстолобиком (*Aristichthys nobilis* Rich.), белым (*Ctenopharyngodon idella* Val.) и черным (*Mylopharungodon piceus* Rich.) амурами. Родина толстолобиков- бассейны рек Дальнего Востока и Китая – Амура, Хуанхэ, Янцзы. Из-за способности белого толстолобика и белого амура потреблять растительные корма – фитопланктон и макрофиты их часто называют растительноядными. Биология растительноядных рыб имеет много общих черт. В естественных условиях нерест проходит в русле рек при скорости течения воды 0,3 - 1,7 м/сек в период подъема уровня воды, во время паводков. Нерестовая температура колеблется от 19 до 26°C. Для икрометания выбираются участки реки, имеющие турбулентное течение, на перекатах, или в местах слития основной реки с протоками.

И белый и пестрый толстолобики обладают большим темпом роста. Сеголетки белого толстолобика достигают массы 30 – 50 г., двухлетки – 500 – 600 г., в десятилетнем возрасте встречаются особи длиной 95 см и массой 17,7 кг. Особи пестрого толстолобика в десятилетнем возрасте достигают массы 35 кг, а отдельные экземпляры – 42 кг, при длине 105 см.

Для получения толстолобика гибридного кросса проводится межвидовое скрещивание самок толстолобика пестрого (*Aristichthys nobilis* Rich.) с самцами толстолобика белого (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.). Толстолобик гибридный кросс сочетает в себе положительные, с точки зрения рыбохозяйственного использования, свойства родительских видов. Он является финальным гибридом, предназначен для выращивания товарной продукции, но размножению как племенной материал не подлежит. Отличается от обоих родительских видов пестрого толстолобика и белого толстолобика по ряду признаков - строению жаберного фильтрационного аппарата, размерам головы, длине брюшного киля, длине грудных плавников, окраске тела. Толстолобик гибридный кросс питается как средними формами фитопланктона, так и зоопланктоном, что обеспечивает его преимущество по сравнению с родительскими формами.

Акклиматизация белого амура выполнялась одновременно с интродукцией толстолобиков, и он нередко вселялся в одни и те же водоемы с ними, но при иных плотностях посадки. В связи с этим и ареал расселения белого амура аналогичен распространению толстолобиков. Он использовался в тех же трех направлениях: с целью натурализации в промысловых водоемах, для выращивания на естественной кормовой базе и в прудовом рыбоводстве. Однако, промысловый эффект от вселения белого амура крайне невелик.

Необходимость акклиматизации черного амура, как моллюскоеда, высказывалась неоднократно в многочисленных обоснованиях и рекомендациях. Впервые он был завезен в пруды Краснодарского края из Китая в 1958 г. Но, несмотря на быстрое освоение биотехники разведения и успешное формирование маточного стада в питомнике "Горячий Ключ", активных работ по интродукции черного амура в рыбохозяйственные водоемы не осуществлялось.

По характеру питания черный амур узкий стенофаг: питается, в основном, моллюсками, раковины которых дробит своими мощными глоточными зубами. Незначительную роль в питании играют личинки насекомых.

Буффало малоротый (*Ictiobus bubalus* Raf.), большеротый (*Ictiobus cyprinellus* Val.) и черный (*Ictiobus*

niger Raf.) - род пресноводных рыб семейства чукучановых, обитают в водоемах Северной Америки. Это крупные быстрорастущие рыбы. Наиболее быстрорастущим видом является большеротый буффало. Взрослые особи этого вида в водоемах естественного ареала имеют обычно массу до 15 кг, в уловах встречаются экземпляры до 45 кг. Максимальная масса черного и малоротого буффало 15 - 20 кг. Область естественного распространения буффало довольно широка – от юга Канады до Мексики. Большеротый буффало занимает более широкий ареал.

Эти рыбы впервые завозились в питомник "Горячий Ключ" Краснодарского края в 1971 г. Здесь была освоена биотехника их разведения и созданы маточные стада. По отношению к основным параметрам гидрохимического режима буффало близки к растительноядным рыбам и карпу. Все виды буффало являются пресноводными: размножение возможно при солености до 3 ‰, товарное выращивание – до 9 – 10 ‰. Различные виды буффало занимают в водоеме свои биотопы: большеротый – держится в толще воды, черный - у дна прибрежной части, малоротый - у дна открытой части водоема. Имеются существенные отличия в поведении разных видов – большеротый буффало держится стаями и легко облавливается активными орудиями лова, не представляет сложности и облов малоротого буффало. Черный буффало по поведению сходен с сазаном и отлов его из не спускаемых водоемов более сложен. Считается, что в целом мероприятия по акклиматизации буффало прошли успешно. Но, несмотря на это, в настоящее время промыслового значения эти рыбы не имеют, однако, перспективы его использования во внутренних водоемах далеко не исчерпаны.

Американский веслонос (*Polyodon spathula Wal.*) – крупная быстрорастущая рыба, достигающая массы 80 кг. Это единственный представитель осетрообразных, питающийся планктоном. Веслонос был завезен в наш край на рыбозаводный завод "Горячий Ключ" в 1974 году. Естественный ареал веслоноса – бассейн рек Миссисипи, Миссури и др. Интенсивный лов, загрязнение среды обитания и гидростроительство, нарушившие естественное воспроизводство, существенно сократили размер промыслового стада в природном ареале. Веслонос обладает высокой адаптационной пластичностью. Оптимальная температура культивирования 20 – 26°C. В отношении к кислородному режиму он близок к карповым рыбам, довольно солеустойчив: молодь его активно питается и растет при резком повышении солености до 4 промилей, а после предварительной адаптации – шести промилей.

С 1984 г. в Краснодарском крае этот вид воспроизводят искусственным путем. При выращивании в поликультуре с растительноядными рыбами и карпом можно получить до 300 кг/га. Веслонос – ценная культура для зарыбления водохранилищ, озер, лиманов, ильменей, водоемов. Характер питания веслоноса определяется в значительной степени особенностями его фильтрационного жаберного аппарата. По ряду параметров имеется сходство в строении фильтрационного жаберного аппарата веслоноса и пестрого толстолобика.

Веслонос чрезвычайно перспективный объект, как для прудового рыбоводства, так и для акклиматизации во внутренних водоемах нашей страны, однако, масштабы его искусственного воспроизводства в настоящее время невелики. В нашей стране веслонос промыслового значения пока не имеет.

Канальный сом (сомик–кошка, проточный сом) (*Ictalurus punctatus Raf.*) - является основным объектом товарного рыбоводства в США. Он хорошо растет, эффективно потребляет искусственные корма, обладает высокими вкусовыми качествами (его справедливо считают тепловодным аналогом форели). Широко используется эта рыба и для целей спортивного рыболовства. В нашей стране работы по акклиматизации канального сомика были начаты в 1972 г, после завоза из США в питомник "Горячий Ключ" Краснодарского края небольшого количества личинок. Основное направление промышленного использования канального сомика - выращивание в индустриальных тепловодных хозяйствах с прямоточным водоснабжением.

Канальный сомик – всеядная рыба, характеризуется высокой приспособляемостью к условиям среды и большой пластичностью при переходе на питание с одного объекта на другой. Основной пищей молоди

является зоопланктон и водные насекомые. По мере роста и увеличения размеров он переходит на питание более крупными ракообразными и рыбой. При длине тела более 35 см становится хищником. Несмотря на перспективность этого вида, как объекта индустриального рыбоводства, объемы выращивания товарного канального сомика остаются небольшими. Все эти рыбы довольно успешно акклиматизировались в условиях нашей страны и, в частности, на Юге России, но пока только растительоядные и пиленгас имеют промысловое значение. Другие интродуценты в настоящее время используются в незначительных масштабах, хотя имеют в этом смысле огромные перспективы.

16.2 Результаты интродукции гидробионтов (рыб, промысловых и кормовых беспозвоночных)

Важнейшими методами повышения рыбохозяйственной ценности водоемов является акклиматизация рыб, кормовых и пищевых беспозвоночных.

Во внутренних водоемах России уже освоены промыслом десятки видов вселенцев. По имеющимся данным суммарный улов акклиматизированных рыб в России (озерах, реках, водохранилищах на 1990 год составили более 20% от общих уловов во внутренних водоемах.

В результате акклиматизации в ряде водоемов создана новая промысловая ихтиофауна, которая в некоторых озерах и водохранилищах уже составляет 80% и более от общей добычи.

Акклиматизация кормовых беспозвоночных в естественных водоемах и водохранилищах повышает рыбопродуктивность в среднем на 20-30%, а в некоторых водохранилищах на 50% и более (например, водохранилища Волжского каскада).

Приведем несколько примеров удачной акклиматизации в последние 20 - 30 лет. В бассейне Азовского и Черного морей в 1972 - 1984 годах украинскими учеными была успешно акклиматизирована дальневосточная кефаль – пиленгас. В этих водоемах темп роста этого вида в сравнении с Японским морем откуда она была завезена в 1,5-3 раза выше. С 1993 года разрешен промысел пиленгаса и его ежегодно вылавливают уже более 4 тыс. т. в год. В середине семидесятых годов российские ученые акклиматизировали камчатского краба в Баренцевом море. Сейчас общие запасы камчатского краба в Баренцевом море составляет 6 млн. шт., а промысловые – 1,5 млн. шт. (1 кг краба стоит 208 долларов США, а средняя масса краба – около 4 кг).

Впервые теоретические основы акклиматизации гидробионтов были заложены в 1940 году Л.А. Зенкевичем. Значительный вклад в разработку этой теории внесли А.Ф. Карпевич, Л.Н. Гербицкий, Г.В. Никольский, Т.С. Расс.

Акклиматизация – это процесс приспособления вселенных в водоемы рыб и других гидробионтов и их потомства к новым условиям среды и формирование в результате этого новой популяции вида под действием естественного отбора. Гидробионты, приспособившись к новым условиям существуют за счет естественного воспроизводства. Этот процесс протекает медленно и связан с глубокой перестройкой, происходящей в организме.

Акклиматизация может быть либо пассивной, когда гидробионтов выпускают в заселяемый водоем при минимальном вмешательстве человека, либо активной, если акклиматизация гидробионтов в новый водоем происходит при активном вмешательстве человека путем не только заселения новых видов, но и проведения рыбоводно-мелиоративных работ и охранных мероприятий.

Интродукция – любое переселение особей вида в водоем, не освоенный ими. Интродукция всегда является первым этапом процесса акклиматизации, но не всегда интродукция заканчивается акклиматизацией интродуцента.

Вселение – переселение особей вида в водоем, условия среды в котором мало или совершенно не отличаются от условий жизни данного вида с материнским водоемом. Вселенные особи вида успешно размножаются на новом месте обитания без какой либо предварительной внутренней перестройки организма.

Биологические особенности потомства переселенных особей вида не изменяются.

Зарыбление – это регулярный выпуск молоди одного и того же вида рыб на нагул в апробированные (раннее исследованные) водоемы. Вселение и зарыбление не имеет отношения к акклиматизации.

Натурализация – конечный высший этап акклиматизации, когда определились ареал вида в новом водоеме, его взаимоотношения со средой и возможность использования (кормового и хозяйственного) вселенца.

Реакклиматизация – интродукция особей вида в целях восстановления его популяции в пределах его естественного (в прошлом) ареала, в котором этот вид по каким либо причинам исчез.

Аутоакклиматизация – самостоятельное вселение водных организмов с последующей их акклиматизацией и натурализацией в новом водоеме.

Приспособляемость организмов в процессе акклиматизации. В настоящее время считается, что основой приспособляемости организмов является обмен веществ и различают два вида приспособляемости:

1. Пассивная приспособляемость – когда изменение среды приводит к изменению уровня обмена, при этом задерживается рост и развитие организма, но он продолжает жить в течение определенного времени после чего наступает необходимая фаза и смерть. Это и есть физиологическая адаптация – акклимация.

2. Активная приспособляемость – когда при изменении обмена веществ организм сохраняет жизнеспособность и способность к воспроизводству. Это и есть тип эколого-физиологических и биологических адаптаций особей, которые лежат в основе акклиматизации.

Иными словами, при акклиматизации у особей всегда сохраняется некоторый запас «физиологической прочности» (на основе пластичности), а при акклимации он исчерпывается.

Адаптивность – адаптация. Адаптивность или приспособляемость – это свойство целых систем (организма, популяции, вида, биоценоза) освоить измененные условия среды, сохраняя при этом видовую специфику. Степень адаптивности ограничивается консервативностью вида.

Адаптация – это положительный для вида результат проявленных особью адаптивных свойств при взаимодействии с измененной средой.

Адаптация – это изменения, возникающие в результате взаимодействия особей (популяций) с измененной средой, но способствующие сохранению целостности вида. Адаптации заметнее всего проявляются в уровне протекания физиологических процессов, в морфологических количественных характеристиках (длина, масса, соотношение частей тела и т. д.) и является основой для внутривидовой изменчивости.

На разных стадиях развития особей их экологическая пластичность меняется. У карповых с и пресноводных окуневых и других генеративно пресноводных рыб наиболее важные процессы, поддерживающие численность популяций, протекают только в пресной воде и в относительно узком температурном диапазоне.

Их личинки хорошо переносят соленость от 0 до 3 % , температуру 12-18°C, слабую щелочность и требуют высокой концентрации кормовых организмов (не менее 250 - 300 шт/л науплий копепод и т. д.). Поэтому личинки рыб наименее жизнестойки.

Молодь рыб переносит более высокую соленость (до 10 - 11%) температуру до 25°C, пищевой спектр более широкий. Она (молодь) становится менее требовательной к другим условиям среды, легче избегает хищников, более стойка к болезням и т. д. Поэтому она жизнеспособнее, чем личинки.

Взрослые особи большинства рыб еще выносливее. Большая пластичность взрослых особей к изменению факторов внешней среды лежит в основе образования проходных и полупроходных биологических групп генеративно пресноводных рыб и позволяет морским рыбам осваивать пастбище солоноватоводных бассейнов.

Это свойство рыб, а также б/п животных является основой для поэтапной акклиматизации. Приспособления и изменчивость популяций в процессе акклиматизации.

Начальный этап акклиматизации организмов (первая фаза) начинается с их адаптации к новой среде, заключающейся в изменении и приобретении новых признаков, приобретенных в новых условиях. Чем короче биологический цикл вида, тем выше темп приспособления (или вымирания) к новым условиям. Например, мизиды, которые созревают на 45-е сутки, переселенные весной, к осени того же года образуют полноценную популяцию, состоящую из нескольких пометов интродуцированных особей и нескольких (до шести) поколений местного рождения.

Влияние элиминации (гибели организмов вследствие различных абиотических и биотических факторов внешней среды) и отбора могут происходить в течение 1-2-х лет. И, наоборот, формирование популяции длинноциклового вида протекает медленно, их адаптации даже в онтогенезе формируются очень медленно, а изменчивость популяционного характера проявляется через ряд поколений, у белуги, например, не ранее чем через 20-40 лет. Процесс акклиматизации можно считать законченным только при регулярном размножении особей новой популяции и особенно, если они благополучно перенесли крайние отклонения в среде обитания.

В одних случаях адаптация и изменчивость морфологических признаков у переселенцев в новых условиях водоема приводит к положительному эффекту: ускорению темпа роста и созревания половых продуктов, увеличению упитанности и продуктивности и в конечном итоге к его натурализации в новом водоеме.

В других случаях морфологических изменений у переселенцев не наблюдается и популяция формируется по типу исходной. Это свидетельствует об отсутствии или незначительном отличии физико-химических и биотических условий в заселенном и материковом водоемах.

В третьих случаях наблюдается снижение интенсивности физиологических процессов в организмах особей новых популяций, в результате чего уменьшаются темпы их развития и роста, снижаются или очень увеличивается плодовитость, что приводит к уменьшению размеров и массы, ухудшению упитанности, уменьшению численности и другим неблагоприятным последствиям. Такие популяции нельзя считать процветающими и они часто теряют промысловое значение.

Подобные явления возникают при переселении рыб или беспозвоночных в водоемы с неблагоприятными абиотическими (температура, соленость, газовый режим и т. д.) и биотическими (наличие большого количества конкурентов в питании и т. д.) условиями.

Для периода формирования популяций переселенных рыб и других организмов отмечено изменение характера питания, миграций и других особенностей биологии переселенцев. Особенно лабильны в характере питания взрослые особи. Например, сиви – планктофаги при переселении в озеро Севан перешли на донное питание, потребляли более концентрированный корм – гаммарид, в результате их рост и упитанность повысились. В результате переселения часто проходные рыбы становятся полупроходными (рыбец), полупроходные – туводными (лещ), сдвигается время нереста (лососи, лещ, кефаль) т места нереста (кефаль Каспия).

16.2.1 Принципы и методы выбора форм в акклиматизации

Для повышения эффективности мероприятий по акклиматизации первостепенное значение имеет выбор рекрута (формы намечаемого переселенца), а также стадии посадочного материала для интродукции. Выбор вида является первым этапом теоретической подготовки акклиматизации, а выбор посадочного материала - первым этапом его практического осуществления. Выбор рекрута разный и зависит от того, осуществляются ли интродукция с целью поэтапной акклиматизации (то есть постепенное продвижение кормового или промыслового акклиматизанта в новые районы, резко отличающиеся по климатическим условиям от района, где расположен маточный водоем), одомашнивания (культивирования) рекрута или с целью его натурализации.

Первыми возникли географические методы выбора интродуцентов (метод аналогов, метод палеоареалов, метод потенциальных ареалов), которые учитывали климатические условия ареалов распространения видов. Географические методы не дали ожидаемого эффекта, так как были приблизительными и не учитывали экологические условия, конкретные преобразования видов к среде.

После неудач в акклиматизации с использованием географических методов, более прочные позиции начал завоевывать взгляд на преимущественное значение наследственности и свойств видов, их адаптивных возможностей. Возникли биоэкологические методы:

а) жизненных форм, б) потенциальных видов.

В 1953 году было выдвинуто учение «о жизненных формах» как основе при выборе рекрутов для интродукции. Жизненная форма – это исторически сложившаяся структура животных или растений, приспособленная к данным условиям и возникшая под их влиянием. Отсюда, под влиянием среды виды способны изменять свои требования в относительно короткий срок, а поэтому и возможна их акклиматизация в условиях, отклоняющихся от исходных, соответствующих пройденному пути.

Метод потенциальных свойств видов. Исходя из происхождения видов, исторического пути, пройденного видом, и учитывая современные условия жизни, А.Ф. Карпевич считает, что у особей любой популяции имеются скрытые эколого-физиологические свойства, которые не проявляются в современном местообитании [4]. При изменении среды (или условий жизни) возможно проявление этих скрытых особенностей, вследствие чего увеличивается жизнестойкость вида и расширяется его адаптивные и акклиматизационные свойства. Из этого вытекают следующие выводы:

1. У намеченных к интродукции видов необходимо изучить (или учитывать) не только характерные для данного вида, подвида, расы, других более мелких таксонов черты биологии, экологии и морфологии, но и черты, которые могут проявиться в новой среде.

2. При хорошем знании потенциальных свойств популяций, предназначенных для интродукции, можно предвидеть характер адаптаций и направление изменчивости переселенцев, следовательно, можно подобрать или новую среду в большем соответствии с их адаптивными возможностями, но не обязательно аналогично материнской.

3. Эколого-физиологический подход к выбору интродуцентов позволяет использовать адаптивные возможности особей на разных стадиях их развития и выявить наиболее узкие зоны адаптации в разные периоды формирования рекрутов.

Методы проверки рекрутов. Намеченная в первом приближении к переселению форма должна пройти «экологическую проверку», для чего более углубленно изучают её требования к среде, используя разные методы и приемы. Наиболее надежным при проверке пригодности выбранных гидробионтов для акклиматизации является метод биоэкологического анализа свойств видов. Но отдельные черты видовых свойств не проявляются полностью у популяций в природной обстановке и при полевых наблюдениях могут быть не замечены даже при многолетних наблюдениях. Поэтому для проверки экологической выносливости рекрута необходимы широкие экспериментальные исследования в лабораторных или природных условиях.

Таким образом были выяснены требования многих видов, предназначенных для акклиматизации.

Как правило, хорошо поставленный эксперимент помогает повысить результативность интродукции, а также предвидеть результаты первых 2-х (фаз) этапов акклиматизации гидробионтов.

Метод отбора рекрутов по их биологической стоимости и хозяйственной ценности. При выборе объекта для интродукции в целях повышения продуктивности водоема мало учитывать эколого-физиологическую выносливость рекрута и его способность преодолевать особенности среды, необходимо учесть его хозяйственную биологическую продуктивность и место в трофической цепи и, таким образом, определить его биологическую стоимость.

При направленной акклиматизации всегда необходимо учитывать хозяйственную ценность рекрута: его пищевые и вкусовые качества. Одни виды ценятся за вкусовые качества, другие за высокую жирность или

отсутствие жира (диетическая рыба), ценность третьих определяется традиционными вкусами местного населения (например, на Каспии сом считается несъедобной, а вобла ценной рыбой).

При выборе форм для акклиматизации важно учитывать наследственную характеристику роста, общую его потенцию, а изменчивость роста, зависящую от условий среды, можно использовать в полезном направлении в новом местообитании.

Важно знать, в какую пищевую цепь вводится акклиматизант, ускорит или замедлит его направление круговорот веществ в пищевых цепях в водоеме. Наиболее рентабельными с точки зрения биологической стоимости и товарной ценности являются мирные виды со средней продолжительностью жизненного цикла (3-6 лет) и высоким весовым ростом. Это бентофаги: сазан, усач, некоторые осетровые (бестер, ленский осетр), краб и другие.

Стоимость их пищевых цепей дороже, чем планктофагов, в 2-3 раза, а период созревания довольно большой (что увеличивает период оплаты съеденной в водоеме пищи), но эти рыбы имеют большой темп роста и более ценные в пищевом отношении.

Важным является вопрос вселения хищных рыб. Быстрорастущие относительно крупные хищники (обычно и быстро созревающие) обладают наиболее высоким сравнительным коэффициентом продуктивности (СКП), например, лососевые. Они вводят в круговорот дополнительные ресурсы (малоценных и сорных рыб), способствуют ускорению их оборота и, как правило, улучшают качество промысловой продукции.

Напротив, вселение мелких тугорослых, короткоцикловых хищников почти всегда приводит к снижению качества и количества промысловой продукции. Они выедают мелкие кормовые организмы, необходимые для питания другим рыбам, а также икру, личинок, молодь рыб, быстро наращивают численность, а сами слабо используются как кормовые объекты и объекты промысла.

Осетровые занимают особое место по ценности и биологическим свойствам. Они обладают огромной потенцией роста, но из-за чрезвычайно длинного периода созревания их сравнительный коэффициент продуктивности понижен. Они оплачивают корм через десятки лет и замедляют оборачиваемость органического вещества в водоемах. К тому же для хорошего роста им требуются обширные пастбища с высокой плотностью кормовых организмов.

Средне- и длинноточичные виды не в состоянии быстро адаптироваться к новым условиям и увеличивать численность популяции. Они менее конкурентоспособны по сравнению со скороспелыми видами. Они подвергаются и наибольшему прессу промысла с самого начала появления в водоеме. Эти вселенцы требуют к себе более требовательного внимания со стороны рыбоохранных органов [4].

Среди осетровых наиболее перспективным объектом для акклиматизации является сибирский (ленский осетр), который очень хорошо реализует свои потенциальные возможности роста. По средней массе 3-х, 4-х пятилетки выращенных в бассейнах, превосходят рыб из естественных водоемов в 7-9 раз.

Оценка результатов акклиматизации. Результаты акклиматизации обычно оценивают по 3-х бальной системе:

Выживание интродуцентов – поимка в новом водоеме переселенных особей.

Биологический эффект – произошло размножение интродуцентов и выживание их потомства в новом водоеме.

Промысловый эффект – переселенец образовал многочисленную популяцию, натурализовался и вошел в промысел или пищевые цепи нового для него водоема.

Подготовка мероприятий по акклиматизации гидробионтов, биотехника переселения. Подготовка мероприятий по акклиматизации проходит два этапа:

I. Теоретическая подготовка – разработка биологического обоснования целесообразности акклиматизации и выбор биотехники переселения.

II. Практическое осуществление намеченного мероприятия.

Цель теоретического этапа – биологическое обоснование целесообразности акклиматизации. Он состоит из пяти разделов:

1.1 Характеристика бассейна.

1.2 Характеристика форм предназначенных для акклиматизации.

1.3 Биотехника переселения.

1.4 Предполагаемая эффективность

1.5 Общая схема акклиматизационных мероприятий для бассейна и тактика его осуществления.

Первый раздел включает характеристику физико-химического режима и населения, а также их изменения в перспективе. Определение экологической и кормовой емкости водоема, соотношение биомасс ценных и малоценных видов рыб, беспозвоночных и растений. Обоснование акклиматизационных мероприятий и их сочетание с другими методами повышения промысловой продуктивности бассейна. Главные направления акклиматизационных мероприятий – дополнение состава аборигенной флоры и фауны полезными видами, замещение некоторых аборигенных видов более биологически и хозяйственно полезными, реконструирование населения водоема, направленное формирование населения, формирование пищевых цепей и ценозов.

Второй раздел состоит из названия и происхождения вселенца, его биоэкологической характеристики. Определения совместимости его требований и режима водоема, характеристики промысловых и пищевых (или кормовых) качеств объекта вселения, возможности натурализации вселенца и необходимых мероприятий для поддержания его численности (искусственное воспроизводство, искусственные нерестилища, выращивание молоди и т. д.), основных направлений воздействия вселенца на аборигенов, характеристик паразитофауны вселенца и его опасности для аборигенов или наоборот.

Третий раздел должен содержать выбор стадии развития переселенца, удобной для пересадки, время и место получения посадочного материала, методики транспортировки, места крантизации, выпуска или инкубации икры и выращивания молоди вселенца, последовательность и сроки осуществления пересадок отдельных видов, повторность пересадок отдельных видов.

В четвертом разделе указывается вероятный ареал размножения и нагула, численность стада, время появления в промысле (или питания рыбы), места и способы лова, экологический эффект.

II. Практический этап переселения объекта предусматривает:

1) сбор и заготовку посадочного материала;

2) транспортировку;

3) Выпуск в заселяемый водоем.

Наиболее безопасно переселению с помощью пересадки икры намеченного вида, которая или не имеет заболеваний, или поражена одним видом заболевания. Икру чаще всего получают на рыбодных заводах (осетровые, лососевые, сиговые и пр.), или на местах нереста в кладках и гнездах (судак, сазан, и др.). В некоторых случаях половые продукты получают с помощью физиологического метода стимулирования их созревания.

Личинок рыб также часто отбирают на РЗ или после доинкубации икры в питомниках. Личинок перевозят на дальние расстояния реже, чем икру.

Производителей отлавливают для пересадки в период нерестового хода (проходные или полупроходные рыбы), или на зимовальных ямах (сом).

Значение внешней среды и свойств гидробионтов при акклиматизации.

К важнейшим факторам, определяющим эффективность акклиматизации, относятся прежде всего температура и пределы её колебаний в естественных условиях.

Например, распространение на север многих тихоокеанских лососей ограничивается отрицательными температурами воды.

Акклиматизация горбуши в Баренцевом и Белом морях не дали ожидаемого эффекта, несмотря на её

хороший рост в море, из-за суровых осенне-летних условий в период инкубации икры (отложенная икра в очень большом количестве погибает). В связи с этим формирование промыслового стада затруднено.

При нересте тихоокеанских лососей в южное полушарие отдельные виды (чавыча) прижились в относительно умеренных зонах (Новая Зеландия, Чили) и их нерест в реках происходит в осенний период при температурном режиме сходном для весеннего периода Северного полушария.

Пересадка каспийской кефали в Аральское море оказалась неудачной из-за суровых зимних условий в этом водоеме, вследствие чего вся переселенная кефаль погибла.

Черноморская кефаль, интродуцированная в Каспийское море советскими учеными нашла подходящие условия для зимовки у Иранских берегов и полностью натурализовалась в новом местообитании.

Температурный режим имеет существенное значение при интродукции пресноводных рыб. Переселение вида на север или юг в водоемы, расположенные далеко за пределами ареала, ослабляет жизнестойкость переселенца. Так, при передвижении сазана на север обнаружены: сокращение порций откладываемой икры, не ежегодный нерест и даже прекращение полового созревания. Отмечается измельчение леща в холодных зонах, из-за чего бессмысленно продвижение его на север.

При акклиматизации гидробионтов необходимо учитывать такие важные абиотические факторы среды, как соленость, кислородный режим, освещенность, грунты, нерестовый субстрат, а также течение, уровенный режим, глубины, размер водоемов и конфигурация берегов.

Из важнейших биотических факторов, влияющих на выживание вселенцев и образование их популяций в новых водоемах является наличие пищи, хищников, конкурентов в питании и паразитов.

В частности, для личинок характерен узкий пищевой спектр, сами они малоактивны и имеют небольшие размеры. Поэтому в местах выпуска личинок кормовая база для них должна быть выгодной (кормовые организмы должны быть подходящими по размерам и поведению),

Особенно опасно переселение личинок ранней весной, когда концентрация кормовых организмов мала и не обеспечивает кормовых потребностей переселенцев, что приводит к их массовой гибели.

Практически все рыбы на ранних стадиях развития питаются планктоном, поэтому возможно обострение конкуренции именно среди молодежи аборигенов и вселенцев. Пока группа вселенцев не велика, конкурентные отношения с аборигенами из-за пищи практически не возникают. Но при увеличении численности популяции пищевые взаимоотношения приобретают все большее значение, что приводит к уменьшению темпа роста аборигенов и вселенцев или к уменьшению тех и других. В отдельных случаях наблюдается вытеснение отдельных видов другими.

Существенное влияние на выживание вселенцев оказывают хищники – беспозвоночные животные и рыбы. Из беспозвоночных животных в пресноводных водоемах очень опасными для икры и личинок являются хищные насекомые, ведущие водный образ жизни и их личинки, а также некоторые ракообразные. Например, выпущенные в безрыбное озеро под Тобольском личинки сибирского осетра (21 тыс. шт) были полностью уничтожены щитнями (отряд листоногих ракообразных) и личинками стрекоз.

Для морских рыб из беспозвоночных очень опасны медузы, гребневика, гидроидные полипы, которые уничтожают икру и личинок.

Наиболее опасными для вселенцев являются рыбы. Причем доказано, что икра, личинки и молодь рыб выедаются в огромном количестве не только хищниками, но и мирными рыбами (из сорных пресноводных – плотва, укля, колюшка, красноперка, пескарь, ерш, из ценных – сазан, чехонь, усачи). В отдельных случаях увеличение в водоемах малоценной рыбы может оказаться основной причиной негативного результата интродукции.

Переносить вселенцев (рыб и кормовых беспозвоночных) в водоемы следует максимально рассредоточено, чтобы они в участках переселения не подверглись массовому выеданию со стороны аборигенов (рыб и беспозвоночных хищников).

При вселении в новые условия у вселенцев наблюдается смена паразитов. Некоторые паразиты

вселенцев, не находя промежуточных хозяев, погибают, а другие могут быть переданы аборигенам, что может принести последним непоправимый вред. Часто вселенцы приобретают новых паразитов, что угрожает их жизнеспособности и даже выживанию. Поэтому перед вселением интродуцентов необходимо хорошо изучить паразитофауну вселенцев и рыб – аборигенов, живущих в водоеме, предназначенном для переселения.

При этом нужно помнить правило, сформулированное в 1938 году В.А. Догелем «животные акклиматизированные в районах, где нет близкородственных им видов, испытывают сильное обеднение паразитофауны в особенности если они переносятся в свободной от паразитов фазе жизненного цикла. Это правило подтверждается многолетней практикой акклиматизации гидробионтов [4].

Контрольные вопросы:

1. Какие фазы проходят виды-вселенцы в процессе акклиматизации?
2. Виды акклиматизантов в Азово-Черноморском бассейне.
3. Какие гидробионты являются наиболее частыми объектами интродукции в марикультуре? Приведите примеры.
4. Этапы акклиматизации гидробионтов.

Литература [4].

ТЕМА 17 МЕТОДЫ ПРОФИЛАКТИКИ БОЛЕЗНЕЙ И ЛЕЧЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Болезни морских рыб и беспозвоночных - одна из основных причин, ограничивающих продуктивность марихозьств и снижающих экономическую эффективность искусственного выращивания морских гидробионтов.

Наиболее массовые и перспективные объекты марикультуры - двустворчатые моллюски, в частности устрицы и мидии. Поэтому важно провести исследования по выявлению возбудителей болезней моллюсков, изучить их систематику, экологию, патогенное влияние на моллюсков, разработать методы профилактики и терапии заболеваний.

Перечень возбудителей заболеваний культивируемых моллюсков обширен и включает представителей самых различных таксономических групп - от вирусов до сверлящих моллюсков и ракообразных.

В настоящее время в странах СНГ выращивают 5 видов двустворчатых моллюсков: два вида мидий - средиземноморскую, съедобную, гребешка и два вида устриц - плоскую европейскую и тихоокеанскую .

Наиболее изучена средиземноморская мидия, у которой отмечено 12 видов паразитов и комменсалов. Многие из них в стрессовых ситуациях могут стать причиной серьезных заболеваний этого моллюска. Так, в результате поражения мидий сверлящей губкой не только нарушается структура раковины, но и снижаются темпы линейного роста раковины, уменьшается индекс кондиций и массы сырых и сухих тканей при увеличении на 25 % массы раковины, сокращаются запасы липидов и гликогена. Перфоратор раковины полихета вызывает образование на раковинах бугров, вздутий, блистеров. Последние могут быть настолько велики, что разрывают гонаду. Состояние раковины усугубляется при одновременном проникновении в толщу створок клионы, полидоры и сопутствующего им не идентифицированного нами вида грибов. Микроспоридия поражает ооциты мидий и влияет на репродуктивные способности моллюсков. Трематода также влияет на плодовитость моллюсков, ведет к резкому истощению мидий, снижению темпов ее роста, массы тканей и неоднозначным изменениям содержания белка и нуклеиновых кислот. Грегарины и жгутиконосцы, поселившиеся в жабрах мидий, вызывают истощение моллюсков. Накоплен большой

фактический материал о сезонной, возрастной и межгодовой динамике пораженности мидий, об изменениях географии распространения различных возбудителей заболеваний.

Паразитофауну обыкновенной мидии изучали в северных и дальневосточных морях. Сведения о ее паразитах в Белом и Баренцевом морях ограничиваются сообщениями об обнаружении у этого моллюска в основном трематод. Но некоторые из паразитирующих у мидий трематод, для которых этот моллюск служит дополнительным хозяином, потенциально опасны для здоровья человека. Болезни устриц изучены недостаточно, и исследования выполнены в основном на тихоокеанской устрице. У этого моллюска найдено 15 видов паразитов и комменсалов, в том числе 5 видов паразитических копепод, турбеллярия инфузории и несколько видов перфораторов раковины: сверлящая губка [8].

Такое же положение - с исследованием болезней европейской устрицы в бассейне Черного моря. В литературе приведены данные о 26 видах паразитов и комменсалов [8]. При этом среди всех культивируемых моллюсков европейская устрица наиболее подвержена инфекционным и инвазионным заболеваниям (вирозы, раковинная болезнь, мартайлиоз, бонамиоз и др.).

Из инфекционных заболеваний европейской устрицы на Черном море зарегистрирована раковинная болезнь. Ее возбудитель - морской гриб развивается в раковине моллюска, вызывая образование на створках характерных темно-зеленых конхиолиновых наростов. У пораженных моллюсков сильно деформируется раковина, изменяется биохимический состав тканей, уменьшается содержание липидов и белков [8].

У приморского гребешка список зарегистрированных патогенов насчитывает 12 видов, однако немногие из них потенциально опасны для этого моллюска [2].

Выращиваемые в хозяйствах ракообразные (креветки, крабы, лангусты, омары), так же как и моллюски, подвержены инвазиям различными паразитами, вирусным, бактериальным и грибковым заболеваниям. Бактериальные заболевания у морских ракообразных встречаются чаще, чем у моллюсков, некоторые из них сопровождаются некротическими поражениями панциря этих животных, икры и личинок. В конце 60-х годов у креветок и крабов были открыты вирусы, по морфологии сходные с герпесвирусами и бакуловирусами. Меры профилактики этих заболеваний пока не разработаны.

Многие ракообразные служат промежуточными хозяевами в жизненных циклах различных гельминтов, отдельные представители которых опасны для здоровья человека. Есть данные о заражении людей парагонимидами от речных раков, крабов и креветок, заходящих в устья рек/ И, наконец, у выращиваемых в хозяйствах морских ракообразных могут встречаться различные изоподы. Эти беспозвоночные вызывают паразитарную кастрацию своих хозяев.

Из паразитов и болезней рыб внутренних водоемов у нас хорошо изучены болезни лососевых. Паразитофауну морских рыб - камбаловых, кефалевых, бычковых - при их выращивании исследовали в северных, южных и дальневосточных морях. Накоплен большой фактический материал о жизненных циклах и биологии паразитов, о возрастных, сезонных, географических колебаниях зараженности многих видов рыб, перспективных для искусственного выращивания, в частности по четырем видам черноморских кефалей, двум видам камбал и ряду видов бычковых. Нами показано, что при выращивании, например, кефалевых эпизоотическое значение могут иметь паразиты разных систематических групп, - микоспоридии, инфузории, моногенеи и т.д.

Практика ведения марихозяйств за рубежом показала, что наибольшую опасность при искусственном выращивании морских рыб представляют инфекционные заболевания. У нас подобные заболевания морских рыб (кроме лососевых) изучены недостаточно.

Интенсификация искусственного выращивания рыб неизбежно связана с проблемой гельминтозов человека. Существуют гельминты, попадающие в организм человека с рыбой и вызывающие у него тяжелые заболевания, иногда летальный исход.

Таким образом, следует констатировать ограниченность объема исследований и их отставание от аналогичных работ, выполняемых в промышленно развитых странах: Японии, США, Франции и др. Поэтому

надо не только расширить эколого-фаунистические исследования возбудителей болезней объектов марикультуры, но и уделить особое внимание вирусам, бактериям, грибам и простейшим, представляющим наибольшую опасность для марихозяйств. На основе этих исследований должны быть разработаны рекомендации по выбору мест размещения марихозяйств и прогнозированию возможных изменений эпизоотической ситуации в них, а также методы диагностики, профилактики и терапии наиболее распространенных заболеваний объектов культивирования.

Контрольные вопросы:

1. Какими причинами обусловлена смертность в аквакультуре?
2. Какие основные принципы используются в борьбе с болезнями в марикультуре?
3. Болезни объектов марикультуры.

Литература [1], [2], [8].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Арзамасцев И.С. Основы аквакультуры: учебное пособие / И.С. Арзамасцев, В.А. Раков, А.П. Жук, В.А. Брыков. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006.- 64 с.
2. Ким Г.Н. Марикультура: учебное пособие / Г.Н. Ким, С.Е. Лескова, И.В. Матросова. – М.: МОРКНИГА, 2014. – 273 с.
3. Корма и кормление в аквакультуре [Электронный ресурс] : учеб. / Е.И. Хрусталеv [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 388 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90052>. — Загл. с экрана.
4. Михайлов С., Чебанов А. Руководство по выращиванию осетровых – Анкара: 2013. - 325 с.
5. Морская аквакультура. П. А. Моисеев, А. Ф. Карпевич, О. Д. Романцева и др.. - М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
6. Пономарев, С.В. Аквакультура [Электронный ресурс] : учеб. / С.В. Пономарев, Ю.М. Баканева, Ю.В. Федоровых. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 440 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95144>. — Загл. с экрана.
7. Склярoв В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 150 с.
8. Современные проблемы и перспективы развития аквакультуры [Электронный ресурс] : учеб. / Е.И. Хрусталеv [и др.]. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/97676>. — Загл. с экрана.
9. Тылик К.В. Водные биоресурсы и аквакультура. Введение в профессию: учебное пособие / К.В. Тылик. – М.: МОРКНИГА, 2014. -143 с.
10. Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Черном море / под. ред. В.Н. Еремеева; Национальная академия наук Украины, Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского. – Севастополь. - 2010. - 424 с.

Дополнительная литература

11. Канидьев А.Н., Гамыгин Е.А. Руководство по кормлению радужной форели полноценными гранулированными кормами. М., Изд. ВНИИПРХ, 1977, 516 с.
12. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ / Сост. Богерук А.К., Евсташиева Н.Ю., Илясов Ю.И., М. 2001, 205с.
13. Катасонов В.Я., Гомельский Б. И., Селекция рыб с основами генетики. М. Агропромиздат, 1991, 205 с.
14. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. Л.: Наука, 1987,
15. Козлов В. И. Справочник фермера-рыбовода М. ВНИРО, 1998, 448с.
16. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. - СПб, 2001, 372с.
17. Справочник по племенным рыбоводным хозяйствам Российской Федерации / Сост. Богерук А.К. и др., М. 2001, 166 с.

Наталья Александровна Сытник

Основы марикультуры

Учебное пособие
для студентов направления подготовки
35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура»
очной и заочной форм обучения

Тираж _____ экз. Подписано к печати _____

Заказ № _____ Объем 10,13 п. л.

ФГБОУ ВО "Керченский государственный морской технологический университет"
298309 г. Керчь, Орджоникидзе, 82.