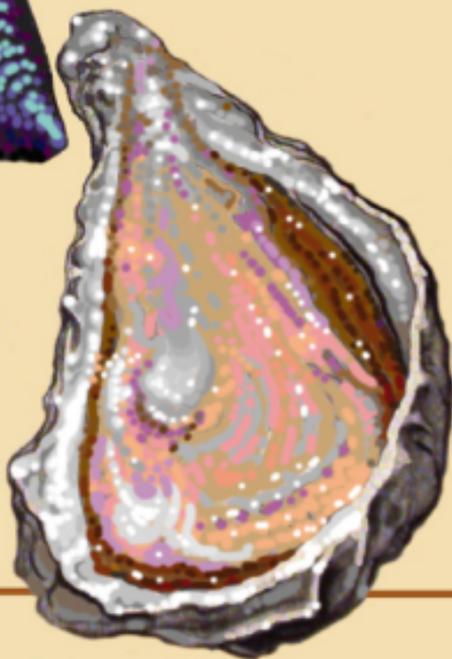


# ВЫРАЩИВАНИЕ МИДИЙ И УСТРИЦ В ЧЕРНОМ МОРЕ

ХОЛОДОВ В.И.  
ПИРКОВА А.В.  
ЛАДЫГИНА Л.В.



Севастополь 2010

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ  
им. А.О. КОВАЛЕВСКОГО

*Образовательная научно-техническая  
серия для морских фермеров. Вып. 2*

# ВЫРАЩИВАНИЕ МИДИЙ И УСТРИЦ В ЧЕРНОМ МОРЕ

Под редакцией академика В.Н.Еремеева

Севастополь 2010

УДК 639.4.(262.5)

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.

Практическое руководство по организации и эксплуатации на Черном море мидийных и устричных хозяйств, включающих морскую ферму, береговую базу, специализированные плавсредства, а также питомник для производства личинок и спата устриц. Излагается биология выращиваемых и культивируемых объектов: мидий, устриц и кормовых одноклеточных водорослей. Подробно описана технология и технические средства выращивания; приведена информация о переработке и потреблении моллюсков. Для широкого круга читателей, заинтересованных в создании мидийных и устричных хозяйств, а также для студентов, аспирантов и специалистов, занимающихся вопросами воспроизводства и потребления морских ресурсов.

Холодов В.І., Піркова Г.В., Ладигіна Л.В. **Вирощування мідій та устриць в Чорному морі/під ред. В.М.Єремєєва; Національна академія наук України, Інститут біології південних морів ім. О.О. Ковалевського.** – Севастополь. - 2010. - 424 с.

Практичний посібник з організації та експлуатації на Чорному морі мідійних та устричних господарств, включаючих морську ферму, берегову базу, спеціалізовані плавзасоби, а також розплідник для одержання личинок та спату устриць.

Представлена біологія вирощуваних та культивованих об'єктів: мідій, устриць і кормових одноклітинних водоростей. Докладно описана технологія і технічні засоби вирощування; наведена інформація про переробку та споживання моллюсків.

Для широкого кола читачів, зацікавлених у створенні мідійних та устричних господарств, а також для студентів, аспірантів та спеціалістів, які займаються питаннями відтворення та споживання морських ресурсів.

Kholodov V.I., Pirkova A.V., Ladigina L.V. **Cultivation of Mussels and Oysters in Black Sea./Ed. by V.N. Eremeyev; A.O. Kovalevskiy Institute of Biology of Southern Seas National Academy of Sciences of Ukraine.** - Sevastopol. – 2010. – 424 p.

This book is a practical guidance on organization and operation of Black Sea mussel and oyster farms including sea farm, land-based processing, specialized afloat means, and hatchery for producing oyster larvae and spat.

The present guidance contains data on biology of objects to be grown and cultivated (mussels, oysters, and pabular unicellular algae); detailed description of technology, and technique for growing; information on processing and consumption of molluscs.

The book will be interesting to a wide readership involved in launching and working for mussel and oyster farms; as well as to students, post-graduate students, and professionals concerned with the problems of sea resources reproduction and consumption.

ISBN 978 – 966 – 02 – 5551 – 7

© Институт биологии южных морей НАН Украины, 2010

© И.Д. Пирков, оформление, 2010

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	5
<b>Введение</b> .....	7
<b>Глава 1 Биологические основы аквакультуры мидий и устриц (конхиокультуры).</b> <i>А.В. Пиркова, Л.В. Ладыгина, В.И.Холодов</i> .....	12
1.1. Систематика моллюсков.....	12
1.2. Биология мидий.....	13
1.2.1. Анатомия мидий.....	15
1.2.2. Физиология мидий.....	34
1.2.3. Экология мидий.....	78
1.3. Биология устриц.....	80
1.3.1. Систематика устриц.....	80
1.3.2. Анатомия и морфология устриц.....	85
1.3.3. Физиология устриц.....	92
1.4. Биология одноклеточных водорослей.....	114
1.4.1. Морфология и анатомия одноклеточных водорослей..	114
1.4.2. Роль микроводорослей в аквакультуре.....	130
1.4.3. Биохимический состав микроводорослей.....	136
<b>Глава 2 Мидиеводство. В.И.Холодов</b> .....	141
2.1. Технические средства выращивания.....	142
2.1.1. Морская ферма.....	143
2.1.2. Выбор и разметка участков для морской фермы.....	168
2.1.3. Монтаж морской фермы.....	174
2.1.4. Технология выращивания мидий.....	204
2.1.5. Плавсредства для обслуживания морской фермы.....	225
<b>Глава 3 Устрицеводство. А.В. Пиркова, В.И. Холодов</b> .....	237
3.1. Технология выращивания устриц в полноциклических хозяйствах.....	237
3.1.1. Получение устричного спата в питомнике.....	241
3.1.2. Получение мидийного спата в условиях питомника...	268
3.1.3. Телекаптаж.....	276
3.2. Подращивание устричного спата на ферме.....	284

3.3.	Генетическое улучшение гигантской устрицы.....	294
3.4.	Воспроизводство черноморской устрицы <i>O. edulis</i> .....	302
<b>Глава 4</b>	<b>Культивирование микроводорослей.....</b>	<b>311</b>
	<i>Л.В.Ладыгина</i>	
4.1.	Подготовка питательных сред.....	312
4.2.	Хранение коллекционных культур.....	317
4.3.	Подготовка стартовых культур.....	319
4.4.	Массовое культивирование водорослей.....	320
4.5.	Пищевые рационы для личинок устриц и мидий.....	337
<b>Глава 5</b>	<b>Береговая база. В.И. Холодов.....</b>	<b>345</b>
5.1.	Технология и оборудование для обработки моллюсков.....	349
<b>Глава 6</b>	<b>Санитарный контроль выращивания и реализации моллюсков. В.И.Холодов.....</b>	<b>364</b>
<b>Глава 7</b>	<b>Потребление и переработка моллюсков.....</b>	<b>383</b>
	<i>В.И.Холодов</i>	
7.1.	Расфасовка моллюсков.....	383
7.2.	Переработка мидий.....	386
7.3.	Приготовление устриц.....	393
7.4.	Фармакология и конхиокультура.....	398
<b>Глава 8</b>	<b>Экономика морского хозяйства и административные вопросы организации морских хозяйств. В.И. Холодов.....</b>	<b>404</b>
8.1.	Экономические аспекты марикультуры.....	404
8.2.	Как организовать морское хозяйство.....	409
	<b>Заключение.....</b>	<b>417</b>
	<b>Список рекомендованной литературы.....</b>	<b>420</b>
	<b>Список дополнительной литературы.....</b>	<b>422</b>

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Украина располагает большими потенциальными возможностями развития морской аквакультуры (марикультуры). Только в северо-западной части Чёрного моря площадь акваторий лагунного типа, пригодных для аквакультуры, составляет 200 000 га. Кроме этого, современные технологии марикультуры позволяют использование и акваторий открытого моря с глубинами 10-30 м, площадь которых в экономической зоне Украины – огромна. В Каламитском и Каркинитском заливах площадь акваторий, пригодных для выращивания морских организмов, составляет многие тысячи км<sup>2</sup>. Благоприятный климат юга Украины, высокая биопродуктивность прибрежных экосистем, выполненные научные исследования и разработки технологий, технических средств выращивания морских организмов – ценных источников пищевого, технического и лекарственного сырья – всё это необходимые, (хотя и не достаточные), предпосылки развития марикультуры.

В настоящее время Украина испытывает острый дефицит в рыбе и морепродуктах. Физиологически обоснованная норма потребления белка водного происхождения, установленная Украинским НИИ гигиены питания, составляет 20,1 кг/чел. в год. Для выполнения этой нормы необходимо производить ежегодно примерно 1 млн. т. рыбы и морепродуктов. Однако отечественная рыбохозяйственная отрасль обеспечивает потребление населением водных биоресурсов в количестве не более 2-4 кг/чел в год. Но, кроме пищевых потребностей в водных живых ресурсах, существуют ещё и потребности в сырье для технической, кормовой и фармакологической продукции. Огромные потребности нецелесообразно по-прежнему удовлетворять за счёт дорогостоящего импорта. Необходимо развивать и создавать современную отечественную аквакультуру и марикультуру.

Зарубежный опыт показывает, что марикультура развивается только при государственной поддержке. Особенно впечатляющие темпы развития получила марикультура в Китае, после того как эта отрасль вошла в число приоритетных. Ежегодный прирост производства морепродуктов в Китае достиг фантастических величин: свыше 1 млн. т. В европейских странах, в частности во

Франции, марикультура пользуется разносторонней поддержкой со стороны государства (льготное кредитование, выдача безвозвратных ссуд начинающим фермерам, бесплатные консультации, подготовка специалистов, льготы при образовании кооперативов и т.д.).

Создание марикультуры, как новой отрасли с/хозяйства, предусматривает разработку соответствующей правовой системы; подготовку специалистов (рабочих и руководителей ферм); систему кредитования; систему снабжения материалами и оборудованием; систему реализации морепродуктов (оптовая и розничная реализация); санитарно-бактериологический контроль мест выращивания и реализации. В качестве образца для Украины можно было бы принять организацию марикультуры, успешно функционирующую в странах ЕС.

Начинать создание современной марикультуры целесообразно с опробованных на Чёрном море сравнительно несложных направлений: мидиеводства и устрицеводства.

Предлагаемая читателю книга, точнее практическое руководство, является хорошим подспорьем при организации и эксплуатации мидийно-устричных хозяйств. Книга написана научными работниками, специализирующимися в марикультуре, обладающими большим практическим опытом в этой области, в которой они имеют и собственные разработки, защищённые патентами. Подробное описание подбора материалов для изготовления технических средств выращивания, рекомендации по их монтажу на выбранной акватории, достаточно полное описание технологического процесса выращивания и обработки урожая – представляют несомненный интерес для будущего фермера.

Раздел о биологическом обосновании мидиеводства и устрицеводства с подробным описанием биологии моллюсков и кормовых одноклеточных водорослей будет полезен не только морским фермерам, но и студентам, аспирантам и преподавателям ВУЗов, изучающих морскую биологию, водные живые ресурсы, аквакультуру.

*Академик НАН Украины В.Н. Еремеев.*

## ВВЕДЕНИЕ

Охота и собирательство на суше уже давно вытеснены культурными хозяйствами – более продуктивными, надёжными и экономичными. Иное дело на море, которое хоть и занимает свыше  $\frac{3}{4}$  поверхности нашей планеты, всё ещё остаётся местом, где доминирует рыболовство и добыча (охота, собирательство). Причины сложившейся ситуации разнообразны. Например, в СССР традиционно было развито индустриальное океаническое рыболовство; для этой цели готовили квалифицированных специалистов, которые свои знания и силы отдавали дальнейшему развитию промышленного рыболовства. С другой стороны, если ещё не подорванные морские биоресурсы позволяют вести лов с небольшими промысловыми усилиями, вопрос о развитии марикультуры может не возникать вовсе. Но при увеличении количества рыбодобывающих судов, сокращении запасов добываемых ресурсов и, следовательно, возрастании промыслового усилия – развитие марикультуры становится важнейшей задачей. И задачей, к сожалению, трудно выполнимой: нет опыта, нет специалистов, нет законодательной базы, инфраструктур, нет оборудования, нет даже учебников и т.д.

Однако во многих странах марикультуре повезло больше. Это, например, страны Юго-Восточной Азии и, прежде всего Китай, Япония, Южная Корея, где марикультура имеет многовековые традиции; страны Западной Европы и Северной Америки, в которых технология и технические средства марикультуры непрерывно и быстро совершенствуются. Марикультура развита в Новой Зеландии, Австралии, Чили, ряде развивающихся стран, а, например, в Эквадоре доход от марикультуры занимает второе место в экспорте, сразу же после экспорта нефти.

В странах с развитой марикультурой рыба и другие морепродукты не исчезают с прилавков магазинов, а, напротив, с каждым годом их становится всё больше, а цены на них снижаются. Марикультура, поставляя вкусную и полезную пищу, обладающую нередко лечебно-профилактическими свойствами, приносит доход производителю и при этом не вредит, а укрепляет здоровье потребителей. Кроме этого, морские фермеры кровно

заинтересованы в чистоте морской воды и защите моря от негативных воздействий, поэтому морских фермеров можно считать защитниками морской среды.

В отношении современного рыболовства можно констатировать, что на протяжении последних 10 лет мировое рыболовство остаётся на постоянном уровне вылова: 100 млн. т в год. С 1992 г весь мировой улов не покрывает затрат на рыбодобывающую отрасль, поэтому рыболовство во многих странах стало дотационным.

По данным FAO в 1992 г в мире было затрачено на вылов морских рыб 124 млрд. дол., а стоимость выловленной рыбы составила всего 70 млрд. дол. США. В 2004 г эти цифры составили соответственно: 120 млрд. и 80 млрд. дол. США. Убыточным было морское рыболовство и в СССР, хотя это было известно только сравнительно узкому кругу специалистов.

Одновременно с увеличением затратности и нерентабельности рыболовства, в мире наблюдается неуклонный рост потребностей в морепродуктах, что вызвало бурное развитие аквакультуры и марикультуры во многих странах. Годовой прирост мировой аквакультуры составляет 10%, (в странах средиземноморского бассейна - 25%), в то время как прирост продукции мирового сельского хозяйства равен 2,8% в год. В настоящее время мировая аквакультура является быстроразвивающейся отраслью, что, хотя и является отрадным фактом, но в то же время и настораживающим, так как слишком быстрый рост хозяйственной отрасли чреват и негативными последствиями. В последние годы на Западе значительно возрос интерес к долгосрочной (устойчивой) марикультуре, не наносящей ущерба морской среде, что позволяет вести морское хозяйство неограниченно долгое время.

Что же такое марикультура и чем она занимается? Прежде всего, основная задача марикультуры - получение в течение длительного времени высоких и устойчивых урожаев морских растений и животных при сохранении качества окружающей среды. Эта задача выполняется не только путём товарного выращивания водных беспозвоночных, рыб, водорослей, но и путём осуществления воспроизводства промысловых биоресурсов и охраняемых видов; акклиматизации новых видов, более ценных по пищевым и техническим показателям, более продуктивных и устойчивых в

условиях данного биотопа, а также улучшающих показатели использования водоёма. К аквакультуре специалисты относят также деятельность, связанную с перестройкой водоёмов и направленную на мелиорацию, т.е. улучшение условий существования выращиваемых объектов: строительство каналов, устройство нерестилищ, уплотнение дна, регулирование проточности водоёма и солёности воды в нём и т.д.

Очевидно, что начинать развивать марикультуру нужно с наиболее простой и доступной её ветви: **конхиокультуры** (conchyliculture, фр., или shellfish culture, англ.), занимающейся выращиванием моллюсков, например мидий и устриц. Так, мидии и устрицы питаются природной пищей, отцеживая её из морской воды, поэтому забота о кормах отпадает. Посадочный материал, или молодь для дальнейшего подращивания, сама поступает на плантацию вместе с течением. Взрослые мидии не перемещаются, что позволяет упростить технические средства выращивания и снизить капитальные затраты. И, наконец, сама мидия содержит микроэлементы, витамины, все незаменимые аминокислоты и вещества, укрепляющие иммунную систему (имуномодуляторы). Отрасль конхиокультуры, занимающаяся выращиванием мидий, называется мидиеводство, либо митиликультура (mytiliculture, фр.).

Более сложной отраслью марикультуры является полноциклическое устрицеводство (остреокультура, ostreiculture), базирующееся на собственном производстве посадочного материала – устричной молодежи (спата). Однако если спат закупать в специальных питомниках, то дальнейшая технология подращивания молодежи устриц до товарного размера (полуциклическое устрицеводство) принципиально не будет отличаться от мидиеводства. Более того, одни и те же: морская ферма, судно, береговая база - могут быть использованы, как для выращивания и обработки мидий, так и устриц.

Современная марикультура занимается, главным образом, выращиванием морских рыб, беспозвоночных (моллюски, ракообразные, иглокожие и т.д.) и водорослей. Наиболее широко распространена в мире марикультура моллюсков, прежде всего устриц и мидий, а также морских гребешков и клемов. Всего выращивается свыше 10 000 000 т моллюсков в год. Крупнейшими

производителями являются Китай (6 822 000 т), Япония (835 000 т), США (598 800 т), а также Испания, Южная Корея, Италия, Франция, выращивающие по 250 000 – 300 000 т/год (данные FAO за 2006 г.). Среди выращиваемых моллюсков преобладают устрицы и мидии, мясо которых отличается высокой пищевой и лечебно-профилактической ценностью, а их биотехника - высокой урожайностью и сравнительно дешёвой технологией разведения.

Мидии содержат все незаменимые аминокислоты, микроэлементы необходимые для организма человека, витамины группы В, F, С, а также радиопротекторы, иммуностимуляторы и биоантиоксиданты. Створки мидий, а также некондиционные моллюски, используются для приготовления белково-минеральной муки и крупки для птицеводства и животноводства.

Устриц относят к диетическим продуктам, обладающим лечебными свойствами. Они содержат витамины А, В, РР и С, а также различные микроэлементы. Устриц применяют при лечении анемических заболеваний, нарушений ионного состава крови, для укрепления иммунной системы и восстановления сил.

Продукты из моллюсков предназначены, прежде всего, для лиц, работающих в тяжёлых условиях, либо на территории с повышенной радиацией, а также пожилым и тучным людям. Целесообразно использовать моллюсков в сети туристических, рекреационных и лечебных учреждений. Мидии поступают в реализацию в живом виде, либо в виде брикетов варёно-мороженого мяса, а также консервов, пресервов, гидролизатов, лечебных и косметических препаратов, кормовых и пищевых добавок и т.д.

Черноморская марикультура моллюсков в Украине и России в течение последних 10 лет ограничивалась выращиванием практически только мидий, годовое производство которых не превышало 100-200 т для каждой страны. Таким образом, мощный морской потенциал, способный производить десятки тысяч тонн деликатесной продукции и ценного сырья продолжает оставаться незадействованным. Авторы надеются, что данная книга будет содействовать изменению сложившейся ситуации в лучшую сторону.

Вся информация, необходимая для организации мидийного и устричного хозяйства содержится в предлагаемой книге. Однако полную информацию, необходимую для создания собственного

морского хозяйства и успешной работы на нём можно получить, прочитав все выпуски серии «Образовательная научно-техническая серия для морских фермеров». Будущий фермер, проработав книги данной серии, сможет:

- Обоснованно решить для себя, что и в каких объёмах он собирается производить;
- Разработать проект планируемого морского хозяйства и проанализировать его реализуемость и жизнеспособность, то есть заранее просчитать все основные финансовые операции;
- Выбрать подходящие акваторию для морской фермы и территорию для береговой базы;
- Чётко представлять себе, что такое морская среда; возможные её нарушения и последующие негативные воздействия на работу морского хозяйства;
- Знать физиологические потребности, экологические особенности, болезни, факторы, вызывающие смертность выбранного объекта для выращивания;
- Выбрать оптимальные технологию и технические средства выращивания и обработки;
- Выполнять все технологические операции выращивания, обработки, хранения и реализации морепродуктов с соблюдением требований гигиены и государственных санитарных правил и норм.

Книга рассчитана на читателя, решившего стать морским фермером и получившего среднее школьное образование, точнее, владеющего знаниями по биологии в объёме средней школы. Книга также будет полезной студентам и преподавателям, специализирующимся в аквакультуре, а также всем лицам, интересующимся выращиванием и использованием морских живых ресурсов, в первую очередь, мидий и устриц.

Авторы выражают благодарность С.В. Кулику – руководителю ООО «ЯХОНТ ЛТД», г. Днепрпетровск, за организацию совместных исследований на мидийно-устричной ферме общества, а также за финансовую поддержку издания данной книги.

## Глава 1

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АКВАКУЛЬТУРЫ МИДИЙ И УСТРИЦ (КОНХИОКУЛЬТУРЫ).

Для успешного разведения животных, необходимо предварительно изучить их биологию, а именно: их физиологические потребности и анатомию - для понимания состояния выращиваемых животных; экологию, знание которой необходимо для выбора места размещения морского хозяйства и разработки его структуры.

Обычно, биологические исследования начинаются с систематики, дающей общие представления о положении изучаемого объекта в царстве живых организмов, его исторических и сложившихся близких и отдалённых связях с многообразием биологических видов.

### 1.1. Систематика моллюсков

Тип «Моллюски», включающий по разным источникам от 120 000 до 140 000 видов, является одним из наиболее многочисленных типов среди животного мира. Моллюсков можно встретить всюду: от глубоководных впадин до высоких гор; в холодных и тропических зонах, где они обитают как в воде, так и на воздухе.

Данный тип подразделяют на семь классов:

1. Беспанцирные (Aplousophora) – около 150 видов – мелкие малозаметные моллюски, напоминающие червей.
2. Моноплакофоры (Monoplachophora) – несколько видов.
3. Панцирные (Loricata) – порядка 1000 видов, напоминают мелких черепашек, которые могут крепко присасываться к скалам и камням, часто в зоне прибоя, например, хитоны.
4. Двустворчатые (Bivalvia) – примерно 15000 видов, в том числе мидии и устрицы.
5. Головоногие (Cephalopoda) – 600 видов, например осьминоги, кальмары.
6. Лопатоногие (Scaphopoda) – около 300 видов; исключительно морские животные, внешне напоминающие одновременно и брюхоногих и двустворчатых.

7. Брюхоногие (Gastropoda) – 85 000 видов – самый богатый видами класс, нередко с красивыми раковинами, которые часто используют в качестве морских сувениров. Наиболее знакомые представители: рапана и виноградная улитка.

Для нас представляет интерес класс двустворчатых, к которому относятся мидии и устрицы. Следует отметить, что этот класс называют также Пластинчатожаберные. Существует несколько классификаций двустворчатых (пластинчатожаберных), основанных на форме раковины, замка, строении жабр. Вообще - это довольно обширный класс, объединяющий примерно 15 000 видов моллюсков, тело которых отделено от окружающей среды двумя створками раковины. Двустворчатые населяют моря всех климатических зон и континентальные водоёмы: реки, озёра, водохранилища, пруды. Большая часть видов двустворчатых моллюсков (80%) обитает в морях, особенно в прибрежной зоне. На суше представители этого класса не встречаются.

Двустворчатые моллюски сильно различаются по строению раковин, их окраске и размерам. Например, размеры глубоководных моллюсков не превышают 2-3 мм, а вес тридакны, населяющей тропические моря, достигает 200 кг.

Из культивируемых моллюсков в этот класс входят: мидии, устрицы, гребешки, клеммы, тапесы, венериды, сердцевидки, тридакны и т.д.

## **1.2. Биология мидий**

Перечисленные группы моллюсков относятся к различным семействам. Например, мидии входят в семейство митилид (Mytilidae). В Азово-Черноморском бассейне обитает всего 90 видов двустворчатых моллюсков, среди которых только 6 видов относятся к митилидам. Несмотря на относительно малое число видов, с экологической точки зрения черноморские митилиды играют значительную роль в функционировании экосистемы. Это объясняется их массовостью и широкими ареалами, простирающимися от уреза воды до сероводородной зоны. Известно, что мидии и другие митилиды добывают корм из воды путём фильтрации её через жабры. Огромные поселения мидий, запасы

которых только в северо-западной части Чёрного моря измеряются миллионами тонн, выполняют грандиозную работу по фильтрации морской воды, её кондиционированию. При этом мидии формируют биоотложения – слои ила на морском дне, которые содержат органическое вещество, следовательно, корм для животных-грунтоедов. Мидии, особенно молодые, сами служат кормом для донных рыб и беспозвоночных. Во время размножения каждая мидия (самка) мечет сотни тысяч яиц, из которых образуются планктонные личинки – массовый корм для хищного зоопланктона.

Мидия не только важный компонент морской экосистемы, но и один из самых распространённых объектов марикультуры (продукция мирового мидиеводства достигла 1,9 млн. т). В основном выращивают мидий, входящих в род митилус (*Mytilus*): *Mytilus edulis* - обыкновенная или голубая мидия (blue mussel) – наиболее распространена в мидиеводстве (39% продукции мидиеводства); второе место по выращиваемым объёмам занимает зелёная мидия (green mussel) *Mytilus viridis* (синоним: *Perna viridis*) и на третьем месте находится средиземноморская или чёрная мидия (black mussel). Первый вид распространён в основном в морях Атлантического океана и выращивается, главным образом, в странах Европы и Северной Америки. Зелёную мидию выращивают в странах Юго-Восточной Азии (Филиппины, Вьетнам, Таиланд и т.д.). Средиземноморская мидия обитает и выращивается в Средиземном море, а также в Чёрном и Азовском морях. Она встречается и на атлантическом побережье Европы, где образует гибриды с голубой мидией, в том числе и на мидийных хозяйствах.

Итак, единственным объектом выращивания черноморского мидиеводства является вид: Мидия средиземноморская из рода Митилус, который входит в семейство Митилиды, входящее в свою очередь в класс Двустворчатые моллюски из типа Моллюски.

Раковина представителей данного вида четырехугольно-клиновидной формы, с узкими, загнутыми вперед макушками. Поверхность раковины гладкая с тонкими линиями нарастания. Брюшной край прямой или слабовыпуклый. На брюшном крае – биссусная щель. Задняя часть верхнего края почти параллельна нижнему краю. На створках от макушки кзади близ нижнего края или почти параллельно ему идет широкий радиальный перегиб,

благодаря чему нижняя часть раковины несколько уплощена. Края раковины изнутри гладкие. Окраска раковин черно-фиолетовая, коричневая; перламутровый слой синий, коричневый или белый. Длина раковины до 140 мм; высота – до 75 мм, ширина – до 52 мм.

В Чёрном и Азовском морях мидия заселяет скальный и иловый биотопы: от уреза воды до глубины 80 м. На скалах и камнях мидии образует щетки. На мягком грунте прикрепляется группами к мелким камешкам и мертвым раковинам, образуя друзы. Мидии - это один из основных компонентов в обрастании портовых сооружений и судов. В биоценозе мидиевого ила является доминирующей формой. Распространение вида: Атлантическое побережье Южной Европы (на север до Бискайского залива), Средиземное, Эгейское, Мраморное, Чёрное и Азовское моря.

Однако даже при беглом осмотре нескольких мидий одного вида легко заметить, что они различаются окраской. Исследователи, работавшие на Чёрном море ещё в 19-ом веке, обратили внимание на то, что мидии, образующие поселения на прибрежных скалах имеют более тёмный цвет (тёмно-коричневый, тёмно-фиолетовый), чем мидии, обитающие на илистых грунтах больших глубин, где преобладают светло-коричневые моллюски. Было показано, что окраска раковины – это генетически наследуемый признак и разноокрашенные мидии относятся к одному виду. Коричневые мидии лучше приспособлены к жизни на иловых грунтах, в то время как чёрно-фиолетовые лучше выживают в зоне воздействия волн, то есть на скалах, а также на мидийных фермах.

### **1.2.1. Анатомия мидий**

Тело моллюсков покрыто известковой раковинной, поэтому изучение морфологии проще всего начать с изучения раковины (рис. 1). На каждой створке можно различить спинной край, там, где створки соединены вместе; брюшной край – противоположный спинному; передний – (заострённый) и задний (округлый). На поверхности раковины отчетливо видны линии нарастания. По ним можно определить, что самая начальная точка роста раковины помещается на той части макушки, которая обращена внутрь раковины.

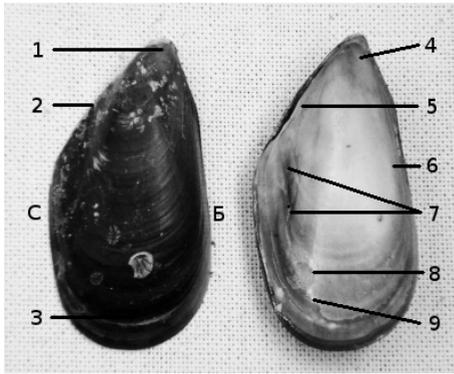


Рис. 1. Раковины мидии *Mytilus galloprovincialis*: Б – брюшной край; С – спинной край. Внешний вид: 1 – макушка, 2 – лигамент, 3 – полосы нарастания. Внутренний вид: 4 – передний мускул – аддуктор, 5 – передний мускул – ретрактор, 6 – следы прикрепления края мантии, 7 – задний мускул – ретрактор, 8 – задний мускул – аддуктор, 9 – мускул для анального сифона.

Под макушкой имеется неширокая площадка, на которой обычно присутствует серия выступов. Эта площадка называется замочной, а выступы на ней – зубами замка. Замком называют соединение створок при помощи зубовидных отростков (зубов) одной створки, входящей в углубления другой. На спинной стороне тела створки связаны между собой лигаментом. Основная функция лигамента – раздвижение створок, чему противодействуют мускулы – аддукторы. Лигамент состоит из трех слоев: наружного тонкого - периостракума, переходящего со створки на створку (этот слой очень рано утрачивается), расположенного глубже – ламеллярного (или пластинчатого). В передней и задней частях лигамента двух последних слоев нет, а вместо них – слой слияния. Основную функцию упругого элемента выполняют пластинчатый и волокнистый слои. Первый работает как пружина, сопротивляющаяся изгибу (соответственно его распрямление раздвигает створки), второй – как пружина, сопротивляющаяся сжатию. Замочная площадка и края створки ограничивают внутреннюю полость раковины.

#### *Строение раковины.*

Раковина мидий состоит из нескольких основных слоев, которые откладываются в результате секреторной деятельности эпителия (покровного слоя) наружной поверхности мантии моллюска и складками края мантии. Химический состав раковины довольно однороден: раковина на 95% состоит из карбоната кальция (углекислого кальция или мела).

Тонкий наружный органический слой раковины, или периостракум, состоит из белкового вещества, конхиолина, и предохраняет раковину от растворения (рис. 2).

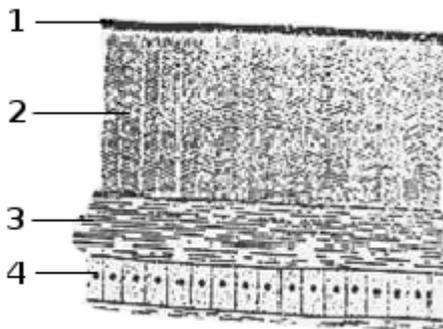


Рис. 2. Структура раковины мидий. 1 – конхиолин; 2 – призматический слой; 3 – перламутровый слой; 4 – клетки эпителия мантии.

Его легко снять при помощи ножа или подержав раковину в слабом растворе соляной кислоты. Периостракум формируется эпителием края мантии, в борозде между наружной и средней ее складками (рис. 3). Под периостракумом залегает так называемый призматический слой, состоящий из прилегающих друг к другу призмочек углекислого кальция (кальцита), расположенных перпендикулярно поверхности раковины. Это – наиболее толстый слой.

Признак окраски раковины наследуется по однолокусной двухаллельной схеме с доминированием коричневого цвета над синим (рис. 4). Однолокусная двухаллельная схема наследования – это два варианта гена, расположенные в одном определенном участке гомологичных хромосом. Ген – элементарная единица наследственности, часть молекулы ДНК. Гомологичные хромосомы – хромосомы, сходные по плану строения.

Эти признаки тесно связаны с физиологическими потребностями мидий. Скорость роста мидий в определенной степени связана с полиморфизмом раковины. Отмечено, что скорость роста мидий с голубой окраской раковины выше, чем коричневой.

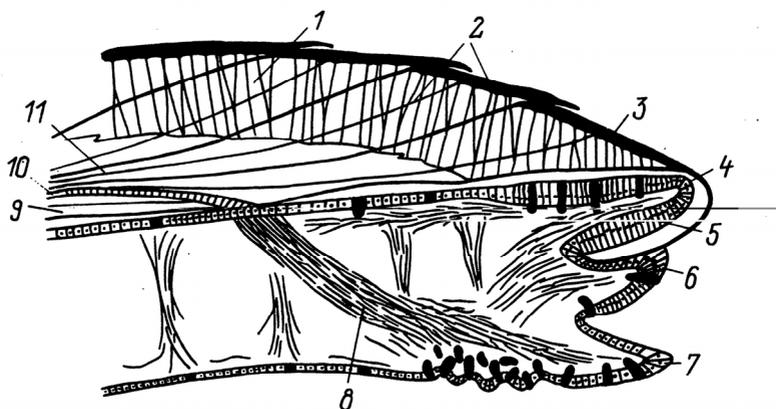


Рис. 3. Схема радиального сечения края раковины двустворчатого моллюска: 1 – наружный слой раковины; 2 – линии роста; 3 – периостракум; 4 – эпителий внешней складки мантии; 5 – периостракальная борозда; 6 – средняя складка мантии; 7 – внутренняя складка мантии; 8 – мантийный мускул; 9 – внутренний слой раковины; 10 – паллиальный миоостракум; 11 – средний слой раковины (по Попову, 1990).



Рис. 4. Цветовой полиморфизм раковин мидий: синие, коричневые с радиальными синими или коричневым полосами, коричневые.

Среди быстрорастущих мидий одной возрастной группы преобладают мидии с радиальными полосами. Однако, выживаемость личинок, полученных от скрещивания полосатых мидий и с белым краем мантии, в наших исследованиях оказалась самой низкой по сравнению с выживаемостью потомков от других скрещиваний.

Внутренний слой раковины – перламутровый, образуется тончайшими, лежащими в несколько слоев известковыми листочками (арагонита), между которыми залегают столь же тонкие прослойки конхиолина. Кальцит и арагонит – это разные формы кристаллизации карбоната кальция, из которого построена раковина. Отметим, что раковины тропических видов мидий полностью состоят из арагонита. В карбонатном веществе раковины в виде незначительных примесей (доли процента) присутствуют ионы многих элементов (Mg, Sr, Ba, Mn и др.), содержание которых зависит от их концентрации в водной среде и условий формирования раковины. Кристаллизация карбоната кальция происходит из ненасыщенного раствора, заполняющего пространство между мантией и раковинной. Ход кристаллизации, образуемая минеральная фаза и характер микроструктуры определяются органическим веществом матрицы. В сформированной раковине матрица представляет собой тонкую органическую сеть, охватывающую известковые элементы раковинной структуры в виде чехлов. Эти органические чехлы, наряду с периостракумом, предохраняют раковину от растворения.

Под местом прикрепления мускулов к раковине откладывается своеобразная неправильная тонкопризматическая структура – это миоостракум.

Перламутровый слой подстилается эпителием мантии, который и синтезирует раковину. Этим же слоем эпителия формируются жемчужины у мидий. У культивируемых мидий они встречаются редко. Однако, встречаясь, они снижают коммерческую ценность мяса моллюсков. Если какие-либо очень мелкие частицы, например омертвевшие клетки или зернистые продукты выделения, или тельца постороннего происхождения, например песчинки, а нередко и паразиты, попадают в промежуток между раковинной и эпителием мантии, то они все больше и больше обволакиваются концентрическими слоями перламутра и превращаются в жемчужину. Жемчужина состоит из чередующихся слоев перламутра и конхиолина, т.е. из тех же слоев, что и раковина. Наличие конхиолиновых слоев придает ей тусклый голубовато-серый или бежевый цвет. Жемчуг мидий не представляет коммерческой ценности.

### Мышцы.

Важную функцию - захлопывание раковины осуществляют замыкательные мышцы. Они имеют вид толстых мускульных пучков, идущих поперек тела моллюска от одной створки к другой (рис. 5).

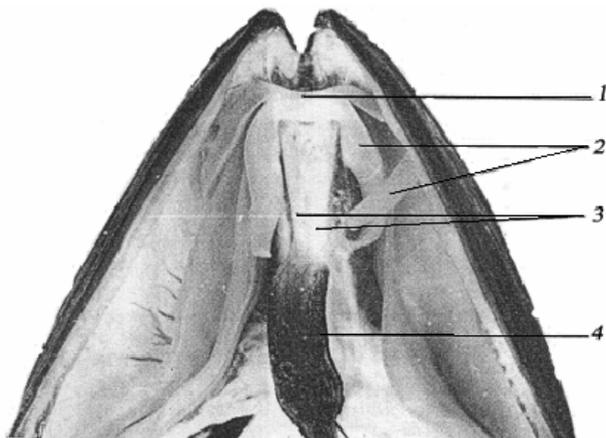


Рис. 5. Внутренние органы мидии *Mytilus galloprovincialis*: 1 – рот, 2 – лабиальные пальпы, 3 – передние сократительные мускулы ноги, 4 – нога.

Как в местах прикрепления к створкам мышц, так и по краю мантийных складок, на внутренней поверхности раковины при рассмотрении створки изнутри видны округлые площадки спереди и сзади – мускульные отпечатки, т.е. места прикрепления мускулов – замыкателей (аддукторов) (см. рис.1). К ним примыкают более мелкие мускульные отпечатки: под макушкой крепятся несколько мелких мышц. У мидии задний отпечаток аддуктора крупный и располагается ближе к спинной стороне в задней части створки, тогда как передний едва заметен и находится вблизи макушки. Отпечатки ретракторов ноги неравные. У мидий задний ретрактор очень сильно развит, состоит из нескольких тяжей, и его отпечаток продолжает отпечаток заднего аддуктора. Между аддукторами, параллельно брюшному краю створки, тянется мантийная линия – линия прикрепления мышц мантийного края. Толщина ее постоянная.

В мантии, сердце, крупных кровеносных сосудах и стенке желудка также имеются мышечные волокна. Нога тоже является мышечным органом.

*Мантия и нога.*

Тело мидий покрыто мантией, состоящей из двух листов, которые тесно прилегают к телу в спинной части и частично смыкаются в передней части, образуя цефалический капюшон (рис. 6). Правый и левый листки мантии срастаются только в заднеспинной части, ограничивая небольшой выводной сифон.

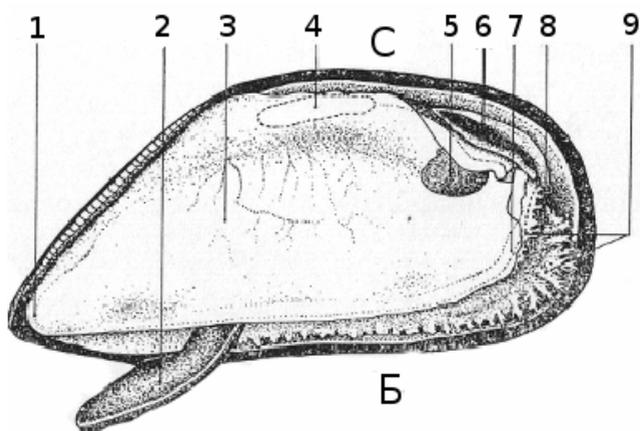


Рис. 6. Мидия *Mytilus galloprovincialis*: удалена левая раковина: Б – брюшной край; С – спинной край. 1 – цефалический капюшон; 2 – нога; 3 – левая доля мантии; 4 – сердце; 5 – мускул – аддуктор; 6 – выделительный сифон; 7 – зона прикрепления мантии; 8 – край мантии; 9 – свободные доли края мантии.

Чуть ниже места срастания каждый листок образует по одному бахромчатому выросту. Через нижнее отверстие, которое называется вводным сифоном, поступает в мантийную полость вода, содержащая пищевые частицы и кислород. Верхнее отверстие служит для выведения из мантийной полости воды и экскрементов – это выводной сифон. Между складками мантии и телом остается полость (мантийная полость), в которой помещаются нога и жабры. Большое переднее – брюшное отверстие позволяет ноге высываться из мантийной полости наружу.

Мантия состоит из соединительной ткани и мускулатуры и способна растягиваться или втягиваться. Наружным эпителием мантийных складок синтезируются створки раковины. Эпителиальные покровы мантии выполняют ряд важных функций: защитную, сенсорную (чувствительную), секреторную и мукоцитарную (выделение слизи). Слизистые клетки (мукоциты) мантии принимают участие в детоксикации. Они обнаружены у мидий на разных стадиях развития (онтогенеза) среди мышечных и соединительнотканых элементов мантии.

Наравне с жабрами мантия играет важную роль в циркуляции воды, а также принимает участие в дыхании, благодаря непосредственному потреблению кислорода из поступающей воды. Мантия является запасующим органом, где аккумулируются резервные вещества.

Цвет края мантии, как и цвет ноги, может быть коричневым с разными оттенками или белым (рис.7).

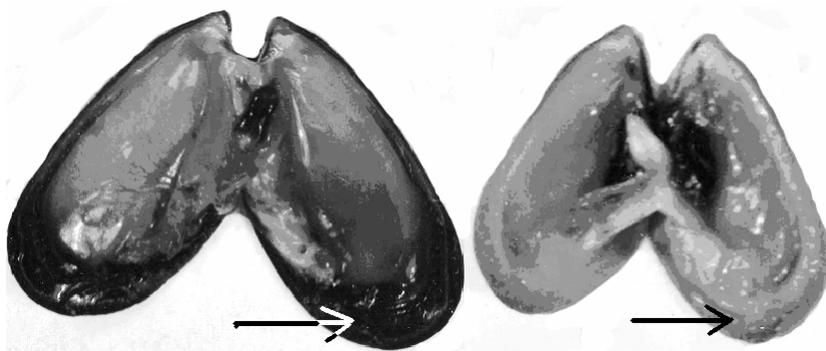


Рис. 7. Мидии с пигментированным и не пигментированным краем мантии.

Этот признак, генетически детерминирован и наследуется по однолокусной двухаллельной схеме с доминированием белого края мантии и ноги над коричневым. Несмотря на то, что «белый край мантии» является доминантным признаком, встречаемость его в популяции (т.е. в природных поселениях) весьма низкая: в разных поселениях от 3 до 10%. По нашим наблюдениям признак «белый

край мантии» сцеплен с признаком «радиальные полосы» на раковине.

Нога мидии – это мускульный орган, покрытый реснитчатым эпителием с вкраплениями сенсорных клеток; расположен он в нижней части массы органов. Нога у мидий подвижная благодаря двум системам мускульных пучков, одним концом, прикрепленным к раковинам, а другим – к ноге. При их сокращении все тело моллюска подтягивается и прижимается к субстрату (скале, грунту), к которому подвешено нитями биссуса. Это очень важно, особенно при сильном течении в зоне прибоя, так как свободно болтающиеся на нитях биссуса мидии легко могут быть сорваны волнами. Биссус продуцируется биссусной железой, которая находится в особом вдавлении у основания ноги на ее нижней поверхности. Жидкий коллаген стекает по желобку, расположенному с внутренней стороны ноги и застывает в виде прочных нитей – биссуса. Каждая нить заканчивается диском, при помощи которого и происходит прикрепление моллюска к субстрату. Прочность биссуса значительна, но все-таки молодые мидии могут обрывать его, после чего вновь синтезировать другие нити, и таким образом перемещаться с помощью ноги по твердой поверхности (субстрату) и перекрепляться в новом месте. Педивелигеры (стадия личинки мидии перед оседанием) при помощи ноги определяют пригодность субстрата к оседанию. Даже после прикрепления, если субстрат оказался непригодным, мидия открепляется и использует ногу как парус для плавания в поисках следующего субстрата.

#### *Органы дыхания.*

Мидии обладают парой жабр (или ктенидий); каждая жабра состоит из двух рядов жаберных нитей (или филламентов) (рис. 8, 9).

Филламенты, направляясь к спинной стороне моллюска, поднимаются в направлении брюшной стороны (восходящая ветка). Края восходящей ветки смыкаются с мантией и висцеральной массой. Каждая нисходящая и восходящая ветки соединены тремя гибкими мостиками из соединительной ткани. В результате каждая половина жабры превращается в решетчатую двухслойную пластинку. Кроме этого, пучки ресничек объединяют соседние филламенты и отделяют внутри них промежутки, который называется остии.

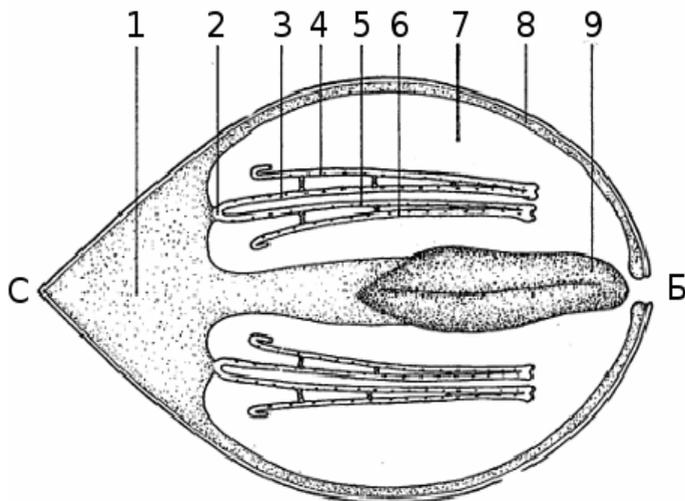


Рис. 8. Схема поперечного разреза через жабры мидии: 1 – висцеральная масса; 2 – жаберная ось; 3 – нисходящая и 4 – восходящая ветки внешних филламентов; 5 – нисходящая и 6 – восходящая ветки внутренних филламентов; 7 – жаберная полость; 8 – мантия; 9 – нога; С – спинной край; Б – брюшной край.

По всей длине филламенты в передней части, переднебоковой и боковой покрыты ресничками, которые своим движением создают циркуляцию воды в палеальной полости, расположенной между лопастями мантии. Вода проникает между лепестками мантии, пересекает жабры в местах расположения остий и направляется к выделительному сифону. Различные движения филламентов, в том числе их повороты, осуществляются благодаря мышцам, которые расположены в жаберной оси и в самих филламентах.

Жабры являются, прежде всего, органами дыхания, в которых происходит насыщение крови кислородом, растворенным в морской воде. Они также играют важную роль в переносе питательных веществ и в задержке взвешенных частиц. И, наконец, они создают ток воды, жизненно необходимый для существования моллюсков (рис.10).

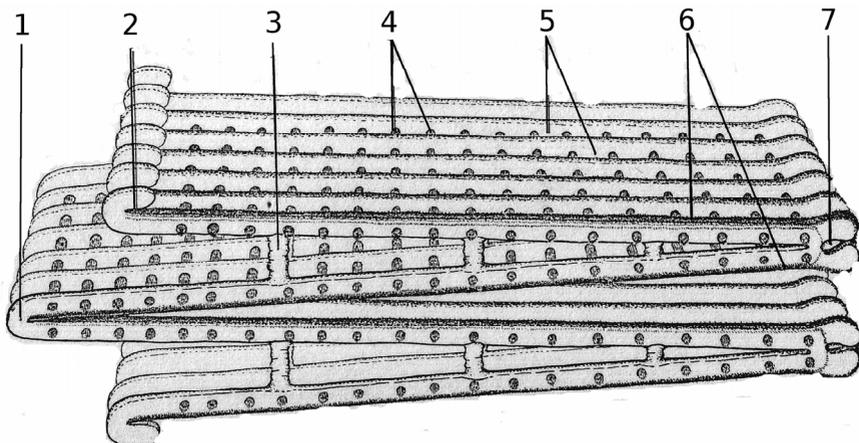


Рис. 9. Мидия *Mytilus galloprovincialis*: схематическое изображение жабры. 1 – жаберная ось; 2 – спинная борозда; 3 – соединение двух филламентов; 4 – пучки ресничек; 5 – остия; 6 – зоны расположения ресничек; 7 – брюшная борозда.

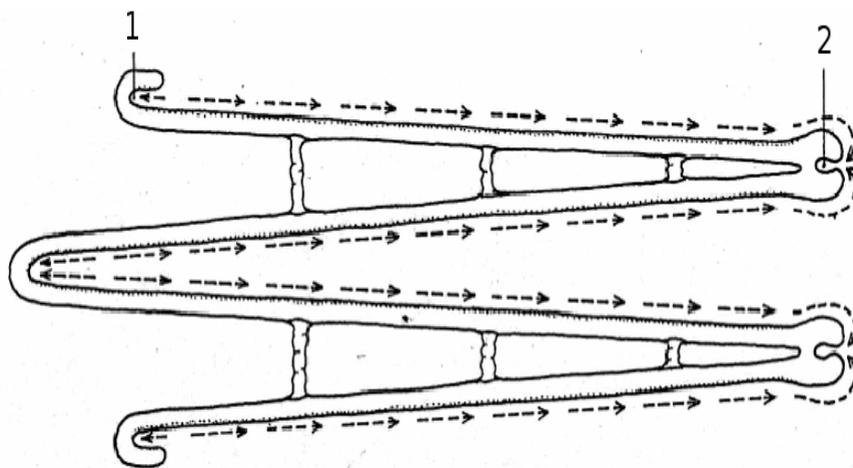


Рис. 10. Схема строения жабр мидии показывает движение воды с планктоном (по Grasset, 1960): 1- спинная борозда; 2 – брюшная борозда.

## Пищеварительная система (рис. 11).

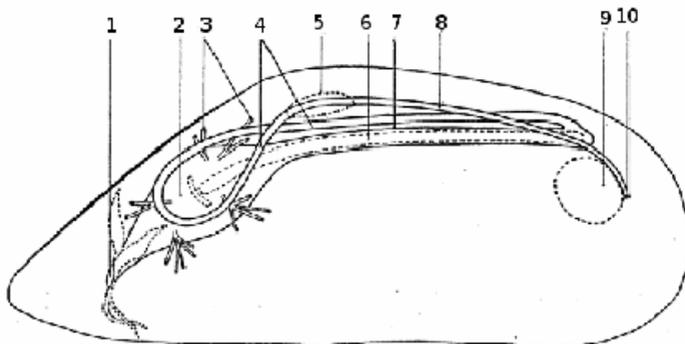


Рис. 11. Схема пищеварительной системы мидии: 1 - рот; 2 - желудок; 3 - каналы гепатопанкреаса; 4 - кишечник; 5 - сердце; 6 - кристаллический стебелек; 7 - слепой карман для стебелька; 8 - задняя кишка; 9 - мускул-аддуктор; 10 - анус.

Голова у мидий, так же как и у других двусторчатых моллюсков, отсутствует. Рот расположен на переднем конце тела над основанием ноги. По бокам рта имеются две пары длинных треугольных ротовых лопастей (лабиальные пальпы). Они покрыты ресничками, направляющими пищевые частицы к ротовому отверстию. Из рта пища попадает в короткий пищевод, который открывается в мешковидный желудок. Желудок вытянут вдоль спинной стороны тела и окружен дивертикулами (долями) печени. В задней стенке желудка образуется длинный слепой вырост, эпителий которого формирует прозрачный студенистый кристаллический стебелек. Кристаллический стебелек своим концом вдавливается в полость желудка и постепенно растворяется желудочным соком, при этом освобождаются пищеварительные ферменты. По бокам желудка расположена парная, хорошо развитая печень (гепатопанкреас), состоящая из множества мелких долек и открывающаяся своими протоками в желудок. В результате работы сортирующих механизмов желудка, производится отбор частиц для транспортировки их в пищеварительные дивертикулы гепатопанкреаса (печени). Масса пищеварительной железы меняется

в течение репродуктивного цикла мидии и достигает максимальной величины в преднерестовый период.

Недалеко от места соединения пищевода с желудком, но ближе к брюшному краю, от желудка отходит средняя кишка. Средняя кишка опускается от желудка к основанию ноги, делает несколько изгибов и затем направляется по спинной стороне туловища к его заднему концу. Она переходит в заднюю кишку, которая пронизывает желудочек сердца и заканчивается анусом, расположенным над задним мускулом замыкателем.

При изучении питания мидий, их вскрывают при помощи скальпеля, определяют точное положение желудка и микропипеткой со стороны лабиальных пальцев отбирают и анализируют под микроскопом содержимое желудка. Однако данное исследование не дает точного представления о спектре питания мидий. Так, например голые жгутиконосцы, имеющие пищевую ценность, быстро перевариваются в гепатопанкреасе и могут быть обнаружены в желудке мидий только сразу после изъятия их из воды. В то же время в желудке могут быть обнаружены частицы, не представляющие пищевой ценности. При высокой концентрации пищевого фитопланктона в воде, трофически ценные клетки проходят через желудок не переваренными, так что присутствие их в фекалиях не является свидетельством их пищевой неполноценности. Наиболее полное представление о питании мидий может дать параллельное сезонное исследование качественного состава фитопланктона (морских одноклеточных водорослей) и содержания желудков моллюсков, непосредственно выловленных из воды.

Если разрезать гепатопанкреас точно по линии спинной стороны, то можно увидеть особенности строения стенок желудка: слепые карманы, сортировочные поля и кристаллический стебелек. Для детального обзора внутреннего строения желудка конец кристаллического стебелька приходится удалять. Более сложно увидеть отверстия дивертикулов печени. Если их не удастся полностью рассмотреть при вскрытии желудка, то приходится полностью выделять желудок и рассматривать его стенку снаружи при помощи бинокля и, вводя в отверстия щетинки, затем проследить места их выхода изнутри.

Мидии относятся к моллюскам – фильтраторам. Они пропускают через мантийную полость большое количество воды, постоянный приток которой обеспечивается работой ресничного эпителия мантии, жабр и ротовых лопастей (рис. 12). Из воды извлекаются все мелкие взвешенные частицы – в том числе детрит (неживое органическое вещество), фитопланктон и бактерии, составляющие пищу моллюсков. Доля детрита в питании мидий может составлять до 80%, а в период «цветения» основу пищи составляют водоросли. По данным севастопольского исследователя Г.Н. Миронова (1948), состав пищи мидий близок к составу планктона, взятому на месте их обитания.

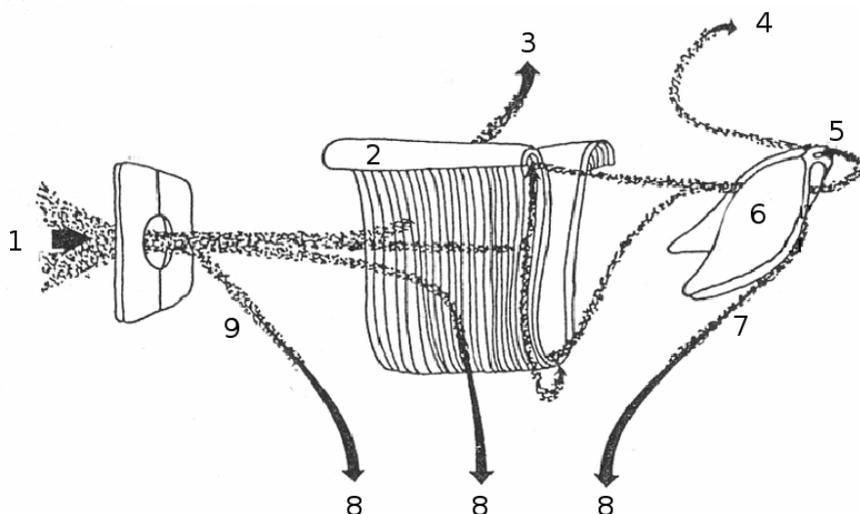


Рис. 12. Схема процесса фильтрации мидией и образование псевдофекалий. 1 – вход воды; 2 – жабры; 3 – выход воды; 4 – фекалии; 5 – рот; 6 – лабиальные пальпы; 7 – секрция слизи; 8 – продукция псевдофекалий; 9 – осаждение псевдофекалий.

В питании коллекторных мидий бухты Ласпи (в 30 км от Севастополя) большую роль играют перидиниевые и кокколитофориды, значительно меньшую – диатомовые и зеленые водоросли. Температура воды влияет на величину рациона: в диапазоне 4 – 20<sup>0</sup>С он изменяется в 4 раза. Осевшая молодь мидий не только фильтрует, но и собирает с помощью ноги перифитоновые водоросли, сидящие на поверхности субстрата.

В местах больших скоплений мидии, образующие природные щетки, а также их поселения на фермах, работают как мощные естественные очистители воды (биофильтраторы). Подсчитано, что мидии, заселяющие  $1\text{ м}^2$  дна, за сутки могут профильтровать до  $280\text{ м}^3$  воды. Таким образом, большие поселения мидий представляют собой мощный биофильтр, очищающий и осветляющий воду.

#### *Нервная система.*

Нервная система мидий слабо развита, но она участвует в регуляции обмена веществ и роста моллюсков, в адаптации к изменениям солености, в процессах размножения и нереста. Двустворчатые моллюски не имеют желез внутренней секреции, поэтому нейросекреторные клетки выполняют все эндокринные функции.

Примитивная нервная система мидий (рис. 13) состоит из трех пар ганглиев (узлов): цереброплевральные (переднежаберные), педальные (ножные) и висцеропариетальные (внутренних органов).

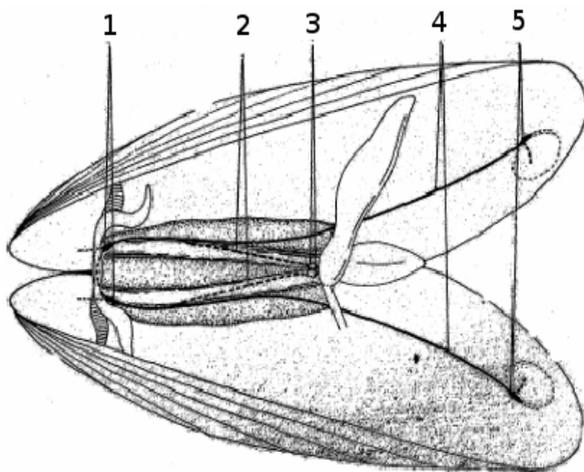


Рис. 13. Нервная система мидии: 1 – церебро-плевральные ганглии; 2 – церебро-педальные коннективы; 3 – педальные ганглии; 4 – церебро-висцеральные коннективы; 5 – висцеральные ганглии.

Переднежаберные ганглии образованы слиянием двух пар, которые соединяются над глоткой. Они иннервируют ротовые лопасти, рот и глотку. От них отходят тонкие нервы к переднему мускулу-замыкателю и к мантии. Нервы, отходящие от переднежаберных ганглиев, соединяются с круговыми мантийными нервами, проходящими в мантийных складках вдоль их края и сзади в области чувствительных мантийных щупальцевых выростов. Здесь круговые мантийные нервы соединяются с задними мантийными нервами. Они играют важную роль в регуляции гаметогенеза, отвечая за формирование половых клеток, мобилизацию питательных материалов из вспомогательных клеток, а также они тормозят нерест. У основания ноги залегает пара педальных ганглиев, которые соединяются с переднежаберными посредством двух длинных пучков (коннективов). От ножных узлов нервы отходят в ногу и к мускулам – втягивающим ногу. Еще более длинные пучки идут от переднежаберных узлов к паре ганглиев, лежащих под задним мускулом – замыкателем (висцеропариетальные). Эти ганглии, кроме всех остальных органов, иннервируют жабры и осфрадии, реагирующие на химизм среды.

#### *Органы чувств.*

Осфрадии - это органы так называемого химического чувства. Они расположены у основания жабр в виде валика чувствительного эпителия. Эти органы способны оценивать изменение температуры, солености и рН воды, концентрацию растворенного кислорода, наличие поллютантов в воде и т.д. В случае опасности раковина закрывается, и моллюск пережидает некоторое время до изменения ситуации, периодически приоткрываясь для оценки обстановки. При продолжительном снижении концентрации кислорода в воде, как в случае заморных явлений, мидии погибают.

Органами осязания мидий являются также окологротовые лопасти и щупальца, расположенные по всему краю мантии. На краю мантии имеются слабо развитые «обонятельные органы», лежащие возле нервных внутренностных узлов. Там же распределены сенсорные (чувствительные) клетки, реагирующие на изменения направления и скорости течения воды, что может сигнализировать о приближении хищника, например рапаны. Органы равновесия представлены

чувствительными пузырьками и помещаются в теле, несколько позади ножных узлов, хотя иннервируются головными.

*Система кровообращения (циркуляции гемолимфы).*

Сердце мидий трехкамерное; оно состоит из двух боковых предсердий и желудочка и помещается на спинной стороне тела (рис. 14).

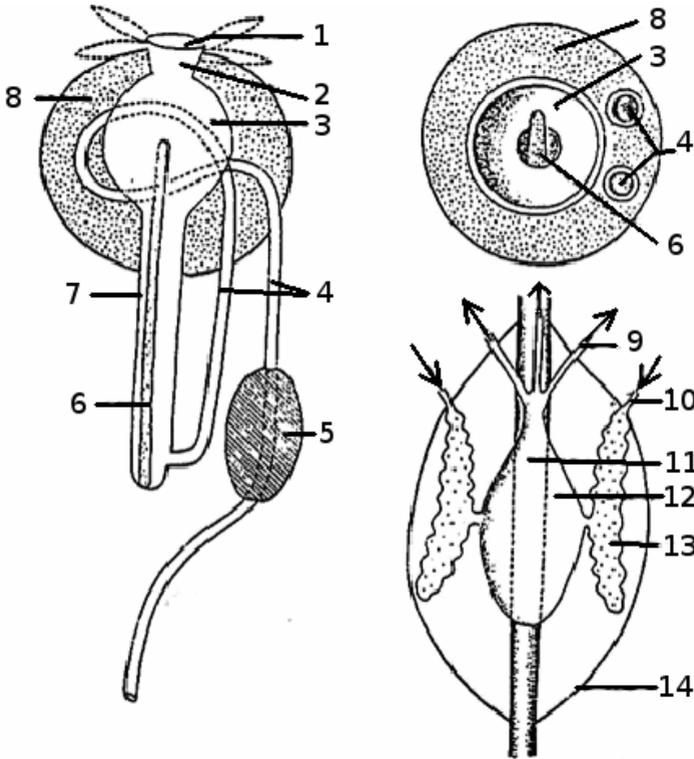


Рис. 14. Схема расположения органов пищеварения и кровеносной системы мидий: 1- рот, 2 - пищевод, 3 - желудок, 4 - кишка, 5 - сердце, 6 - кристаллический стебелек, 7 - слепой карман желудка, 8 - гепатопанкреас (печень), 9 - артерия, 10 - вена, 11- предсердия, 12 - желудочек, 13 - кеберовые органы, 14 - перикард.

Сердце окружено тонкостенной околосердечной сумкой, называемой перикардием. У мидий правое и левое предсердия охватывают заднюю кишку и сливаются под и над ней, вследствие

чего и происходит наблюдаемое пониживание желудочка сердца задней кишкой. От желудочка берут начало два мощных артериальных сосуда – передняя и задняя аорты. Передняя аорта идет над кишкой вперед. От нее отходят аорты ко всем внутренним органам, ноге и передней части мантии. Задняя аорта, направленная назад под кишечником, распадается на две задние мантийные артерии. Кровеносная система у двустворчатых моллюсков не замкнутая, поэтому кровь (или гемолимфа) течёт не только по артериям и венам, но и попадает в различные пространства (лакуны, синусы) между органами и в соединительной ткани.

Из артерий кровь или, точнее гемолимфа, попадает в систему лаун в соединительной ткани и, наконец, собирается в большую продольную венозную лауну, лежащую под перикардием. Артериальная кровь течёт в основном по сосудам, а венозная – по лаунам. Из лауны гемолимфа направляется в проходящий вдоль основания каждой жаберы приносящий жаберный сосуд; затем проникает в жаберные нити, окисляется и возвращается в выносящий жаберный сосуд. Выносящие жаберные сосуды сообщаются с предсердиями, из которых кровь проходит в желудочек. Кровь почти бесцветная; присутствие гемоцианина (дыхательный пигмент) придает крови слегка синеватый оттенок. Концентрация минеральных элементов в крови сравнима с таковой в морской воде. В крови находятся клетки различной формы. Это амебоциты. Они способны мигрировать через ткани и циркулировать во всех частях тела. Амебоциты обладают большой фагоцитарной возможностью, что позволяет им захватывать большое количество разных частиц. Эти клетки играют значительную роль как в транспорте пищевых продуктов к различным тканям, так и в выносе разных продуктов распада. В случае ранения тканей клетки, входящие в состав крови, коагулируются в ране, что позволяет остановить кровотечение. Коагулянт затем рассасывается амебоцитами.

#### *Выделительная система.*

Продукты жизнедеятельности, особенно токсичные продукты азотистого обмена, удаляются из организма выделительной системой. У мидий выделительная система состоит из пары почек, которые лежат в задней половине тела по бокам и несколько ниже кишки. Они имеют вид двух обширных трубчатых мешков с

железистыми стенками. Каждый мешок сложен по длине вдвое так, что принимает V – образную форму с углом, обращенным назад. Обе передние ветви заканчиваются отверстиями; одним из них почка сообщается с перикардием, а другим – с мантийной полостью.

Стенки перикардия также принимают участие в выделении. Клетки передней половины перикардия имеют железистый характер и образуют перикардальные железы. Последние иногда обособляются от остального перикардия в виде двух сообщающихся с ним отверстиями мешков – кеберовых органов (см. рис. 14). Продукты выделения этих желез попадают в перикардий, а оттуда выводятся через почки наружу. Часть продуктов жизнедеятельности попадают в кровь, проходя через стенки сердца. Амебоциты, которые принимают участие в элиминации продуктов распада, также находятся в выделительной системе.

#### *Репродуктивная система.*

Мидии, как большинство двустворчатых моллюсков, являются раздельнополыми. Внешние половые различия у них отсутствуют, и отличить самца от самки можно только после вскрытия раковины в период формирования гонад – желез, производящих половые клетки.

Половая железа (гонада) мидий парная; расположена в двух мантийных «лепестках» и в брюшном отделе туловища (рис. 15).

Строение гонады у самцов и самок одинаково. Гонада состоит из многочисленных разветвленных трубочек и ацинусов. Ацинусы представляют собой выпячивания стенок каналов разной формы и размеров, врастающих в соединительную ткань мантии и висцерального комплекса. Особенно интенсивно гонада разрастается перед нерестом, и соединительная ткань мантии оказывается заполненной половыми продуктами, которые просвечиваются через стенки. Цвет гонад самок может быть розовым, бежевым, оранжевым или белым; у самцов – желтым или белым.

Зрелые половые продукты выводятся из ацинусов гонады по половым протокам, которые сливаются и впадают в парные гонодукты, открывающиеся в мантийную полость. Гонада выстлана зачаточным эпителием, из клеток которого формируются половые клетки. Она имеет хорошо развитый сосудистый аппарат, терминальная часть которого представлена системой открытых лакун.

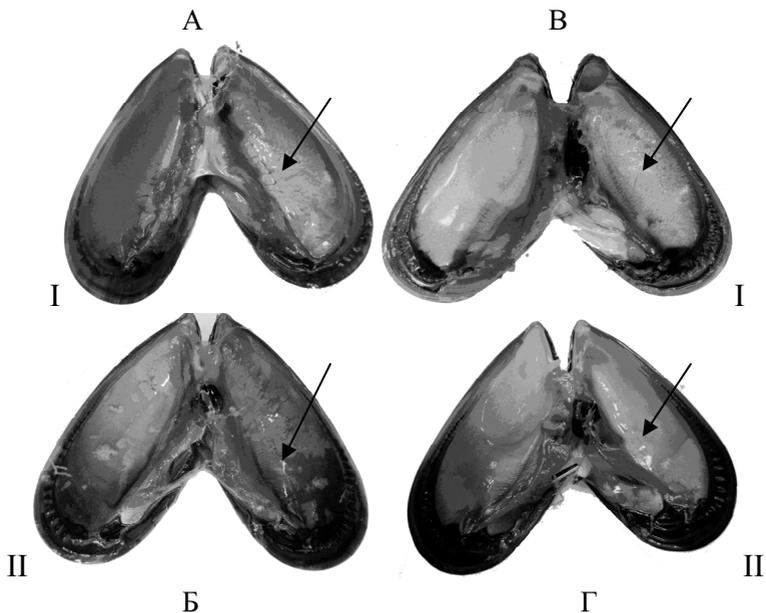


Рис. 15. Самки (А, Б) и самцы (В, Г) мидии на нерестовой стадии (I) и стадии посленерестовой перестройки (II): стрелками указаны гонады.

### 2.2.2. Физиология мидий

#### *Размножение и развитие.*

При разведении животных по полноциклической технологии, когда фермер сам производит посадочный материал для дальнейшего выращивания на морской ферме, он вынужден проводить искусственный нерест производителей и оплодотворение яйцеклеток, а также выращивать личинок. Но и при сборе молоди (спата) непосредственно в море необходимо иметь достаточно глубокое представление о различных аспектах размножения и развития выращиваемых объектов. Ниже приводятся сведения об основных процессах размножения мидий.

*Гаметогенез* - процесс формирования половых клеток. Из клеток эпителия ацинуса развиваются первичные половые клетки – гоноциты. Гоноциты дифференцируются (специализируются) на

женские или мужские клетки – оогонии и сперматогонии. Оогонии отличаются от сперматогоний наличием одного ядрышка и остаются прикрепленными к стенке ацинуса. Весь период гаметогенеза у мидий условно подразделяется на 4 стадии в зависимости от степени развития половых клеток (стадии зрелости гонад: 1 – относительного покоя, 2 – начала гаметогенеза, 3 – активного гаметогенеза и 4 – преднерестовая стадия). Гаметогенез занимает значительную часть репродуктивного цикла моллюсков. Продолжительность нерестового периода у мидий зависит от температуры воды и размера моллюсков и составляет 1 - 1,5 месяца. Стадия посленерестовой перестройки продолжается до 0,5 месяца и более. Иногда на стадии начала гаметогенеза могут встречаться фагоциты, участвующие в резорбции (рассасывании) половых клеток.

*Оогенез* – процесс формирования женских половых клеток. Развитие яйцеклеток у мидий протекает по так называемому солитарному типу, это означает, что растущие ооциты получают питание от тканей самки без участия дополнительных питающих клеток. В процессе оогенеза различают стадии: размножения, роста и созревания. Дифференцировка женских половых клеток складывается из нескольких этапов. Из клеток герминативного эпителия ацинусов дифференцируются оогонии – мелкие (размером 5-6 мкм) клетки. Количество оогоний увеличивается в результате митотических делений (митоз – это деление соматических клеток). Когда деление прекращается, оогонии превращаются в ооциты первого порядка, отличительная черта которых - большое пузыревидное ядро. Ооциты вступают в фазу медленного роста, затем в фазу быстрого роста, при этом размеры их увеличиваются до 70 мкм. В период большого роста ооцитов активизируется деятельность пищеварительной системы, увеличивается потребление кислорода, усиливается тканевое дыхание; при этом в гемолимфе мидий возрастает содержание липидов, низкомолекулярных белков и углеводов. Эти вещества поступают в ооцит через мембрану. Развитие ооцитов сопровождается изменением его связи со стенкой ацинуса. По мере роста ооциты выдаются в просвет ацинуса, но остаются связанными с его стенками при помощи цитоплазматических мостиков, которые постепенно становятся все тоньше. На преднерестовой стадии развития большинство ооцитов

уже отделены от стенки ацинуса, свободно находятся в его просвете. На этой стадии, при исследовании на мазке гонад под микроскопом, у ооцитов просматривается ядро. Запасные питательные вещества в яйцеклетках представлены углеводами (гликогеном), белками и липидами. На цитокариологических препаратах (препаратах ядер клеток) можно определить стадию мейоза: у мидий – это диакинез профазы мейоза I. (Мейоз – деление и созревания половых клеток). До нереста половые клетки самки остаются в фазе ооцита первого порядка с диплоидным набором хромосом - стадия метафазы первого мейотического деления.

*Сперматогенез* – процесс формирования мужских половых клеток. В процессе сперматогенеза различают следующие стадии: размножения, роста, созревания и формирования. В периферически расположенных сперматогониях происходят митозы. Образовавшиеся за счет серии митотических делений, сперматогонии отличаются уменьшенными размерами цитоплазмы, часто имеют два ядрышка и дают начало сперматоцитам. В результате двух мейотических делений, образуются сперматиды, которые затем превращаются в спермии. Клетки каждой последующей стадии сперматогенеза обычно располагаются все ближе к просвету ацинуса. В ацинусе гонады самца, находящегося на преднерестовой стадии, хвостовые нити сперматозоидов группируются пучками к центру. Это можно наблюдать на гистологических препаратах гонад. При изучении мазка гонады при помощи микроскопа, можно наблюдать степень подвижности сперматозоидов: на преднерестовой стадии сперматозоиды малоподвижны, совершают колебательные движения; на нерестовой стадии - подвижность всех сперматозоидов очень высока.

Сперматозоиды мидии, как и у всех двустворчатых моллюсков, состоят из головки и хвостика (рис. 16). Форма и размеры головки являются характерными видовыми признаками у двустворчатых моллюсков. У сперматозоидов мидии *M. galloprovincialis* форма головки округлая с диаметром 5 – 5,5 мкм. Ядро занимает большую часть объема головки спермия. В передней части головки находится акросома. Между ядром и акросомой расположены волокнистые структуры (субакросомный стержень). Митохондрии окружают проксимальную и дистальную центриоли.

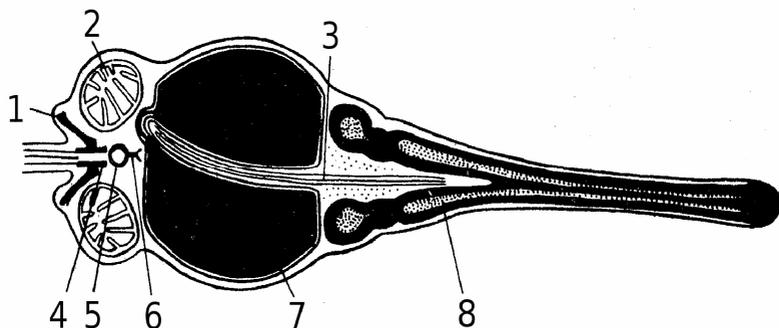


Рис. 16. Строение спермия мидии: 1 – придатки дистальной центриоли; 2 – митохондрии; 3 – субакросомный стержень; 4 – дистальная центриоль; 5 – проксимальная центриоль; 6 – придаток проксимальной центриоли; 7 – ядро; 8 – типичная акросома (по Дроздову, 1987).

### *Оплодотворение*

У мидий оплодотворение происходит непосредственно в морской воде. Процент оплодотворенных яйцеклеток зависит от концентрации спермиев. В лабораторных условиях 100% оплодотворение яйцеклеток (без полиспермии) происходит при соотношении: 10 спермиев на 1 яйцеклетку. Полиспермия (проникновение 2 и более сперматозоидов) наблюдается только в экспериментальных условиях при высокой концентрации сперматозоидов. В результате полиспермии нарушается эмбриональное развитие. Для ее предотвращения, определяется концентрация половых продуктов и их оптимальное соотношение или через несколько минут после оплодотворения суспензию разбавляют морской водой, либо при помощи мельничного сита оплодотворенные яйцеклетки переносят в профильтрованную морскую воду. В природных условиях оптимальная концентрация половых продуктов создается при одновременном нересте мидий обоих полов и благодаря компактному поселению моллюсков.

Яйцеклетки в воде приобретают округлую форму. Они покрыты двухслойной оболочкой. Внутренняя желточная оболочка пронизана ворсинками. От их концевых участков отходят многочисленные

фибриллы, которые, переплетаясь, образуют студенистую оболочку. Проникновение сперматозоида не приурочено к определенному месту яйцеклетки. Он может внедриться в любой точке поверхности. Процесс внедрения быстрый и составляет всего три минуты. На цитологических препаратах оплодотворенных яйцеклеток окрашенное ядро сперматозоида четко видно в цитоплазме яйцеклетки вплоть до завершения мейоза.

*Мейоз и эмбриональное развитие.*

Мидии вымётывают зрелые яйцеклетки на стадии метафазы I (рис. 17). На этой стадии мейоза ядерная оболочка растворена и 14 бивалентов находятся непосредственно в цитоплазме яйцеклетки. (В кариотипе мидий – 28 хромосом).

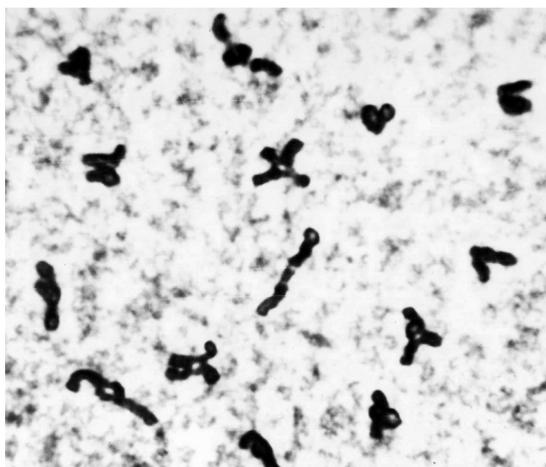


Рис. 17. Метафаза I в неоплодотворенной яйцеклетке мидии (x 1575; видны 14 бивалентов).

Каждый бивалент состоит из двух хромосом, тесно соединенных по всей длине ковалентными и водородными связями, а каждая хромосома - из двух хромонем. На этой стадии мейоза яйцеклетки находятся в

воде до момента оплодотворения.

После первого мейотического деления, которое продолжается только после оплодотворения, на 15-й мин. (при температуре воды 18°C) происходит выделение первого направительного (полярного) тельца, содержащего половину хромосомного набора яйцеклетки. При помощи микроскопа (ув. 100) можно наблюдать этот процесс. Полярное тельце представляет собой маленькую клетку с конденсированным хроматином, не окруженным мембраной, а свободно контактирующим с цитоплазмой и органоидами цитоплазмы. Через 30 мин. после выделения первого

направительного тельца происходит выделение второго направительного тельца строго под первым.

Второе полярное тельце образуется аналогично первому и имеет сходную морфологию, но его хроматин окружен мембранной оболочкой. Оба полярных тельца лежат под желточной оболочкой, плотно примыкая друг к другу и к поверхности яйцеклетки. В результате выделения двух полярных телец в яйцеклетке остается гаплоидный набор хромосом. При слиянии с гаплоидным набором хромосом спермия, восстанавливается диплоидный набор потомков, состоящий как из отцовского, так и материнского набора. По такой схеме (с небольшими вариациями стадий мейоза при нересте) происходит процесс деления-созревания яйцеклеток у всех двустворчатых моллюсков. Через 65 мин. после оплодотворения формируется первая полярная лопасть. Она довольно сильно обособляется от остальной массы цитоплазмы, оставаясь соединенной узкой перетяжкой. По мере формирования борозды первого деления дробления полярная лопасть сливается с одним из двух бластомеров зародыша, который становится крупным бластомером 2-х клеточной стадии. По истечении 10 мин. наблюдается первое митотическое деление. Синхронность деления очень высокая. Так, на 90-й мин. после оплодотворения было отмечено 90% 2-х клеточных эмбрионов и формирование второй полярной лопасти. Второе деление дробления начинается с выпячивания на вегетативном полюсе крупного бластомера второй полярной лопасти, а на 98 мин. следует второе митотическое деление. Важнейшая особенность дробления у видов, развивающихся с формированием полярных лопастей, заключается в отделении второго квартета микромеров, что происходит с нарушением типичного для спирального дробления порядка. Через 2 час. 15 мин. можно наблюдать 8 бластомеров, а через 2 час. 50 мин. – 12. Все это время полярные тельца остаются соединенными с эмбриональными клетками в том месте, где произошло их выделение. Бластулу можно наблюдать примерно через 4,5 час. после оплодотворения.

*Развитие личинок мидии:* рис. 18 (цветной вкладыш).

В наших наблюдениях первая личиночная стадия мидии *M. galloprovincialis*, называемая стерробластулой, была отмечена через 13 час. после оплодотворения. Подвижность стерробластулы

обеспечивается за счет биения трех рядов ресничек и двух ресничек теменного султанчика.

У плавающих личинок продолжается деление клеток, и протекают морфогенетические процессы, главными из которых являются формирование зачатка раковинной железы и гастрюляция. Следующую личиночную стадию – трохофору - можно наблюдать через 23 часа. На этой стадии происходит формирование пищеварительной системы, увеличивается объем полости тела, происходит выворачивание зачатка раковинной железы.

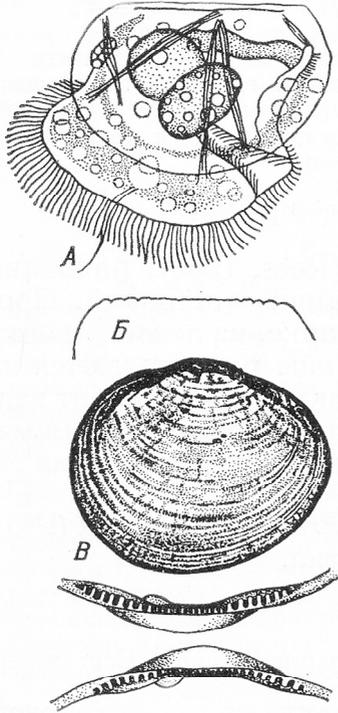
Кальцификация раковины начинается за счет отложения отдельных гранул минерального вещества (арагонита) в узком промежутке между органической пластинкой зачаточной раковины и цитоплазматической мембраной клеток раковинной железы. В дальнейшем развитии видно, что раковина закладывается на спине трохофоры сначала в виде целой пластинки, которая лишь позднее перегибается по срединной линии и становится двустворчатой, причем место перегиба сохраняется в виде лигамента.

На третьи сутки трохофора превращается в характерную для многих моллюсков личинку – велигер D-формы (см. рис. 18; рис. 19).

Верхняя часть трохофоры преобразуется в покрытый длинными ресничками диск – парус (велюм), служащий для плавания. В центре этого диска находится теменная пластинка с султаном чувствительных ресничек.

Двустворчатая раковина велигера хорошо развита и покрывает все тело личинки; при плавании парус (велюм) выставляется из раковины. Раковина раннего велигера называется продиссоконх. В развитии раковины велигера выделяют две стадии: продиссоконх - I и продиссоконх - II. Границей между ними служит линия, хорошо различимая на поверхности раковины. Поверхность продиссоконха - I гладкая, покрыта периостракумом толщиной до 0,1 мкм, поверхность продиссоконха - II имеет концентрическую исчерченность, и более толстый периостракум. Размеры продиссоконха I: длина 80 – 148 мкм (средняя 116 мкм), высота – 65 – 130 мкм (средняя 83 мкм), длина замкового края – 71 – 95 мкм (средняя 82 мкм), отношение высоты к длине раковины – 0,7.

Рис. 19. Личинка велигера мидии (А); схема замкового края велигера (Б); великонха и схема строения замка великонхи (В) (по Захваткиной, 1972).



Отношение длины замкового края к длине раковины – 0,8. Прямой замковый край раннего велигера без замка. По мере развития продиссоконха – II, появляется и усложняется личиночный замок. Первичный замок личинки мидии – это узкая пластинка, на которой равномерно расположены одинаковые по строению, но различающиеся по размерам зубчики: по три или четыре зубчика с каждой стороны раковины. Личинка на данной стадии - прозрачная. По мере роста личинок число зубов в замке увеличивается и краевые зубы становятся значительно крупнее центральных.

Главными систематическими признаками велигеров являются их размеры. Длина – наибольшее расстояние между передним и задним концами раковины, параллельное замковому краю; высота – наибольшее расстояние между замковым и брюшным краями раковины; длина замкового края – длина прямой линии в месте соединения створок; отношение высоты к длине и отношение длины замкового края к длине, а также строение замка. Продолжительность стадии велигера у мидий, культивируемых в питомнике, - около двух недель. Следующая планктонная стадия развития мидии – великонха.

Великонха. Длина раковины 168 – 250 мкм. Раковина овально – треугольная, яйцевидная, равносторчатая (см. рис. 19). Замковая линия перестает быть прямой в результате развития на этом месте макушки. Раковина из плоской превращается в выпуклую. Длина раковины немного больше высоты. Макушки хорошо развиты.

Концентрические линии роста широкие и глубокие, равномерно расположенные. Раковина однородно желтого цвета, иногда окрашены только ее края. Замок (провинкулом) хорошо развит (см. рис. 19; рис. 20).

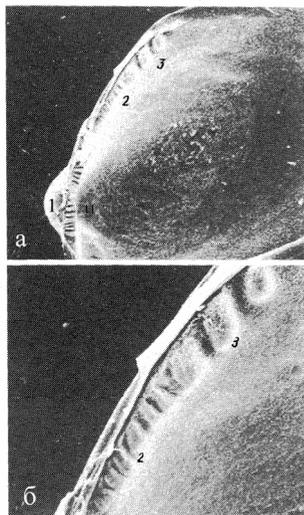


Рис. 20. Постларвальное развитие замка у *Mytilus galloprovincialis*: а – общий вид раковины (увеличение 50); б – увеличенное изображение промежуточных и ювенильных зубов (увеличение 130). 1 – провинкулом; 2 – промежуточные зубы; 3 – ювенильные зубы (по Малахову, Медведевой, 1991).

У великонх он важный систематический признак. Замок состоит из ряда прямоугольных зубчиков, более крупных по бокам и мелких в середине. Впереди и сзади 7-8 крупных, а посередине 11-13 мелких зубчиков. Замок одинаковый на обеих створках. Овальный лигамент задний, расположен перед крупными задними зубчиками. Пигментные пятна (глаза) по мере роста

увеличиваются и становятся интенсивно окрашенными.

Нога наблюдается у педивелигеров длиной раковины 270 мкм. Жаберные петли появляются у личинки при размере 278 мкм, а задний мускул – аддуктор - при 307 мкм. Печеночные дивертикулы поперечно-овальные, окрашены в желто-зеленый цвет. Длина и высота личинок, готовых к метаморфозу, достигает 350 и 304 мкм соответственно. (В экспериментальных условиях оседание личинок начинается при длине раковины 280-300 мкм). Их раковина становится треугольной. Макушки хорошо выступают. В замке хорошо развиты боковые зубы.

#### *Анатомия личинок мидии*

Край мантии велигера расщеплен на две складки: внешнюю и внутреннюю, между которыми залегает периостракальная борозда. Стенка внешней мантийной складки, прилегающая к раковине, образована секреторными эпителиальными клетками, участвующими в формировании раковины. Среди них имеются и чувствительные

клетки с короткими сенсорными жгутиками, упирающимися в раковину. Периостракум формируется в периостракальной борозде, между клетками внутренней и внешней мантийных складок. Функции клеток края мантии разнообразны: построение раковины, формирование периостракума, выделение слизи и восприятие раздражений.

Анатомическое строение велигера очень близко к таковому взрослого моллюска (рис. 21). Имеется зачаток ноги, мантия, ганглии нервной системы, желудок, печень, но органами выделения пока еще остаются протонефридии. Канальцевая клетка протонефридия содержит в цитоплазме многочисленные включения, которые представляют собой продукты обмена, удаляемые через протонефридий. Отверстия протонефридиев у велигера находятся по бокам от зачатка ноги.

Ранний велигер обладает уже развитым сократительным аппаратом. Первыми дифференцируются три пары ларвальных ретракторов (личиночные сократительные мышцы), представляющих собой мышечные пучки, прикрепленные к середине спинного края раковины и расходящиеся к переднему, среднему и заднему краям створок. Одновременно с ними, вблизи переднего края раковины, появляется передний аддуктор.

Задний аддуктор закладывается значительно позднее. Он располагается позади висцеральных ганглиев и проходит под задней кишкой.

У педивелигеров закладывается пара мышц – ретракторов ноги. При метаморфозе ларвальные ретракторы и мышцы, втягивающие велюм, редуцируются. Передний и задний аддукторы и мышцы – ретракторы ноги дают начало мышцам молодого моллюска.

Зачатками почек и перикарда являются два комплекса клеток, располагающихся в задней части тела по обе стороны от тонкого кишечника. Зачатки почек удлиняются и превращаются в слепо замкнутые трубки. У педивелигеров они еще не соединены с внешней средой и полостью перикарда.

Соединение происходит только после метаморфоза личинок. После отделения зачатков почек, оставшиеся клетки дают начало перикарду и сердцу. Зачатки перикарда представлены парными

пузырьками, образующимися из плотных комплексов клеток справа и слева от тонкой кишки.

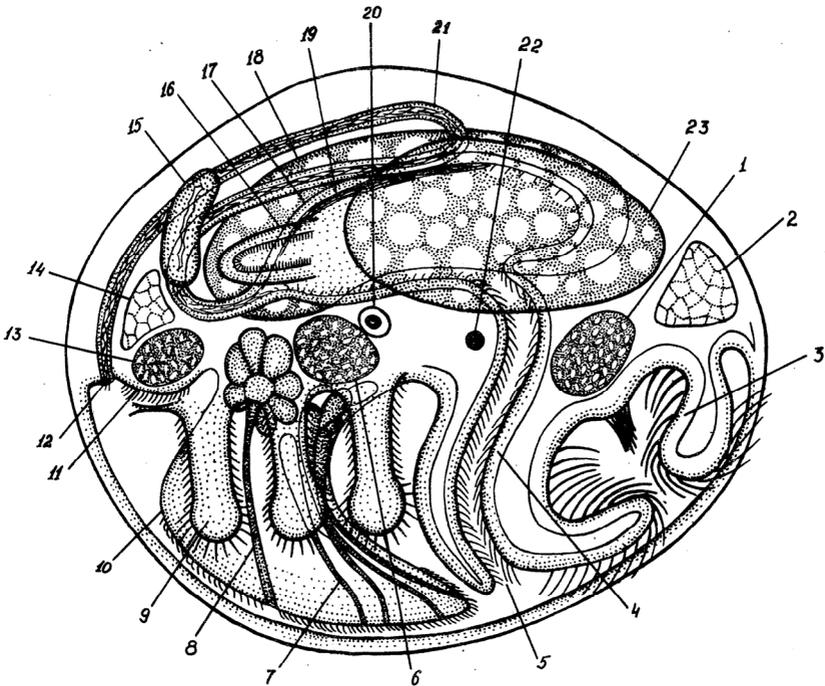


Рис. 21. Схема расположения органов педиведигера двусторчатых моллюсков: 1 – церебральные ганглии; 2 – передний аддуктор; 3 – велум; 4 – пищевод; 5 – рот; 6 – pedalные ганглии; 7 – слизистые и фенольные железы ноги; 8 – проток биссусной железы; 9 – зачаточные жабры; 10 – нога; 11 – осфрадий; 12 – анус; 13 – висцеральные ганглии; 14 – задний аддуктор; 15 – реноперикардиальный зачаток; 16 – мешок кристаллического стелька; 17 – желудок; 18 – левая доля печени; 19 – желудочный щит; 20 – статоциты; 21 – тонкий кишечник; 22 – глаза; 23 – правая доля печени (по Waller, 1981).

Они постепенно сближаются, охватывают тонкую кишку с боков и соприкасаясь друг с другом на спинной и брюшной сторонах кишечника. Оба пузырька сливаются, и наружная стенка становится перикардом, а внутренняя – наружной стенкой сердца. Внутренняя стенка сердца образуется из мезенхимных клеток, осевших на базальную мембрану тонкой кишки.

Строение пищеварительного тракта раннего велигера имеет почти все характерные для взрослых моллюсков структуры: кристаллический стебелек в желудке, пищеварительные и секреторные клетки в пищеварительной железе и т.д. У велигеров позади рта имеется пучок ресничек, который выполняет сенсорные функции, возможно, участвует в удалении избытков пищевых частиц и слизи. На брюшной стороне тела велигера имеется еще два участка, покрытых ресничным эпителием: один между ртом и анусом, другой позади ануса, расположенного на брюшной стороне личинки, который принимает участие в удалении экскрементов из мантийной полости. Кишечник велигера подразделяется на переднюю кишку, желудок, печеночные выросты, тонкую среднюю кишку и заднюю кишку. Передняя кишка выстлана ресничками, загоняющими пищу в желудок. На границе между передней кишкой и желудком имеется ресничный клапан, образованный спаянными между собой ресничками. Реснички, направленные внутрь желудка, препятствуют обратному выходу пищевых частиц. Как правило, уже на ранних стадиях развития появляется пигмент, окрашивающий личиночную печень в бурый или зеленоватый цвет. Печеночная ткань врастает в стенку желудочного расширения, и затем соединяется с желудком, образуя его переднюю и большую часть боковых стенок. Среди вакуолизованных клеток, участвующих во внутриклеточном переваривании пищи, расположены мелкие клетки – зачатки тканей дефинитивной (окончательно сформированной) печени.

Стенки желудка состоят из уплощенного эпителия. По мере развития на задней стенке желудка появляется слепой вырост, который представляет собой железу кристаллического стебелька. Кристаллический стебелек вращается благодаря биению ресничек и перемешивает в желудке пищу. Задний конец желудка переходит в тонкую среднюю кишку, выстланную ресничками. Их биение обеспечивает продвижение пищи в узком просвете средней кишки.

Основная пища личинок – растительный компонент наннопланктона, состоящего из мелких микроводорослей. Максимальный рост личинок наблюдается при оптимальной концентрации микроводорослей и зависит от их видового состава.

У раннего велигера церебральный ганглий является единственным нервным ганглием личинки. Позднее закладываются

педальные, висцеральные и плевральные ганглии. В отличие от церебрального, все остальные ганглии закладываются как парные органы. Образование педальных ганглиев предшествует формированию ноги.

Велигер D – стадии еще не имеет жабр. Первые признаки жабр появляются в виде пучков ресничек на внутренней поверхности мантии в задней трети части тела личинки. Впереди от этих пучков развиваются невысокие валики – зачатки будущих жаберных филламентов, покрытых короткими ресничками.

Органами чувств у велигеров является апикальный пучок ресничек и чувствительные реснички мантии (органы механорецепции); у великонхи появляются глаза, а у педивелигера - органами чувств служат еще и реснички на ноге и статоцисты (рис. 22).

Глаза появляются у личинки на стадии великонхи. Они располагаются на боковых сторонах тела личинки и представляют собой пигментную чашу, заполненную студенистым веществом, выполняющим функцию линзы. В пигментную чашу входят отростки фоторецепторных клеток. Светочувствительный аппарат глаз представлен микровиллями, а не ресничками. Глаза иннервируются от церебральных ганглиев. Статоцисты (органы равновесия) появляются только у педивелигеров. Канал, связывающий полость статоциста с внешней средой, выстлан ресничками. Статоцисты иннервируются от церебральных ганглиев. В качестве хеморецепторного образования у педивелигеров служит полоска ресничных клеток, расположенных в спинной части мантийной полости.

Железистый аппарат ноги педивелигера включает большое число одноклеточных желез, различающихся по расположению, типу секрета и функции. В ноге педивелигера мидии выделяют 6 типов желез (рис. 23). Первый тип – это первичные биссусные железы, открывающиеся в карманообразные расширения каналов биссусной железы. Дополнительные биссусные железы выделяют секрет, скрепляющий нити первичного биссуса.

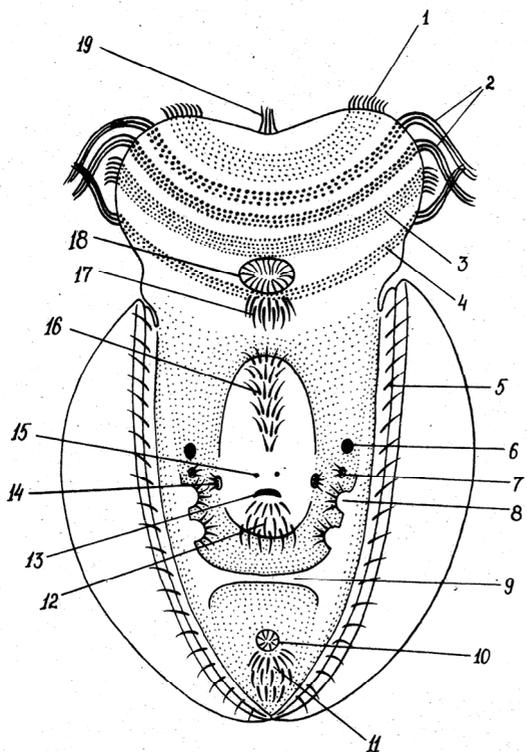


Рис. 22. Расположение ресничных структур и органов в мантийной полости педивелигера двусторчатых моллюсков: 1 – внутренний пояс локомоторных ресничек; 2 – два пояса внешних локомоторных ресничек; 3 – адоральный пояс ресничек; 4 – посторальный пояс ресничек; 5 – реснички по краю мантии; 6 – глаза; 7 – отверстия протонефридиев; 8 – зачатки жаберных филламентов; 9 – зачаток перегородки между эпи- и инфрабранхиальной камерами; 10 – анус; 11 – постанальный пучок ресничек; 12 – пучок ресничек на пяточной части ноги; 13 – отверстие биссусной железы; 14 – отверстия каналов стаатоцистов; 15 – отверстия цементных желез; 16 – реснички на вентральной поверхности носка ноги; 17 –

посторальный пучок ресничек; 18 – рот; 19 – апикальный пучок ресничек (по Waller, 1981).

Третья группа желез – вторичные биссусные железы, выделяющие прочные коллагеновые нити вторичного биссуса. Они открываются по ходу канала биссусной железы и у его отверстия. Четвертая группа желез – педальные слизистые железы, открывающиеся вдоль правого и левого краев передней части ноги. Слизь, выделяемая этими железами, используется для облегчения ресничной локомоции (передвижениях) при ползании осевшего педивелигера по субстрату. Концевые прикрепленные железы выделяют секрет на самом кончике носка ноги и обеспечивают пяденицеобразное движение оседающим педивелигерам. При этом передний конец ноги на короткое время прикрепляется к субстрату, а

сокращение продольных мышц ноги подтягивает тело педивелигера вперед. Шестой тип желез – это так называемые «фенольные железы», протоки которых открываются на вентральной поверхности ноги впереди от отверстия биссусной железы, по ходу канала биссусной железы и в карманообразные расширения канала. Секрет этих желез прикрепляет нити вторичного биссуса к субстрату, образуя специфические структуры в виде диска на конце каждой нити.

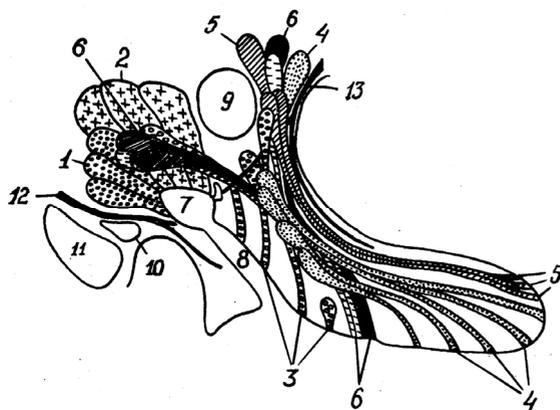


Рис. 23. Железистый аппарат ноги педивелигеров мидий: 1 – первичные биссусные железы; 2 – дополнительные биссусные железы; 3 – вторичные биссусные железы; 4 – pedalные слизистые железы; 5 – концевые прикрепительные железы; 6 – цементные железы; 7 – карманы биссусной железы; 8 – канал биссусной железы; 9 – pedalные ганглии; 10 – висцеральный ганглий; 11 – задний аддуктор; 12 – задний ретрактор ноги; 13 – передний ретрактор ноги (по Lane, Nott, 1975).

Продолжительность пелагической (в толще воды) жизни – 3 - 4 недели. В экспериментальных условиях в зависимости от типов скрещивания и условий культивирования продолжительность личиночной стадии варьировала от 24 до 42 сут. При помощи газовых пузырьков и (или) прикрепляясь к поверхностной пленке воды, личинки могут удлинять пелагическую жизнь до нескольких месяцев. После оседания на субстрат, педивелигер теряет парус и постепенно превращается в молодого моллюска. Метаморфоз закончился. У молодого моллюска формируется зачаток гонад в виде группы клеток в задней части тела около висцерального ганглия. Затем он разделяется на две группы клеток, симметрично расположенных по обеим сторонам тела, которые, разрастаясь,

образуют систему ветвящихся трубочек, характерных для двустворчатых моллюсков.

Личинки мидий – массовая форма прибрежного планктона Черного моря. Наблюдаются два ясно выраженных возрастания их численности: в конце апреля – мае и в сентябре – октябре, а в некоторые годы - и в декабре. В самые теплые (июль-август) и холодные месяцы (январь-февраль) года встречаются единичные экземпляры личинок мидий.

#### *Методы изучения личинок мидий.*

Личинок собирают планктонной сетью (например, сетью Джели) и изучают в живом и фиксированном виде. В живом виде удастся хорошо рассмотреть внутреннее строение личинки. В качестве наркоза используют хлористый кадмий ( $CdCl_2$ ), разбавленный в 1000 раз морской водой.

На фиксированном материале удастся рассмотреть только раковину. Для точной видовой идентификации изучают строение личиночного замка. Для этого личинок очищают от мягкого тела 1% раствором жавелевой воды, что требует особого умения быстро вскрыть раковину личинки при помощи препаровальной иглы, поскольку под действием применяемого вещества разрушается раковина. Затем препарат промывают в дистиллированной воде. Другой способ более простой и надежный: изучение раковин отмерших личинок после разложения мягких тканей. Для изучения морфологического строения отбирают пустые створки погибших личинок. При помощи препаровальных иголок отделяют одну створку от другой. Строение замка хорошо видно при осмотре створок с внутренней стороны. Раковины вместе с водой переносят в каплю глицерина. При медленном смешивании этих двух жидкостей возникают турбулентные токи, медленно перемещающие и поворачивающие раковины, что позволяет рассмотреть их со всех сторон.

#### *Плодовитость мидий и размеры яйцеклеток.*

Высокая плодовитость и наружное оплодотворение – один из элементов репродуктивной стратегии мидий. Под репродуктивной стратегией понимают набор адаптаций, обеспечивающих успешное размножение, в который включают размеры яиц, плодовитость, возраст достижения половой зрелости, продолжительность

репродуктивного периода и уровень энергетических трат на размножение. У мидий наблюдается прямая зависимость между их размером и количеством выметанных яйцеклеток, то есть с увеличением длины или общей массы особи индивидуальная плодовитость увеличивается. Плодовитость мидий, как и у всех двустворчатых моллюсков с наружным оплодотворением, чрезвычайно высока. Например, в зоне обитания иловой мидии в период ее массового размножения в толщу воды поступает 50 – 300 млн. яиц с 1 м<sup>2</sup> дна. Плодовитость зависит от места обитания мидий, сезона размножения, размеров яйцеклеток и методов подсчета.

По данным В.П. Воробьева (1938) одна самка в зависимости от размера за период нереста выметывает от 3 до 12 млн. яиц. Плодовитость, определенная О.Ю. Кудинским с соавторами (1987) методом подсчета ооцитов на серии гистологических срезов фрагментов гонад мидий (длина раковины 50 и 60 мм) составила 277 тыс. и 348 тыс. клеток.

Определенная методом многократной температурной стимуляции нереста коллекторных мидий из бухты Ласпи размерами от 25,6 до 55 мм в весенний сезон размножения, индивидуальная плодовитость самок составила соответственно 150 тыс. и 1 млн. 910 тыс. яйцеклеток. Выведено уравнение зависимости плодовитости мидий от длины раковины:

$$E = 15,85 \times L^{2,832 \pm 0,303}; (25,1 \text{ мм} \leq L \leq 55,0 \text{ мм}); r = 0,904$$

До закладки пищеварительных органов, личинки мидий ранних стадий находятся на эндогенном питании. От размеров яйцеклеток зависит количество желтка, а следовательно – выживаемость личинок на стадии стерробластулы и трохофоры. Показано, что размеры яйцеклеток определяются температурой воды и обеспеченностью мидий пищей в период полового созревания и не зависят от длины раковины самки. Низкие значения температуры воды обуславливают задержку вителлогенеза (накопление питательных веществ в цитоплазме), определяющего конечные размеры яйцеклеток. Если период созревания яйцеклеток (оогенез) протекает в зимне-весенний сезон, то весной размеры яйцеклеток достоверно выше, чем при нересте осенью. Разница между средними

размерами яйцеклеток в весенний и осенний периоды достигает более 8 мкм (соответственно 79,3 и 71,1 мкм). Размеры яйцеклеток иловых мидий, обитающих на глубине 50 м, где температура воды в течение года меняется незначительно, в весенний и осенний сезоны размножения составили около 60 мкм.

В пределах каждого сезона отмечена индивидуальная изменчивость средних размеров яйцеклеток. Так, в весенний нерестовый период диаметр яйцеклеток культивируемых мидий изменялся в пределах от 76,4 до 83,6 мкм.

#### *Методы исследования гонад.*

Мидий собирают на протяжении всего года. Пробы следует брать 1 – 2 раза в месяц в зависимости от скорости изменения температуры воды. Для изучения половой структуры и репродуктивного цикла отбирают друзы из верхней и нижней частей коллектора мидийной фермы или часть мидийной «щетки» со скал. Величина выборки – не менее 50 экз. Определяют стадии зрелости гонад на гистологических препаратах или на мазке гонад, надрезая гонаду при помощи скальпеля в средней части мантийного лепестка и просматривая мазок под микроскопом. Принадлежность к определенной стадии определяют по комплексу характерных признаков. В соответствии с литературными и собственными данными мы выделяем шесть стадий репродуктивного цикла, которые перекрываются и постепенно переходят одна в другую.

1 стадия – относительного покоя. После окончания нереста гонада тонкая, прозрачная, Ацинусы пустые, некоторые заполнены ооцитами периода малого роста – у самок и сперматоцитами – у самцов. Соединительная ткань максимально развита. Встречаются питательные клетки и глобулоциты (амебоциты).

2 стадия – начало гаметогенеза. Гонада слабо заполнена. В гонадах самок наблюдаются ооциты периода малого роста и незначительное количество ооцитов большого роста. В гонадах самцов – сперматоциты и сперматиды занимают почти весь ацинус.

3 стадия – активного гаметогенеза. Гонада средней наполненности, цвет типичный для половозрелых гонад. Половые клетки на всех стадиях оо- и сперматогенеза. На мазке гонад самок видны ооциты периода большого роста грушевидной формы; у самцов – уже сформированные, но еще неподвижные сперматозоиды.

4 стадия – преднерестовая. Гонада достигает своего максимального объема, плотная, при надрезе – «текущая». У самок - ооциты периода большого роста с ядрами, округлые, свободно лежащие в просвете ацинуса. На мазке гонад у самцов - большое количество малоподвижных, совершающих колебательные движения сперматозоидов.

5 стадия – нерестовая. Гонады в состоянии нереста с разной степенью освобождения от половых продуктов. Ацинусы самок заполнены круглыми ооцитами без ядер, у самцов – подвижными сперматозоидами (см. рис. 15: А, В; см. рис. 18) .

6 стадия – посленерестовой перестройки. Гонада тонкая с островками невыметанных половых клеток. В некоторых ацинусах - резорбированные ооциты и спермии, много питательных клеток ярко оранжевого цвета и амебоцитов. На мазке гонад – единичные яйцеклетки или сперматозоиды (см. рис. 15: Б, Г).

Обычно 6-я стадия перекрывается с 1-й стадией. Длительность отдельных стадий гаметогенеза зависит от температуры воды: каждая из первых трех стадий может продолжаться более трех месяцев; 4-я и 5-я – от 1 до 2,5 месяцев. Самая короткая, 6-я, стадия – до 1 месяца.

Результаты анализа зрелости гонад мидий представляют в виде гистограммы, показывающей ход гаметогенеза по сезонам. В схему необходимо включать сезонные изменения значений факторов среды – температуры воды, биомассы фитопланктона.

Сопоставление данных о стадиях зрелости гонад мидий и численности личинок в планктоне дает представление о начале нереста, интенсивности и сроках его окончания.

*Размножение и нерест мидий *Mytilus galloprovincialis* Lam. в Чёрном море. Зависимость процессов размножения от экологических факторов.*

Оседание личинок мидий на коллекторы мидийной фермы, зависит от многих факторов: изменения температуры воды, количества фитопланктона, направления и скорости течения, времени выставления коллекторов, продолжительности нахождения и глубины расположения их в морской воде и т.д. Динамика численности личинок мидий в планктоне определяется, в основном, сроками нереста мидий илового и скального биотопов. В различных

районах моря сроки нереста мидий также могут не совпадать, что связано с различающимися экологическими условиями.

Массовый нерест мидий в Чёрном море повторяется два раза в год: весной и осенью, но так как репродуктивный цикл продолжается круглый год, то в любой сезон обнаруживаются особи в состоянии нереста. Массовый нерест мидий скального биотопа в различных районах моря начинается весной при повышении температуры до 8,0°C, а осенью – при снижении до 18-15,5°C. При неблагоприятных температурных условиях происходит задержка сроков созревания и нереста. Известно, что гаметогенез у мидий *M. galloprovincialis* замедляется при температуре выше 20,5°C, а рост ооцитов прекращается при температуре ниже +3,5°C. Обилие пищи способствует развитию гамет (половых клеток), а при недостатке ее наблюдается подавление гаметогенеза, хотя полной остановки его не происходит. Установлено, что экологические факторы, изменяющиеся на протяжении полового цикла, воспринимаются как сигналы к нересту только особями со зрелыми гонадами.

*Репродуктивный цикл мидий из различных биотопов бухты Ласпи.*

Бухта Ласпи расположена восточнее Севастополя на расстоянии 30 км от него. Условия обитания мидий илового биотопа бухты Ласпи (глубина 45-50 м) характеризуются относительно стабильным температурным режимом, повышенным уровнем растворенной органики и детрита. Культивируемые мидии и мидии скального биотопа обитают в горизонте плавных сезонных и резких, вследствие стонно - нагонных явлений, изменений температуры воды в летний и осенний периоды, сезонных изменений биомассы фитопланктона. Различающиеся условия по-разному определяют начало и продолжительность гаметогенеза и нереста мидий, как весной, так и осенью. Условной временной границей между ними являются периоды максимальных летних и минимальных зимних значений температуры воды на поверхности бухты. Весеннему массовому нересту предшествует период осенне-зимнего гаметогенеза, продолжительность которого составляет около 2,5 месяца, осеннему нересту – летний период гаметогенеза, который продолжается от 3 до 3,5 месяцев.

В бухте Ласпи массовый нерест мидий происходит два раза в год: в весенний и осенний сезоны (рис. 24). Однако отдельные особи в нерестовом состоянии встречались и летом. В некоторые годы, после незначительного снижения нерестовой активности в октябре, при оптимальной для нереста температуре воды ( $8^{\circ}\text{C}$ ) в зимний период, нерест продолжался в декабре и январе.

Если температура воды зимой не опускалась ниже  $6,5^{\circ}\text{C}$  и развитие фитопланктона было отмечено уже в феврале, а в начале марта биомасса водорослей превышала  $600 \text{ мг/м}^3$ , то во второй половине месяца при повышении температуры воды до  $7,5^{\circ}\text{C}$  начинался весенний массовый нерест скальных и культивируемых мидий.

Максимальное количество нерестящихся мидий отмечали в середине апреля. Большинство нерестящихся особей составляли моллюски с длиной раковины 40-59 мм. В период пика нереста общая доля нерестящихся была представлена в равной степени мидиями с длиной раковины 30-39, 40-49 и 50-59 мм, т. е. более половины особей указанных размерных классов, и 25 % – 20-25 мм. В мае 5-ю стадию репродуктивного цикла проходили особи только крупных размеров (40-80 мм), другие – стадию посленерестовой перестройки и ранние стадии гаметогенеза. Летом, при температуре воды выше  $20,5^{\circ}\text{C}$ , наблюдался заметный спад нерестовой активности.

Мидии, проходящие 5-ю стадию репродуктивного цикла, составили 10 % (в основном, самцы).

Начало осеннего массового нереста скальных и культивируемых мидий происходило при снижении температуры воды до  $17^{\circ}\text{C}$  и совпадало с увеличением биомассы фитопланктона.

Нерест начинался в сентябре - октябре и продолжался в ноябре-декабре. Осенний массовый нерест скальных мидий полностью совпал с периодом массового нереста иловых мидий.

Массовый нерест мидий илового биотопа проходит при стабильной температуре:  $7,7 - 8,3^{\circ}\text{C}$ . Стабильными также являются солёностный и кислородный режимы. Однако сроки начала весеннего и осеннего нереста в разные годы не совпадали. Разница составила около двух месяцев, что связано с обеспеченностью мидий кормом.

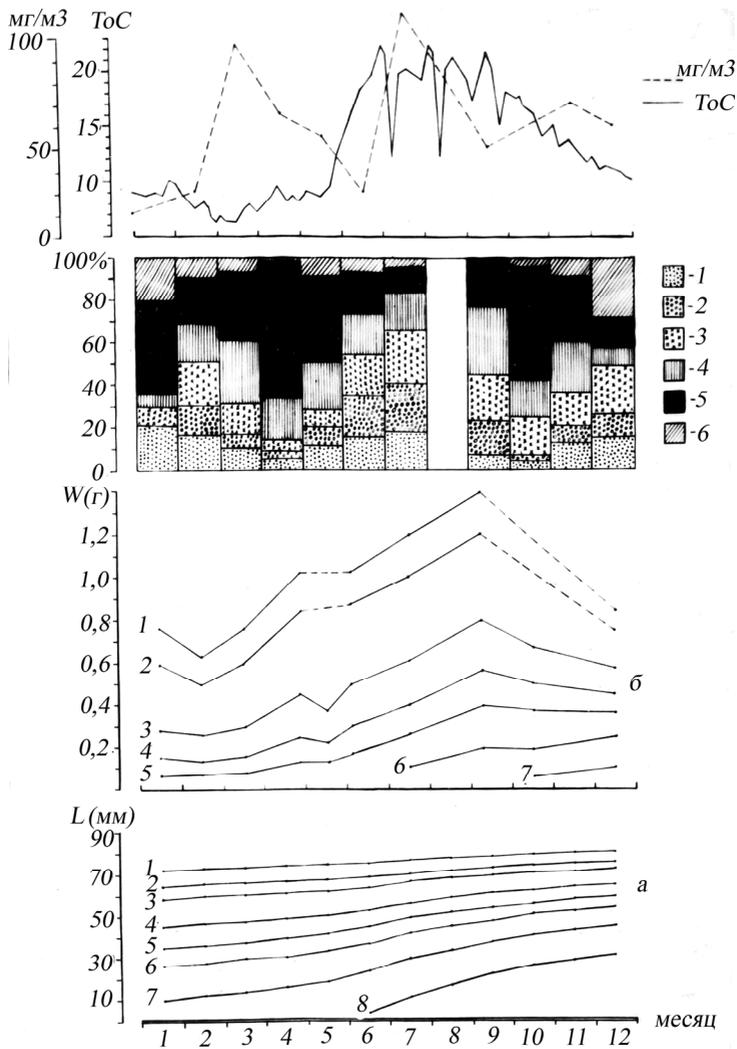


Рис. 24. Изменение температуры поверхностного слоя воды в бухте Ласпи ( $^{\circ}\text{C}$ ) (Shalyarin, 1990) и биомассы кормового фитопланктона ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) (Сеничева, 1990) в 1987 г.; доля моллюсков, проходящих разные стадии репродуктивного цикла (1 – 6: стадии зрелости гонад); динамика а) – линейного роста и б) – роста массы мягких тканей культивируемых мидий разного возраста (1-7: 3,5 – 0,5 года) за 1987 год.

Весенний массовый нерест иловых мидий начинался в первой декаде мая или в конце июня. Максимальное количество нерестящихся особей составляло около 50%; среди них более половины (65 %) особей были мидии крупных размеров (50-79 мм) и менее четверти – с длиной раковины 25-35 мм.

Рацион мидий илового биотопа состоит, в основном, из детрита и растворенного органического вещества, концентрация которых увеличивается после «цветения». В период весенней стратификации и в позднеосенний период при равномерном перемешивании воды увеличивается количество фитопланктона на данном горизонте. Следовательно, количественный и качественный состав пищи мидий нижней границы илового биоценоза, расположенной под сезонным термоклином, определяется сезонной динамикой фитопланктона верхней фотической зоны. Так как сезонная динамика фитопланктона обусловлена изменениями температуры верхних слоев воды, следовательно, изменение температуры в этом горизонте опосредовано, через развитие фитопланктона, воздействует на общий ход репродуктивного цикла мидий илового биотопа. На репродуктивное состояние мидий скального биотопа и культивируемых мидий непосредственное влияние оказывает комплекс переменных факторов среды, однако ведущим является температура, чем и объясняется в некоторые годы запаздывание сроков нереста мидий верхних горизонтов по сравнению с иловыми.

По количеству особей, проходящих нерестовую стадию, весенний массовый нерест иловых, скальных и культивируемых мидий был более представительным, поскольку значительную их долю составили первично нерестящиеся мидии размером менее 30 мм. Суммарная доля иловых мидий, проходящих 5-ю стадию репродуктивного цикла в весенний и осенний периоды, составила около 100 %, что может свидетельствовать о едином в году репродуктивном цикле у отдельных особей. В периоды пиков нереста мидий из различных биотопов, доля нерестящихся разнополых особей достоверно не различалась и была представлена в относительно равной степени разными размерными классами (за исключением первично нерестящихся особей), что указывает на синхронность прохождения нереста в поселениях. В другие месяцы процент самцов, проходящих нерестовую стадию, превышал долю

самок на этой стадии, так как созревание гонад и нерест начинался раньше у самцов. Асинхронно вступали в нерест и заканчивали его мидии разных размеров.

*Динамика репродуктивных циклов культивируемых мидий в бухте Ласпи.*

Знание сроков нереста и оседания личинок на твёрдые поверхности (субстраты) помогают фермеру эффективнее провести сбор мидийной молоди. С другой стороны, качество мидий зависит от репродуктивного цикла: качество наилучшее перед нерестом, а наихудшее – после него. Динамика репродуктивного цикла в сильной степени зависит от климатических особенностей года, особенно температуры воды, её колебаний, состояния кормовой базы и т.д., что усложняет работу фермера. Причём, изменения, происходящие в верхнем слое воды (0-10 м), где расположены выращиваемые мидии, сильно отличаются от изменений факторов среды в районе поселений иловых мидий (40-50 м). Поэтому сроки нереста зависят и от глубины, что следует учитывать при планировании сбора спата.

У отдельных мидий, выращиваемых на мидийной ферме в б. Ласпи, наблюдался непрерывный период гаметогенеза. Даже в нерестовой период в ацинусах можно наблюдать половые клетки на ранних стадиях гаметогенеза. Различная размерно-возрастная структура поселений и асинхронность созревания половых клеток являются главными причинами растянутости гаметогенеза, которые в свою очередь обуславливают асинхронность нереста. По доминирующим процессам можно выделить период зимнего и летнего гаметогенеза, которые в зависимости от температурных условий, продолжались в разные годы от 3 до 4 месяцев, что составило более половины всего репродуктивного цикла. Посленерестовая перестройка протекает одновременно с массовым нерестом и после него параллельно с гаметогенезом. Соотношение численности моллюсков на ранних стадиях гаметогенеза показывает, что начало периода созревания гонад самок и самцов происходит синхронно независимо от сезона. Оставаясь в целом невысокой в течение года, доля мидий, проходящих стадию относительного покоя, увеличивается после окончания массового нереста. Синхронность гаметогенеза прерывается в период созревания (3 – 4 стадии), что объясняется особенностями оогенеза и сперматогенеза в

разные сезоны. В зимне-весенний период количество самок, проходящих стадию активного гаметогенеза (3-я стадия репродуктивного цикла), превышает количество самцов на этой стадии. Следовательно, при относительно низкой температуре воды (около 7°C) снижается интенсивность вителлогенеза (накопление питательных веществ в цитоплазме яйцеклетки). Напротив, такая температура не влияет на интенсивность сперматогенеза. Отмечено, что продолжительное влияние низкой температуры (около 6°C) тормозит оо- и сперматогенез. В результате происходит синхронизация гаметогенеза. Максимальное количество мидий, проходящих поздние стадии гаметогенеза, отмечено перед весенним массовым нерестом, а также в летний период. Так, в июне 1989 г. их доля составила около 50 %. В течение июня-августа количество особей на этих стадиях практически оставалось на одном уровне, т. е. имело место замедление процессов гаметогенеза, которое обусловлено высокой температурой воды (21-25°C, июль-август).

Максимальное количество мидий, проходящих поздние стадии гаметогенеза, было отмечено после окончания весеннего и осеннего массового нереста, а также в период зимнего нереста. Кроме двух периодов массового нереста, весеннего и осеннего, в зимний период при подходящей температуре воды (7,5 - 8°C) также возможен нерест, который мы рассматриваем как продолжение осеннего. Так, зимний массовый нерест культивируемых мидий был отмечен в декабре и январе 1988, 1989, 1990 гг.

Сроки начала весеннего и осеннего массового нереста в разные годы не совпадали. При температуре воды около 5°C и слабом развитии фитопланктона в зимне-весенний период, весенний массовый нерест начался в конце апреля при температуре 10°C. В годы с более высокими среднемесячными температурами в зимний период массовый нерест начинался раньше на месяц или два. Интенсивность весеннего массового нереста определяется уровнем синхронности гаметогенеза в зимне-весенний период.

В зимний период 1988 и 1989 гг. при температуре воды 7-8°C, оптимальной для гаметогенеза и нереста, отмечен мало интенсивный асинхронный и продолжительный зимне-весенний нерест. Максимальное количество нерестящихся моллюсков не превышало 40%. Если температура воды в январе-марте не опускалась ниже 7°C,

наблюдалось «размытое» начало массового нереста, он как бы продолжал осенне-зимний нерест (1989 г.). Резкие колебания температуры воды в бухте Ласпи летом, вызванные сгонно-нагонными процессами, являются природным стимулятором нереста мидий в необычные сроки. Летняя вспышка нереста культивируемых мидий была отмечена в конце июня 1988 г. при температуре воды 9,3°C (30 % на 5-й стадии) и в начале июня 1989 г. при температуре 11,8°C (20 % нерестящихся моллюсков). Однако, при снижении температуры воды в июне 1986 г., когда большинство моллюсков проходило ранние стадии гаметогенеза, вспышки нереста не наблюдали. Во второй половине лета при стабильно высокой температуре воды (выше 20°C) нерестовая активность мидий минимальная. Доля моллюсков, проходящих 5-ю стадию, составила в разные годы от 3 до 10 % (в основном самцы). Осенний массовый нерест начинался после резкого снижения температуры воды, вызванного сгонным процессом, с последующим повышением ее до 17°C. Так, в 1989 г. после одноразового и кратковременного сгона в сентябре отмечено начало осеннего массового нереста с пиком в начале октября. В течение этого периода при температуре воды 15-17°C интенсивно развивался фитопланктон. В 1988 г. осенний массовый нерест начался в конце августа опять же после сгона и продолжался до конца сентября. Сгонно-нагонные процессы еще несколько раз повторялись в сентябре, вызывая продолжительно устойчивые понижения температуры воды до 10°C с последующим повышением до 18-20°C. Такое изменение температуры стало причиной синхронного и непродолжительного нереста.

Синхронность созревания гонад мидий зависит от размерно-возрастной структуры поселений, т. е. с увеличением возрастного разнообразия снижается синхронность созревания. В таблице 1 представлены данные о состоянии зрелости гонад мидий в трех выборках за 31 января 1990 г. (период зимнего нереста), различающихся по размерно-возрастному составу. Высокая степень синхронности созревания гонад наблюдается у одновозрастных первично нерестящихся моллюсков: 53% особей, проходящих нерестовую стадию, и 31 % – в преднерестовом состоянии. Доля мидий на других стадиях репродуктивного цикла – от 1,7 (6 стадия) до 5,8 % (1 и 3 стадии).

Таблица 1. Состояние зрелости гонад (%) культивируемых мидий разновозрастных поселений

Дата вы- ставл. кол- лек- торов	Дата отбора проб	Кол. экз.	L min- L max, мм	Гаметогенез				Не- рест	После- нерест. пере- строй- ка.
				1	2	3	4		
май 1986	31.01 1990	151	27,0- 109,0	19	7	23	21	14	16
май 1988	31.01 1990	133	26,0- 69,0	14	8	18	20	24	16
май 1989	31.01 1990	290	16,0- 33,0	2	3	6	31	56	2
май 1989	20.05 1990	81	20,0- 44,0	42	28	10	0	10	10

Таким образом, в результате анализа динамики репродуктивных циклов культивируемых мидий в бухте Ласпи были установлены следующие закономерности.

1. Продолжительное влияние низкой температуры воды (около 6,5°C) в зимний период синхронизирует оо- и сперматогенез, повышая интенсивность весеннего нереста.
2. Высокая температура воды (21 - 25°C) или слабое развитие фитопланктона в летний период (порядка 60 мг/м<sup>3</sup>) при оптимальном уровне других факторов среды обуславливает замедление процессов гаметогенеза.
3. Начало массового нереста совпадает с интенсивным развитием фитопланктона и приурочено к определенной температуре: весеннего – при 7,5°C, осеннего – при 17°C.
4. Продолжительность массового нереста мидий зависит от скорости повышения (весной) или снижения (осенью) температуры воды.
5. В зимний период при оптимальных температурных условиях наблюдается массовый нерест, являющийся продолжением осеннего.

6. Понижение температуры воды в летний период, вследствие стонных явлений, вызывает вспышку нереста в необычные сроки (в основном, за счет самцов).
7. Синхронизация нереста самок и самцов происходит в период пика нереста. Степень синхронности созревания гонад мидий наиболее высокая в одновозрастных поселениях.

*Половая структура поселений мидий.*

Важными характеристиками популяции являются половая структура, то есть соотношение полов в различных размерно - возрастных группах, а также возраст наступления половой зрелости.

Мидии *M. galloprovincialis* - разнополые моллюски (см. рис. 18). (Встречаемость гермафродитов в поселениях мидий от 0,24 до 2,1%). Соотношение полов - равное с незначительным преобладанием самцов или самок в зависимости от места обитания. Половозрелыми культивируемые мидии в бухте Ласпи становятся в первый год жизни при длине раковины 16 - 24 мм. Их возраст определяется сезоном оседания. Моллюски весенней генерации нерестятся через 8 месяцев после оседания, осенней – через 11. Соотношение полов в таких поселениях примерно равное, с небольшим преобладанием самцов. В поселениях мидий на коллекторах возрастом от 0,5 до 2,5 года и от 0,5 до 4,5 года во всех возрастных группах также отмечено равное соотношение полов; гермафродитов - около 2%. В выборках мидий со скал (L: 25 - 72 мм) и илового биотопа (L: 30 - 59 мм) отмечено примерно равное соотношение полов; доля гермафродитов составила: 1,3% - у скаловых и 0,9% - у иловых.

В поселениях коллекторных мидий бухт Казачья и Стрелецкая (р-н г. Севастополя) по данным за 2004 и 2005 гг. - достоверное преобладание самцов: 1♀: 1,9♂♂ (объем выборки 234 экз.) и 1♀♀: 1,6♂♂ (объем выборки 410 экз.) соответственно. Доля гермафродитов составила 1,8%. Известно, что преобладание самцов во всех размерно-возрастных группах или маскулинизация поселений моллюсков с лабильным определением пола, может происходить под воздействием загрязняющих химических веществ, растворенных в воде. Изменение концентрации половых гормонов, вырабатываемых цереброплевральными ганглиями под влиянием химических загрязнений, влияет на реализацию пола ювенильных (неполовозрелых) особей. Если в течение нескольких лет

загрязняющие вещества постоянно поступают в бухту, то все новые генерации моллюсков, будут реализовать пол преимущественно как мужской. Соотношение самок и самцов в поселениях мидий может быть индикатором чистоты воды и пригодности акватории для культивирования.

Во всех исследуемых поселениях мидий обнаружены два типа гермафродитов: функциональный, когда созревание половых продуктов и вымет яйцеклеток и спермиев происходит одновременно (см. рис. 18) и последовательный (или асинхронный), когда созревание гамет в гонаде одной особи происходит не одновременно. Например, часть мужской гонады находится на нерестовой стадии, а часть женской – на стадии активного гаметогенеза, что можно наблюдать при микроскопическом исследовании. Такая мидия может нереститься последовательно в один и тот же сезон сначала как самец, а затем - как гермафродит. Гонада гермафродита может быть двухцветной, мозаичной, например розовой и желтой (см. рис. 18) (или белой); в зависимости от распределения ацинусов с яйцеклетками и сперматозоидами. Предполагается, что у функциональных гермафродитов пол определяется многими диаллельными генами, и все особи несут в разных сочетаниях как мужские, так и женские детерминирующие факторы. Пол реализуется в зависимости от преобладания одного из факторов.

Помимо наиболее распространенного способа описания полового цикла моллюсков с использованием шкал зрелости гонад, применяют количественные методы исследования: взвешивание мягких тканей мидий с одновременной фиксацией стадий зрелости. Поскольку вес мидий одного и того же размера в течение нерестового периода уменьшается до 40%, изучение репродуктивного цикла мидий представляет практический интерес для морских фермеров. Этот вопрос также связан с изучением закономерностей роста мидий.

#### *Рост мидий.*

Знание закономерностей и темпов роста необходимо для выбора оптимальной акватории для фермы, а также для прогноза объёма и сроков урожая; определения производительности фермы, оценки состояния выращиваемых моллюсков и т.д. Рост определяется как изменение во времени размеров или веса мидии. Приведенные ниже

методические приёмы, применяемые при изучении роста моллюсков, будут полезны фермерам, желающим проводить на ферме исследования, важные для целей оптимизации технологии. Этими методами должны овладеть студенты, изучающие аквакультуру.

Различают живой (или общий), сырой и сухой веса моллюсков. Живой вес – вес живого (не вскрытого) моллюска. Он может значительно изменяться даже у одной особи за счет разного количества межстворчатой жидкости, оставшейся в мантийной полости. Чем дольше мидия находится на воздухе, тем меньше остается жидкости в мантийной полости и соответственно уменьшается её вес. Перед определением живого веса, мидий подсушивают на фильтровальной бумаге до исчезновения мокрых пятен и индивидуально взвешивают на весах (до 0,01 г). Затем каждого моллюска вскрывают при помощи скальпеля. После вскрытия удаляют мантийную жидкость и промокают фильтровальной бумагой. Вновь взвешивают. Так определяют сырой вес мидий. Скальпелем удаляют тело из раковины. Раковину обсушивают и взвешивают. Кроме этого, необходимо знать массу мягких тканей моллюска (мяса) и мантийной жидкости. Абсолютную величину массы тела получают вычитанием массы раковины из массы вскрытого и подсушенного моллюска, а массу мантийной жидкости – вычитанием массы вскрытого и подсушенного моллюска из общей массы, определенной до вскрытия мидии. Измерив и определив абсолютную величину массы различных частей тела моллюска (раковины, мягких тканей и мантийной жидкости), желательно выразить их в процентах. Это позволит осуществить более полный анализ изменчивости данных признаков как внутри одного поселения, так и между поселениями из различных мест обитания.

Сухой вес – постоянный вес полностью обезвоженного моллюска. Для определения сухого веса мягкие ткани мидий и раковину помещают в бюксы и высушивают до постоянного веса при температуре 65°C; взвешивают на аналитических весах.

*Сезонные изменения массы коллекторных мидий (рис. 25).*

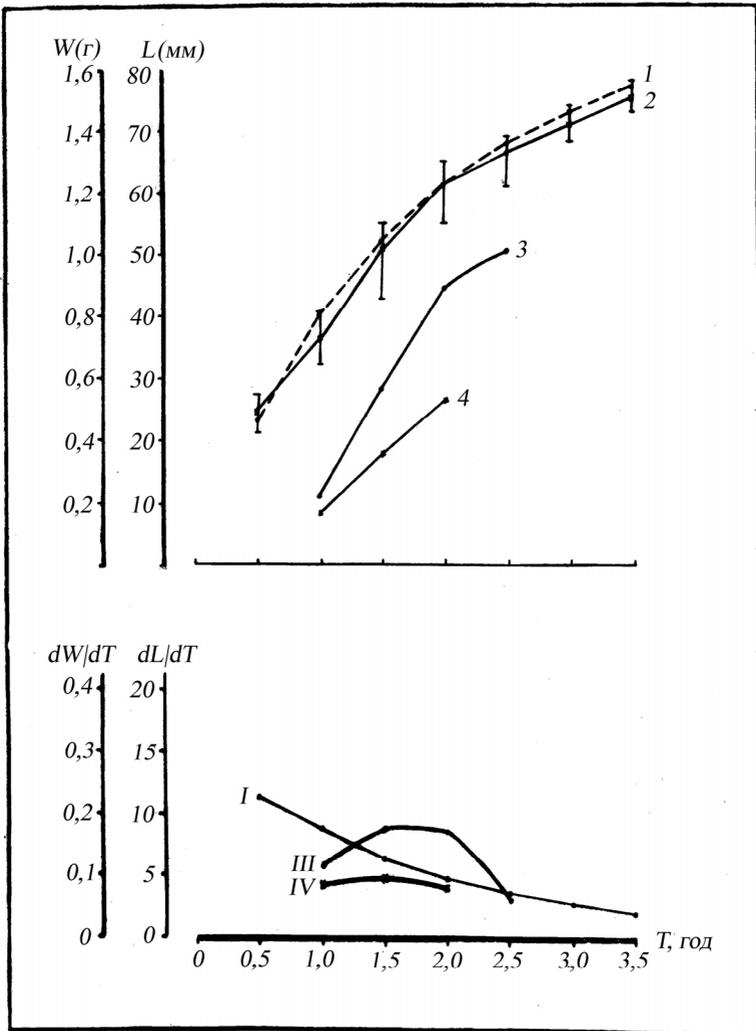


Рис. 25. Линейный рост: 1 – определен теоретически (см. стр. 71-72); 2 – фактический; рост массы тела: 3 – у мидий перед нерестом; 4 – проходящих стадию посленерестовой перестройки; I – темп линейного роста; темп роста мягких тканей культивируемых мидий: III – проходящих преднерестовую стадию и IV – стадию посленерестовой перестройки.

Величина массы мягких тканей мидий зависит от состояния зрелости гонад: она максимальна в преднерестовый период и в начале массового нереста (январь, апрель, сентябрь, октябрь) при оптимальной температуре воды и биомассе фитопланктона. Рост массы в летний период – следствие интенсивности процессов гаметогенеза и соматического роста. Указанные сроки можно рекомендовать для сбора мидий с максимальным выходом биомассы, о чём подробнее говорится в разделе о технологии выращивания. Средние значения массы моллюсков зависят от длины раковины. Между длиной и массой мидии существует связь, описываемая уравнением:

$$W = aL^b,$$

где  $W$  – масса моллюска, г;  $L$  – длина, мм;  $a$  и  $b$  – коэффициенты, определенные по методу наименьших квадратов.

В качестве примера приводим таблицу, в которой представлены параметры зависимости сухой массы мягких тканей культивируемых мидий в бухте Ласпи от длины раковины за 1987 год (табл. 2).

Для определения продукции мидий наиболее часто оперируют абсолютными значениями сырой массы тела моллюсков.

Таблица 2. Параметры зависимости:  $W = aL^b$

Дата	L min- L max, мм	Ср. зн. L, мм	Ср.зн. W, г	<b>a</b>	<b>b</b> дов. ин-л	n, экз.
14.01	20,9- 70,8	45,4	0,3719	$0,821 \cdot 10^{-5}$	2,754 2,709-2,799	123
17.02	20,8- 73,3	46,0	0,3199	$0,111 \cdot 10^{-4}$	2,622 2,577-2,666	144
19.03	21,2- 75,9	47,6	0,3964	$0,455 \cdot 10^{-5}$	2,876 2,831-2,920	149
29.04	18,6- 75,9	46,5	0,5385	$0,687 \cdot 10^{-5}$	2,853 2,809-2,897	149
14.05	19,3- 73,4	47,0	0,3775	$0,112 \cdot 10^{-4}$	2,665 2,631-2,690	149

Продолжение таблицы 2.

04.06	23,0-74,3	48,1	0,5569	$0,506 \cdot 10^{-5}$	2,910 2,858-2,980	143
15.07	20,2-73,8	46,7	0,5416	$0,540 \cdot 10^{-5}$	2,901 2,821-2,909	150
08.09	21,1-76,5	47,1	0,5354	$0,559 \cdot 10^{-5}$	2,915 2,819-3,001	146
12.10	21,1-68,0	49,0	0,4841	$0,450 \cdot 10^{-5}$	2,893 2,786-3,000	167
16.12	14,9-83,7	48,4	0,3247	$0,207 \cdot 10^{-4}$	2,462 2,414-2,499	169

Поскольку биомасса мидий на коллекторах фермы состоит из моллюсков разных размеров, в качестве примера приводим таблицу, в которой представлено изменение массы моллюсков в течение года (табл. 3).

Таблица 3. Динамика сырой массы мягких тканей (W, г) мидий, культивируемых в бухте Ласпи за 1987 год

L, мм	Месяцы									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	IX	X	XII
25	0,39	0,34	0,32	0,45	0,40	0,41	0,41	0,44	0,33	0,38
30	0,64	0,55	0,54	0,75	0,65	0,69	0,69	0,75	0,56	0,60
35	0,98	0,83	0,84	1,16	0,97	1,08	1,09	1,18	0,88	0,87
40	1,48	1,17	1,23	1,70	1,39	1,60	1,60	1,74	1,29	1,21
45	1,96	1,60	1,72	2,38	1,90	2,26	2,25	2,46	1,82	1,62
50	2,61	2,11	2,33	3,22	2,52	3,07	3,06	3,34	2,47	2,10
55	3,40	2,71	3,07	4,23	3,24	4,06	4,03	4,41	3,25	2,66
60	4,31	3,40	3,94	5,42	4,09	5,22	5,18	5,68	4,18	3,29
65	5,38	4,19	4,96	6,81	5,06	6,60	3,54	7,18	5,27	4,01
70	6,60	5,09	6,14	8,41	6,17	8,20	8,11	8,91	6,53	4,81

Точное определение массы гонад мидий невозможно из-за их тесной связи с тканями висцерального комплекса. Однако определение сухой массы мягких тканей с учетом стадий зрелости гонад позволяет судить об этих изменениях.

У мидий, проходящих стадию относительного покоя (1 стадия), сухая масса мягких тканей значительно ниже, чем у особей того же размера, но на преднерестовой стадии. Для моллюсков с длиной раковины 50 мм эти значения составляют 0,2572 и 0,5261 г - для весеннего нерестового периода и 0,2677 и 0,5848 г – для осеннего. Потеря массы моллюсков во время нерестового периода, связанная с выметом половых продуктов и энергетическими затратами на процесс размножения, выражается разностью между сухой массой одноразмерных мидий, проходящих преднерестовую стадию и стадию посленерестовой перестройки. С увеличением размера мидий относительные потери массы в период нереста возрастают. Для мидий с длиной раковины 40 и 60 мм эти величины составляют 0,0784 и 0,3401 г или 26,4 и 40,5% соответственно от их массы до нереста.

Содержание сухого вещества в сыром мясе зависит от состояния зрелости гонад мидий: на преднерестовой стадии -19%; на стадии относительного покоя - 15%. Для удобства расчётов, в качестве примера, приводим таблицу параметров зависимости сырой массы от длины раковины мидий, проходящих разные стадии репродуктивного цикла в весенний сезон 1987 г (табл. 4).

Коэффициент корреляции веса и длины мидии составил 0,803 и 0,936 соответственно для стадии посленерестовой перестройки и нерестовой стадии.

Прирост массы мидий – показатель физиологического состояния, отражающего влияние сезонных изменений экологических факторов. Для выделения наиболее существенного фактора, влияющего на рост массы мидий весенней генерации 1986 г., определены коэффициенты множественной корреляции сухой массы мидий (с учетом их линейного роста), среднемесячной температуры воды в бухте Ласпи и биомассы фитопланктона (табл. 5).

Совокупный коэффициент корреляции массы мягких тканей и двух экологических факторов равен:  $r_{(wlm)} = 0,958$ , что указывает на зависимость массы тела мидий (следовательно, и репродуктивного состояния) от динамики температуры и биомассы фитопланктона.

Таблица 4. Параметры зависимости:  $W = a L^b$  с учетом стадий зрелости гонад мидий

Стадии зрел. гонад	L min- L max, мм	Сред. знач. L, мм	Сред. знач. W, г	<b>a</b>	<b>b</b> дов. ин-л	n экз.
1	20,0- 62,5	28,7	0,48	$0,128 \cdot 10^{-3}$	2,428 2,355-2,500	35
2	20,4- 73,1	36,7	1,25	$0,148 \cdot 10^{-3}$	2,434 2,356-2,512	44
3	21,2- 73,9	49,4	2,90	$0,107 \cdot 10^{-3}$	2,579 2,544-2,616	83
4	25,8- 75,9	54,8	3,94	$0,101 \cdot 10^{-3}$	2,611 2,581-2,641	91
5	29,8- 75,9	52,1	3,78	$0,837 \cdot 10^{-4}$	2,655 2,616-2,689	87
6	33,0- 61,0	44,4	1,78	$0,425 \cdot 10^{-3}$	2,177 2,062-2,291	18

Таблица 5. Исходные данные для расчетов коэффициентов множественной корреляции

Дата отбора проб	Сухая масса, W, г	Температура, t°C (Shaljapin, 1990)	Биомасса фитопланктона, мг/м <sup>3</sup> (Сеничева, 1990)
17.02	0,1460	8,3	0,0213
19.03	0,1744	6,7	0,0304
29.04	0,2544	7,8	0,0647
14.05	0,2051	8,6	0,0421
04.06	0,3117	10,7	0,0972
17.07	0,3999	17,7	0,1599
08.09	0,5692	19,0	0,3240
12.10	0,4548	17,8	0,2068
16.12	0,3869	12,9	0,1497

### *Промеры раковин мидий.*

Существуют три стандартных измерения: высота – расстояние по перпендикуляру к продольной оси раковины от макушки до наиболее выступающей точки брюшного края, длина – расстояние по продольной оси раковины между наиболее удаленными друг от друга точками переднего и заднего краев и выпуклость (или толщина) – расстояние между наиболее удаленными боковыми точками (рис. 26; 27; 28).

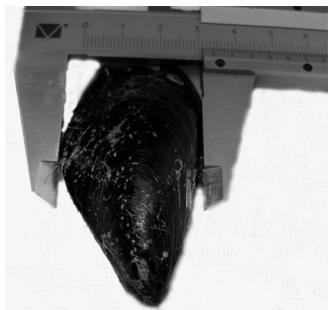


Рис. 26. Измерение высоты раковины мидии при помощи штангенциркуля.

Чаще на пустых раковинах измеряют выпуклость одной створки, которая у мидий составляет половину выпуклости всей раковины.

Кроме стандартных промеров может быть предложено много других, например угловых, применяемых для определения

видовой принадлежности моллюсков.



Рис. 27. Измерение длины раковины мидии.

Крупные раковины измеряют штангенциркулем; у более мелких это проще делать с помощью окуляр – микрометра и микроскопа, например МБС – 9.

Кроме линейных и угловых измерений нередко определяют

весовые характеристики. В зависимости от размеров, моллюсков взвешивают на технических, торсионных или аналитических весах. Важно иметь точное представление о массе жидкости, находящейся внутри мантийной полости. Для этого раковину приходится открывать, вынимать тело моллюска и обсушивать его фильтровальной бумагой. Иногда требуется знать и воздушно – сухую массу мягкого тела, которую определяют после высушивания

до постоянного сухого веса в сушильном шкафу при температуре 65°C.

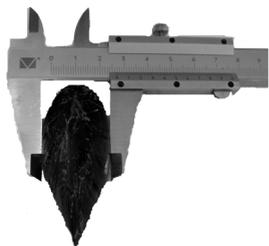


Рис. 28. Измерение толщины раковины мидии.

На основании полученных промеров составляют размерные соотношения – индексы (например, отношение высоты к длине). Определение индексов соотношения высоты и ширины позволяет характеризовать направленность формообразования раковины моллюсков в тех или иных условиях среды обитания. Индексы пригодны только в том случае (или только для тех размеров), когда связь между входящими в него промерами прямолинейна. Для проверки характера связи строят график зависимости изучаемых величин друг от друга и определяют наличие прямолинейного участка. В некоторых случаях при криволинейной связи сравниваемых промеров (т.е. при положительной или отрицательной аллометрии) можно использовать не сами промеры, а их логарифмы, которые связаны прямолинейно.

Исследователи определяют также величину разности между высотой и шириной раковины, которая может свидетельствовать о направленности формообразования. Экспериментально показано, что в условиях повышенного течения у моллюсков формируется раковина с высотой больше ее ширины. При замедленном течении преобладают моллюски, у которых высота раковины меньше ширины.

При изучении линейного (L) и весового (W) роста моллюсков используют следующие методы:

- Наблюдения в эксперименте – в садках, выставленных в местах естественного обитания мидий, на ферме или в лабораторных условиях.
- Наблюдения в естественных условиях обитания по измерениям меченных моллюсков.
- Методы, основанные на определении прироста по фиксированным возрастным признакам, анализе размерно – возрастной структуры поселений. Этот метод наиболее часто

применяют при исследовании поселений мидий на коллекторах.

Все указанные методы могут быть применены и для определения возраста моллюсков. Для определения прироста и возраста наиболее часто используются так называемые годовые кольца роста, формирующиеся на внешней поверхности раковины. С увеличением возраста, когда темп роста моллюсков замедляется, кольца становятся трудно различимыми. У мидий формирование наружных колец связано с замедлением или полной приостановкой роста раковины при низкой зимней температуре. В некоторых условиях (нерест, неблагоприятные условия среды) могут возникать дополнительные кольца, но они выражены менее четко, чем сезонные. Возможно формирование и летних колец, образование которых обусловлено летним повышением температуры воды превышающем оптимальные значения. Скорость и особенности роста мидий могут быть определены в результате анализа динамики размерной структуры поселений, в частности, изучая гистограммы частотно – размерного распределения. Однако, растянутый во времени нерест осложняет выделение возрастных групп.

По методике, разработанной В.Н. Золотаревым (1989), у мидий удастся надежно выделить годовые линии роста при исследовании внутреннего строения раковины. Внутреннюю структуру раковины изучают на специально изготовленных срезах, идущих от середины макушки к краю раковины. Сезонные зоны роста отличаются по окраске. В течение года у мидий может формироваться по одной светло – и темноокрашенной зоне. Первая характеризует зимний прирост раковины, вторая – летний. По этому методу возраст каждой мидии можно определить с точностью до 0,5 года.

#### *Математическая модель роста мидий.*

Линейный рост моллюсков в онтогенезе при известной размерно-возрастной структуре поселений можно представить, используя линейную модификацию модели роста Берталанфи – уравнение Форда – Уолфорда:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-kt}).$$

Параметры данного уравнения находят графическим способом. В результате анализа размерно-частотных распределений мидий в

течение года, получают их модальные размеры в различных возрастных группах (табл. 6).

Для построения графика на оси абсцисс откладывали средний размер мидий в возрасте  $t$ , на оси ординат – в возрасте  $t+1$  (рис. 29). Данные точки расположились на одной прямой. Место пересечения линии с биссектрисой прямого угла определяет теоретически максимальный размер особей в поселении. На рисунке линия пересекает биссектрису на уровне 87,5 мм. Угол наклона ( $\alpha = 29^\circ$ ) позволяет оценить константу роста:

$$k = \lg \operatorname{tg} \alpha / \lg e,$$

где  $\operatorname{tg} \alpha$  – тангенс угла наклона прямой, который равен 0,55, тогда  $k = \lg 0,55 / 0,43 = 0,605$ .

Получаем зависимость:

$$L_t = 87,5 (1 - e^{-0,605t}); (0,5 \leq t \leq 3,5) \quad (1)$$

По этим параметрам рассчитываем теоретически ожидаемые модальные размеры культивируемых мидий.

Таблица 6. Размерно-возрастная структура культивируемых мидий

Дата отбора проб	Возраст, годы						
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
16.01.87	26,1	36,4	50,1	62,0	67,5	-	-
17.02	23,3	32,9	51,2	63,6	69,1	72,0	-
19.03	24,0	34,7	51,5	61,3	66,3	70,3	-
29.04	21,8	35,9	49,8	61,2	68,4	71,9	-
14.05	24,9	36,5	51,4	-	-	-	-
04.06	27,4	36,6	53,4	61,2	66,3	70,5	-
15.07	22,7	36,8	52,0	61,4	67,2	72,0	-
08.09	23,8	37,1	51,0	60,9	68,0	71,4	-
12.10	-	-	55,4	64,6	-	-	-
16.12	24,3	39,3	53,2	63,8	-	73,5	78,0
05.01.88	25,3	32,5	43,1	54,6	60,5	67,9	72,5
Среднее значение, мм	24,4	35,8	51,1	61,5	66,7	71,1	75,6

Для младших возрастных групп теоретически ожидаемые размеры мидий несколько занижены по сравнению с практически полученными и превышают последние для старших возрастных групп. Наблюдаемые различия связаны с растянутостью сроков оседания личинок и с большей вероятностью опадания с коллекторов особей крупных размеров, а также с точностью определения возраста мидий до 0,5 года. Однако, теоретически ожидаемые модальные размеры всех возрастов не выходят за границы вариации размеров. Сохраняется закономерность роста: с увеличением возраста линейный рост замедляется. Следовательно, приведенная формула (1) применима для определения длины раковины культивируемых мидий возраста от 0,5 до 3,5 года.

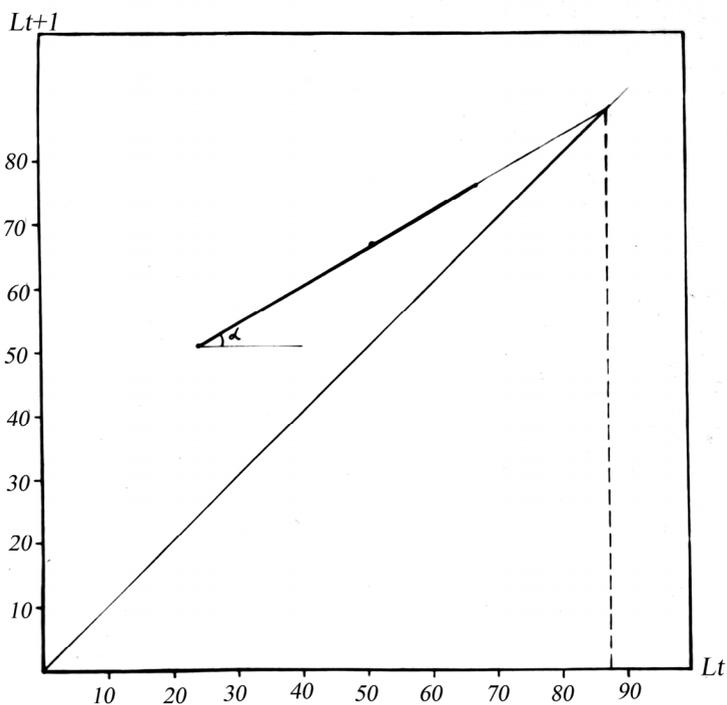


Рис. 29. Графическое определение значений параметров уравнения Бергаланфи.

Используя значения модальных размеров, полученных на основе эмпирических данных соответствующих определенному возрасту, можно восстановить среднемесячный темп роста мидий за исследуемый период. При среднем размере мидий возраста 0,5 года – 24,4 мм, моллюски росли в среднем 4 мм/мес. После достижения половозрелости темп роста мидий замедлялся и в следующем году прирост составил 2 мм/мес. У мидий возрастом от 1,5 до 2 лет он был несколько ниже – 1,7 мм/мес. Линейный рост у 2,5 – 3,5 летних мидий составил 0,58 мм/мес.

Первый нерест культивируемых мидий наблюдался при средних значениях длины раковины - 24,5 мм. Сроки достижения моллюсками указанного размера зависят от сезона оседания. Мидии весенней генерации достигли данного размера в ноябре, т.е. за 8 месяцев, осенней генерации – в июне за 10 месяцев. Мидии, осевшие летом 1986 г., были готовы к нересту в январе 1987 г., т.е. через 8 месяцев; моллюски зимнего оседания 1987 г. достигли половозрелости в сентябре того же года, что объясняется различающимися условиями начала роста. Высокая температура воды и биомасса фитопланктона в поздне – весенний и летне-осенний период способствовали интенсивному росту моллюсков, осевших весной и летом. Однако, средние размеры годовиков разных генераций составляют 36 мм, поскольку впоследствии происходит замедление темпа роста в осенний и зимний периоды.

Сроки достижения моллюсками товарного размера также зависели от экологических факторов и сезона оседания. Мидии, осевшие весной и летом 1986 г., достигли товарного размера (50 мм) соответственно в сентябре и ноябре 1987 г., т.е. за 17 мес. культивирования. Мидии осенней генерации 1986 г. - в начале лета 1988 г., т.е. за 19-20 мес.

Для моделирования роста культивируемых мидий в сезонном аспекте применена следующая формула:

$$L_t = L_{\infty} \{1 - e^{-k'(D-D_0)}\},$$

где  $-k'(D-D_0)$  – температурная поправка к уравнению (1);  $D_0 = 742$ ;  $k' = k/D_y$ . Величина  $D_y = 4834,9$ , тогда  $k' = 0,605 / 4834,9 = 1,25 \cdot 10^{-4}$ . Значения  $D$  определены как сумма градусодней в онтогенезе, т.е., начиная с середины периода массового нереста до анализируемого момента. Формулу записываем в окончательном виде:

$$L_t = 87,5 \{1 - e^{-1,25 \cdot 10^{-4} (D-742)}\}$$

Анализ сезонного роста мидий в течение 1987 г. показал, что наиболее интенсивный рост был в июне – июле и составил от 16 до 28% годового прироста соответственно для 3-х летних особей и сеголеток или в абсолютных значениях: 1,2 и 7,7 мм. Минимальный темп роста мидий приходится на февраль и март – около 4-5% годового или 0,4 – 1,5 мм. Суммарные значения прироста за май – август составили от 55% (3,6 мм) до 67% (18,3 мм) годового соответственно для 3-х летних особей и сеголеток.

*Фильтрация воды, питание и дыхание.*

Мидии и устрицы, будучи организмами-фильтраторами, добывают себе корм и кислород профильтровывая морскую воду. Процесс фильтрации, особенно большими скоплениями мидий, крупных фермерских хозяйств, важен и с экологической и геохимической точек зрения, поэтому специалисты скрупулёзно изучают особенности фильтрации. Но изучение процесса фильтрации моллюсков осложняется методическими трудностями и, следовательно, высокой вероятностью получения ошибочных результатов (артефактов). Например, скорость фильтрации, определяемая как объём воды, полностью очищаемый от частиц в единицу времени, нередко принимают за скорость прокачивания воды, которая равна объёму воды, прошедшей через жабры в единицу времени. В действительности скорость фильтрации равна скорости прокачивания только в случае, когда все поступающие частицы улавливаются жабрами, а вода, прошедшая через фильтрационный аппарат, не поступает вновь во входной сифон мидии. Поэтому нельзя изучать фильтрацию воды мидией, посадив её в изолированный сосуд с водой. Мидия должна находиться в специальной проточной камере с установленным протоком воды, не образующим завихрений и возвратов в объёме камеры.

Скорость фильтрации зависит от площади жабр, а значит и от размеров мидий. По нашим расчётам мидии экспериментальной плантации площадью 0,5 га в начале наблюдений воду фильтровали со скоростью 725 м<sup>3</sup> в сутки, а через 15 месяцев выращивания эта скорость возросла в 100 раз и достигла 73025 м<sup>3</sup> в сутки, что почти вдвое превышает объём, занимаемый фермой.

Установлено, что ни время суток, ни приливные ритмы не влияют на скорость фильтрации. Но скорость фильтрации понижается в периоды низких концентраций фитопланктона, что снижает бесполезные энергозатраты, направленные на извлечение корма из обеднённой кормом воды.

Мидии очень чувствительны к малейшим химическим нарушениям в среде, отвечая на такие изменения резким замедлением фильтрации, либо полным её прекращением и закрыванием створок. Такая реакция мидий легла в основу разработок приборов и чувствительных датчиков, регистрирующих появление загрязнений в морской воде. В одном приборе помещают по 10-20 мидий с тем, чтобы прибор регистрировал их усреднённую реакцию, что повышает надёжность прибора.

Существенным фактором, влияющим на скорость фильтрации, является температура воды. Скорость фильтрации растёт при повышении температуры от 7 до 18°C, а затем резко снижается, что может свидетельствовать о температурном оптимуме для протекания жизненных процессов, равном 17-18°C.

#### *Питание.*

По результатам анализа содержимого желудков установлено, что пищевой спектр мидий близок к составу фитопланктона (одноклеточных водорослей) в месте их обитания. Тем не менее, мидии способны, отбирать наиболее приемлемый для них корм (мелкие перидиниевые и золотистые водоросли) и отбрасывать ненужные частички: минеральную взвесь и крупные клетки диатомовых водорослей. Мидии потребляют не только живые микроводоросли, но и мёртвое взвешенное органическое вещество (детрит) с населяющими его колониями микроорганизмов. В летнее время необходимые белки и углеводы поступают в организм мидий из микроводорослей, а зимой – в основном из детрита.

В пищевом спектре мидий, кроме микроводорослей, обнаружены бактерии, инфузории, личинки морских животных, детрит.

Скорость потребления корма, также как и фильтрации, максимальна при 17°C и концентрации корма 2 мг/л.

Усвояемость корма мидиями зависит от вида корма и находится в пределах 70-80%. Таким образом,  $\frac{3}{4}$  массы съеденного корма усваивается и используется организмом в процессе дыхания для

извлечения энергии (энергетический обмен), а также для построения тела и для создания генеративных продуктов, необходимых для размножения (пластический обмен). Съеденная, но непереваренная пища выделяется в виде фекалий из кишечника и попадает в выводной сифон, а затем выбрасывается наружу. Взвешенные частички, не имеющие пищевой ценности, либо избыточный корм, не подаются ко рту. Из них формируются жгуты или, так называемые псевдофекалии, которые также выводятся из организма. Фекалии и псевдофекалии могут задерживаться на мидийных коллекторах и накапливаться на дне, образуя мидиевые илы, которые называют также биоотложениями.

Мидии и устрицы как растительноядные организмы, являются высокоэффективными преобразователями первичной (созданной растениями) продукции в животные белки. Благодаря очень короткой пищевой цепи (растения – растительноядные), рассеяние энергии, заключённой в растительной массе, сводится к минимуму в процессах трансформации пищи. А экономное преобразование растительной массы в животную, позволяет создавать на ограниченной площади большие запасы животной массы, то есть получать высокие урожаи.

#### *Дыхание (энергетический обмен).*

Дыхание – процесс обратный синтезу растительной биомассы. Растение, как известно, для синтеза органического вещества (углеводов) потребляет углекислый газ, воду и солнечную энергию и выделяет свободный кислород. В организме животного, наоборот: для разложения органического вещества потребляется кислород и, при этом, выделяется энергия, углекислый газ и вода. Но мидии могут дышать не только свободным кислородом. В бескислородной среде они способны переходить на гликолиз (извлекать энергию, расщепляя молекулы глюкозы) и не задыхаться при сомкнутых створках. А это означает, что живых мидий можно хранить определённое время и вне воды.

Дыхание, то есть насыщение крови кислородом и выделение из неё  $\text{CO}_2$ , осуществляется, главным образом в жабрах, строение которых подробно описано выше. Интенсивность дыхания, точнее потребления кислорода, зависит от физиологического состояния мидий, которое определяется сезоном года и такими факторами

среды как температура воды, концентрация корма, солёность воды, концентрация кислорода, положение мидии в друзе, а также размерами мидии и её возрастом. Молодые мидии, достигшие веса старых мидий, потребляют кислород интенсивнее старых мидий того же размера.

### 1.2.3. Экология мидий

Описание экологии мидий, а точнее, их взаимоотношений с внешней средой, в данном разделе ограничивается перечислением с (указанием оптимальных значений) наиболее существенных факторов, оказывающих влияние на жизнедеятельность взрослых животных. Влияние факторов среды на рост и развитие личинок обсуждаются в разделах, описывающих получение спата в питомнике и сбор его в море.

Влияние одного из числа наиболее сильно действующих факторов – температуры морской воды – изучать не так просто, как это может показаться на первый взгляд. Действительно, температура воды тесно связана с сезонностью, но с сезонностью связана и физиологическая активность мидий. Кроме этого, кормовая база также зависит от сезонов: она наиболее богата весной и осенью. В такой ситуации очень трудно определить чистое влияние одного из факторов, например температуры.

Установлено, что соматический рост (рост тела, но не гонад!) наиболее интенсивно протекает осенью ( $17^{\circ}\text{C}$ ), а также весной ( $15^{\circ}\text{C}$ ) и летом при более высокой температуре ( $22^{\circ}\text{C}$ ), но когда генеративный рост полностью отсутствует. Экспериментально установлено, что темпы роста мидий возрастают при увеличении температуры в интервале от  $3$  до  $20^{\circ}\text{C}$ , а при дальнейшем повышении температуры, рост резко замедляется. Сотрудниками ИнБЮМ установлено, что темпы роста достигают максимума при  $12-17^{\circ}\text{C}$ , а скорость фильтрации и, следовательно питания, при  $15-18^{\circ}\text{C}$ . Таким образом, оптимальная область температур при выращивании мидий:  $12-18^{\circ}\text{C}$ .

Другой важный экологический фактор, способный ограничивать рост мидий: состояние кормовой базы, прежде всего качественный и количественный состав фитопланктона. Лимитирование роста мидий

кормом возможно, особенно летом и зимой при выращивании мидий у открытых берегов Крыма. В северо-западной части Чёрного моря лимитирование роста нехваткой корма менее вероятно, но там возможна гибель моллюсков от кислородных заморов, случающихся на высокопродуктивных акваториях. Фермеру следует избегать акваторий, где слишком высокая продуктивность вод, благоприятствующая образованию больших концентраций фитопланктона, особенно не ценного в кормовом отношении. В бедных водах, при недостатке корма, мидии не растут и возможен даже «отрицательный рост», когда мидии худеют. Но и при избытке корма рост замедляется. Поэтому, желательно, до размещения фермы получить оценку кормовой базы и изучить её сезонную динамику. Хороший рост мидий отмечается при биомассе микроводорослей 4-6 мг/л.

При выборе места размещения фермы необходимо проследить за солевым режимом акватории. Оптимальный диапазон солёности для черноморской мидии: 12-25‰ (промилей), то есть 12-25 г солей на 1000 г воды. Если выращивать мидий у открытого берега, где солёность находится в пределах 15-18‰, изучение солёностного режима можно не проводить. Но в бухтах, особенно после дождей, солёность может оказаться слишком низкой, а в лиманах – слишком высокой. Известно, что при солёности ниже 11‰ личинки устриц не оседают на коллекторы, а при 8‰ происходит резкое замедление роста. Тот же эффект по торможению роста наблюдается и при повышении солёности до 40‰.

Среди факторов, лимитирующих физиологические функции мидий, находится и кислород, точнее его концентрация в морской воде. Выше говорилось, что мидии, используя гликолиз, некоторое время могут существовать в бескислородных условиях. Так, в экспериментах с мидиями (140 штук), содержащимися в бескислородной воде, через 5 суток погибло всего 2 особи, а через 8 суток погибло 42,2% первоначального количества. Установлено, что рост мидий замедляется, если концентрация кислорода составляет 80% от насыщения. При снижении концентрации кислорода до 40% от насыщения рост замедляется в 2,5 раза, при 10% - рост полностью прекращается. Черноморские мидии могут выносить отсутствие

кислорода в течение 7 суток, после чего, в нормальной среде, мидии восстанавливают свою активность.

Таким образом, для нормального роста мидий необходимо, чтобы концентрация кислорода была выше 80% от насыщения. Кратковременные заморы, хотя и не желательны, но допускаются.

Имеются и другие факторы, оказывающие влияние на рост мидий. Известно, например, что мидии на коллекторах образуют плотные поселения и отдельные друзы. Мидии, сидящие по краям друзы, растут в 2-2,5 раза быстрее мидий, находящихся внутри.

Скорость течения, приносящего корм, кислород и выносящего продукты жизнедеятельности, оказывает влияние на питание, рост и выживаемость мидий.

Наш опыт выращивания мидий показывает, что рост мидий определяется, прежде всего, наличием доступного корма, температурой воды и физиологическим состоянием (цикл размножения) моллюсков. Формирование урожая мидий зависит от многих факторов: первичного и вторичного оседания личинок на коллекторы, кормовой базы, температуры, отрыва части мидий, особенно крупных, во время штормов и т.д. Размеры мидий, выращиваемых на ферме в течение года, зависят от обсуждаемых факторов и, в зависимости от их сочетания, находятся в пределах 29-57 мм, но наиболее вероятные размеры лежат в диапазоне 35-40 мм.

### 1.3. Биология устриц

В настоящее время в Чёрном море можно встретить два вида устриц: местный исчезающий вид: *Ostrea edulis* (Остриа эдулис) и сравнительно недавно акклиматизированный новый, пока ещё редкий вид: *Crassostrea gigas* (Крассострея гигас). Второй вид, как устойчивый к заболеваниям, является более перспективным для устрицеводства, поэтому в книге гораздо подробнее описывается технология выращивания именно этого вида. В данном разделе приведены сведения по биологии обоих видов.

#### 1.3.1. Систематика устриц

Класс двустворчатые – **Bivalvia** Linne, 1758;

Надотряд - **Autobranchia** Globben, 1894;  
Отряд - **Cyrtodontida** Scarlato et Starobogatov, 1971;  
Семейство -**Ostreidae** Rafinesque, 1815;  
Род - **Crassostrea** Sacco, 1897; род - **Ostrea** Linne, 1758;  
Вид – **C. gigas** Thunberg, 1793; вид – **O. edulis**, Linne 1758.

Виды семейства Остриды (Ostreidae) широко распространены; географически они заселяют прибрежные зоны включительно между 65° северной широты и 44° южной широты. Устрицы обитают на глубине до 30 м, но в основном заселяют глубины до 12 м.

Согласно системы классификации по Томпсону устриц можно разделить по:

- характеристикам раковин: форме и структуре раковины, окраске и выпуклости створок, отпечатку мускула – аддуктора;
- анатомическим характеристикам: форме и размерам межстворчатой камеры, отверстиям в жабрах, расположению и строению сердца и ануса, мускула – аддуктора и мантии;
- физиологическим характеристикам: особенностям размножения, скорости и частоте открытия и закрытия створок при фильтрации, адаптации к солености и глубине обитания.

В соответствии с особенностями размножения устрицы подразделяются на две группы: инкубирующие и неинкубирующие яйца. К инкубирующим устрицам относятся моллюски, у которых оплодотворение яиц, эмбриональное и раннее личиночное развитие происходит в жаберной полости. К данной группе относятся устрицы рода *Остра*.

Неинкубирующие устрицы – это представители рода *Крассостреа*, выметывающие яйца в воду, где они оплодотворяются вне организма. Гермафродиты среди них встречаются крайне редко. Однако пол этих устриц меняется в течение жизни: инверсия пола может происходить после нереста.

При таксономическом описании устриц отмечают абиотические (физико-химические) и биотические (образуемые живыми организмами) факторы среды, от которых зависят размеры и форма устриц. Наиболее часто упоминаемые факторы – это соленость, турбулентность воды и глубина обитания.

*Описание вида Crassostrea gigas (гигантская или тихоокеанская устрица).*

Форма раковины варьирует от неправильно овальной до удлинненно-четырёхугольной, крупная с массивными вытянутыми створками. Прикрепленная, то есть нижняя (левая) створка столь же массивная и выпуклая, как и свободная (правая). Обе покрыты широкими нечеткими рёбрами. Макушки тупые, слабо выступающие. На прикрепленной створке макушка более заострена. Края створок волнистые. Мускульный отпечаток широкий. Окраска грязно-серая с фиолетовыми пятнами. Высота раковины до 180 мм, длина – до 150 мм, ширина – до 60 мм. Предельные размеры особей вида значительно больше: высота раковины достигает 900 мм (Южно – Китайское море).

*Распространение вида:* юг Охотского, Японское, Жёлтое, Восточно - и Южно – Китайское моря. Завезен на западное побережье США и распространился от Аляски до Калифорнии, а также интродуцирован на побережье Южной Америки, Западной Европы, Африки, Австралии Новой Зеландии и т.д. В Чёрное море, был завезен в начале 20 ст. и повторно - в 80-е годы 20 ст.

*Описание вида Ostrea edulis (плоская или европейская, или черноморская устрица).*

Раковина неправильно округлая или в виде искривленного овала. Прикрепленная (левая) створка более выпуклая, с неправильными, иногда раздваивающимися радиальными ребрами на наружной поверхности. Свободная (правая) створка почти плоская, гладкая или со слабозаметными радиальными морщинками, с приподнятыми в виде чешуи линиями нарастания. Макушки слабо выступающие, резко загнутые. Окраска грязно-серая, с лиловыми (на прикрепленной створке) или красно-бурыми (на свободной створке) пятнами. Длина и высота раковины до 80 мм, ширина – до 25 мм. В Черном море встречалась на глубинах 3 – 65 м, образуя скопления («устричные банки») на твердых грунтах. В настоящее время – исчезающий вид.

Замок относительно длинный и представлен двумя зубчиками с каждого края; два передних зуба немного меньше задних; лигамент внутренний и находится на уровне главной плоскости.

*Распространение вида:* Атлантическое побережье северной Европы от Норвегии до Испании, включая Данию, Германию, Голландию, Бельгию, Великобританию, Ирландию, Францию и Португалию. Населяет эта устрица и атлантическое побережье Северной Африки (Марокко), а также моря: Средиземное, Эгейское, Мраморное и Чёрное.

*Общие сведения о гигантской устрице.*

Гигантская устрица *Crassostrea gigas* происходит из морей азиатского континента. В начале 20 века она была интродуцирована на побережье Америки, Океании и Европы. В Чёрном море гигантская устрица была акклиматизирована в начале 80-х годов 20 ст. в связи с массовой смертностью местного исчезающего вида - *O. edulis*. В настоящее время гигантскую устрицу культивируют в 27 странах. В 2006 г произведено более 4,7 млн. тонн гигантской устрицы.

Продукция *C. gigas* в течение 10-ти лет составляет более 10% валовой мировой годовой продукции марикультуры (рыбы, крабов и других моллюсков). Например, в остреокультуре (устрицеводстве) Франции доминирует *C. gigas* – 150 000 тонн, тогда как продукция другого вида *Ostrea edulis* составляет менее 2 000 тонн.

Возникновение инфекционных эпизоотий неоднократно являлось лимитирующим фактором развития интенсивного культивирования устриц. Устрицеводство Франции претерпело множество эпизоотий. В течение 70 – 80 -х годов прошлого столетия продукция эндемичного (местного) вида *O. edulis* снизилась с 20000 до менее чем 2000 т, вследствие появления паразитического простейшего *Martelia refringens* (Мартелия), обнаруженного в желудке и *Bonamia ostreae* (Бонамия) – паразитического простейшего гемоцитов.

Португальская устрица *C. angulata*, интродуцированная в 1860 г. во Францию для культивирования, претерпела две эпизоотии, вызванные иридовирусом, и повлекшие массовую смертность устриц. Взамен исчезнувшей португальской устрицы, из американских и японских популяций, была интродуцирована гигантская устрица *C. gigas*. В течение периода интродукции популяции *C. gigas* возникли дополнительные эпизоотии, вызвавшие смертность других видов устриц в летний период. В конце 1970 г.

португальская устрица была полностью заменена гигантской. Современные европейские устрицеводы обеспокоены отсутствием запасного вида, которым можно было бы заменить гигантскую устрицу в случае новой эпизоотии. Культивирование гигантской устрицы осуществляется в открытой природной среде. При таком способе выращивания полный контроль за развитием устриц осуществлять не возможно, так как нет экспресс - методов контроля физико-химического состава воды, присутствия поллютантов (загрязнителей) в воде и определения качественного состава пищи. Также не возможно применение вакцин для предупреждения развития эпизоотий, поскольку у моллюсков своеобразный способ системы защиты. Необходимо развитие профилактических методов и хорошее знание агентов инфекций, что необходимо для специфической диагностики.

*Общие сведения о черноморской (или плоской, или европейской) устрице в Чёрном море.*

В конце 19-го и в начале 20 ст. город Севастополь был одним из центров устрицеводства на Чёрном море. Наряду с промыслом устриц, в Южной бухте работали два устричных завода, созданные Штолем В.А. и Витмером Б.А. в 1884 году. Мелких устриц добывали на естественных грядах и банках у Севастополя и других мест южного берега Крыма, Каркинитского залива и берегов Кавказа, подращивая их до товарного размера. Ежегодно производство товарных устриц достигало 11 – 12 млн. экз. Выращивали в основном один вид черноморской устрицы *Ostrea edulis* с более высоким содержанием мяса по сравнению с другим видом *O. lamellose*. Устриц экспортировали в крупные города России и за границу. В 30-е годы 20 ст. были проведены работы по оценке состояния устричных поселений (банок). Запас устриц промыслового размера оценивался в 12 – 15 млн. экз. Их промысел продолжался при помощи драг, разрушающих устричные банки. В 70-е годы произошло резкое снижение запасов устриц. В настоящее время устрицы Чёрного моря находятся на грани исчезновения. Считается, что гибель устриц вызвана тремя основными причинами: распространением хищника – вселенца брюхоногого моллюска рапаны (*Rapana thomasi*); интенсивной эвтрофикацией (ненормально повышенной продуктивности) моря, особенно северо-

западной части, что вызвало изменение спектра питания моллюсков – фильтраторов, питающихся микроскопическими водорослями. На фоне такого ухудшения экологических условий, распространилась раковинная болезнь устриц, вызванная морским микрогрибом *Ostracoblahe implexa*. В 1994 г. вид *Ostrea edulis* был занесен в Красную Книгу Украины. В настоящее время воспроизводство устриц в природных условиях (в Чёрном море) не возможно из-за отсутствия материнских природных поселений. Поэтому для организации устрицеводства на Чёрном море необходимо создавать специальные питомники, в которых от здоровых производителей получают жизнестойкое потомство, с применением методов селекции на устойчивость к заболеванию. Реализация схемы скрещиваний производителей, полученных в питомниках Черного и Средиземного морей, обеспечит высокую выживаемость и устойчивость к изменяющимся условиям среды.

### 1.3.2. Анатомия и морфология устриц

#### *Раковина.*

Раковина устриц, как и мидий, состоит из трех слоев: наружного, называемого «периостракумом»; среднего призматического слоя и перламутрового слоя, выстилающего раковину изнутри.

- Периостракум – это природная органическая очень тонкая пленка (1 мкм), состоящая из вещества белковой природы конхиолина. Этот слой недолговечен и у взрослых устриц он быстро изнашивается.
- Призматический слой, образованный из кристаллов кальцита, заключённых в конхиолиновой матрице. Кальцит находится в раковинах, как черноморской, так и гигантской устриц, распределен нерегулярно в форме пористых и твердых столбиков.
- Перламутровый слой представлен в виде слоев пластинок кальцита внутри тонких мембран конхиолина. Часть, где прикрепляется мускул – аддуктор называется гипостракум. Этот слой более толстый, иногда пигментированный, как у видов рода *Crassostrea* и образованный из арагонита.

Арагонит и кальцит – это различные формы кристаллов карбоната кальция.

*Мантия.*

Мантия является оболочкой, окружающей органы. Она имеет вид двух лопастей или листов, соединенных в спинной части устрицы (рис. 30).

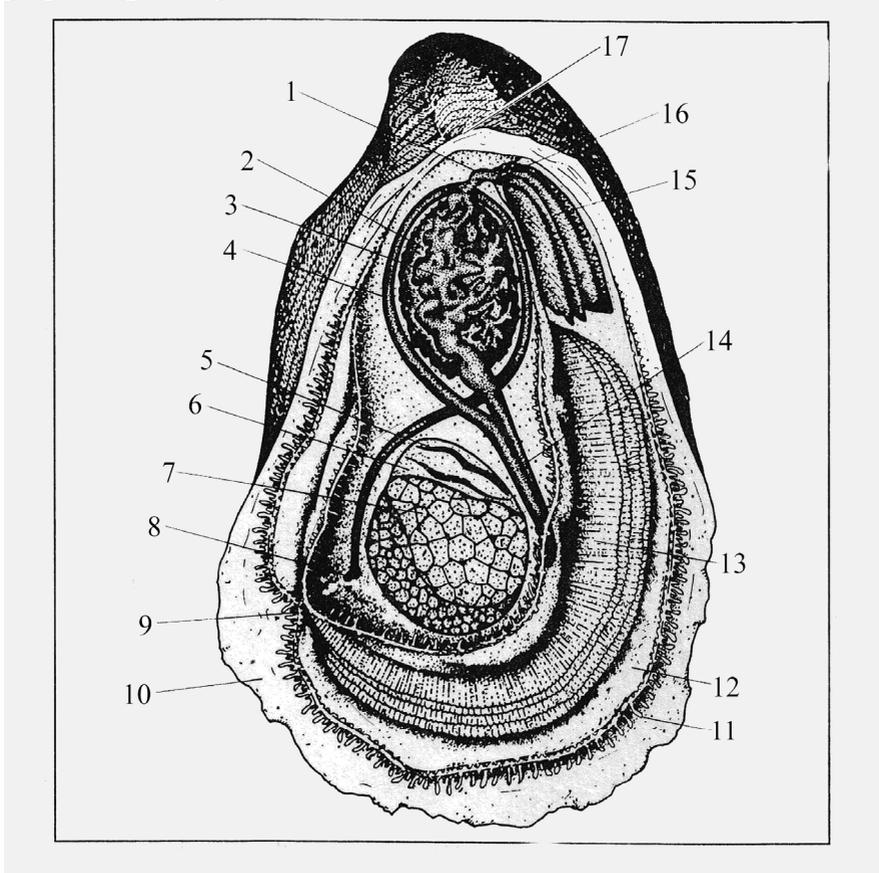


Рис. 30. Анатомическое строение взрослой устрицы (по Elston, 1990): 1 – пищевод; 2 – пищеварительная железа; 3 – желудок; 4 – кишечник; 5 – сердце; 6 – перикардиум; 7 – мускул-аддуктор; 8 – анус; 9 – слияние мантии и жабр; 10 – раковина; 11 – бахрома (щупальца); 12 – край мантии; 13 – жабры; 14 – кишка; 15 – лабиальные пальпы; 16 – рот; 17 – лигамент.

Мантия состоит из соединительной ткани и мышц, пронизанных сосудистой и нервной системами и покрыта однослойным эпителием. В крае мантии находятся пигментные, сенсорные и секреторные клетки. Последние также распределены по всей мантии.

Между основаниями жабр, висцеральной массой (то есть, массой внутренних органов) и мантией находится эпибранхиальная (или супрабранхиальная) камера. Части мантии, которые не присоединены к внутренним органам, образуют заполненное водой пространство, называемое мантийной полостью. Жабры разделяют эту полость на две части: одна часть - вентральная или входная камера, вторая часть дорзальная или выводная камера.

Различают две части мантии, которые смыкаются на переднеспинном крае, формируя так называемый цефалический капюшон, прикрывающий жабры и лабиальные пальпы. Свободные края мантии в брюшной части распределяются по контуру раковины. Пространство, расположенное между двух частей мантии называется палеальной полостью (рис. 31).

Толстый край мантии состоит из трех валиков, функции которых различны. К настоящему времени известна роль наружного валика, продуцирующего раковину. В среднем валике сосредоточены сенсорные (чувствительные) клетки. Внутренний валик регулирует поступление воды во внутримантийную полость. Все валики пигментированы. Оттенки окраски могут зависеть от среды обитания и передаются раковине. Окраска края мантии и раковины генетически детерминированы, поэтому они наследуются потомками. Кроме главной роли, которую играет мантия в формировании раковины и секреции лигамента, у черноморской устрицы она выполняет не менее важную роль, а именно: принимает участие в сохранении и защите яиц и личинок в период инкубации. Кроме секреции раковины, мантия выполняет следующие функции:

- ресничками создает ток воды, участвуя в питании и дыхании, а также выводит наружу гаметы (половые продукты);
- воспринимает и передает нервными окончаниями внешние воздействия;
- соединительная ткань мантии является местом складирования резервных веществ. Запас липидов (жиров), гликогена

(углеводов) в мантии улучшает состояние устриц и повышает их коммерческую ценность.

- в целях самозащиты секретирует слизь.

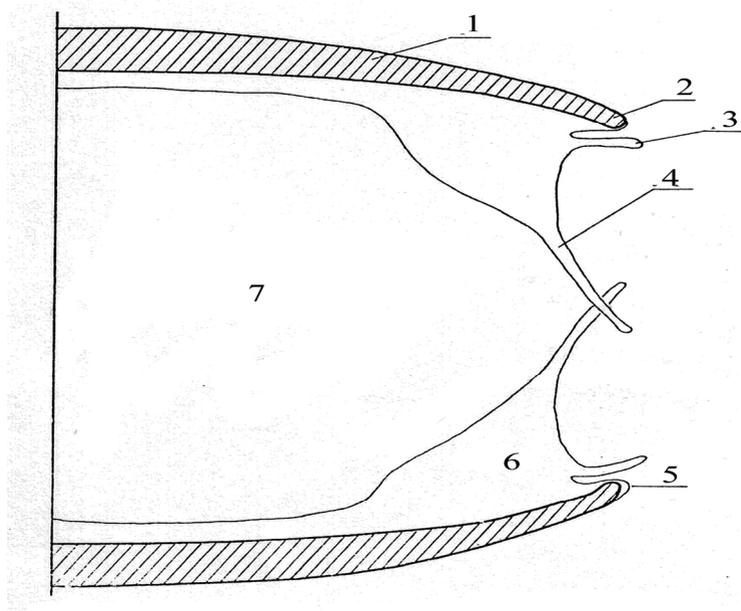


Рис. 31. Схема поперечного разреза через створку устрицы показывает расположение края мантии и палеальной полости (по Yonge, 1960): 1 – раковина; 2 – внешняя борозда; 3 – средняя борозда; 4 – внутренняя борозда; 5 – периостракум; 6 – мантия; 7 – палеальная полость.

#### *Формирование раковины. Роль мантии.*

Устрицы извлекают из морской воды и пищи кальций и другие элементы, необходимые для построения раковины. В наружном валике толстого края мантии имеются три борозды: внешняя, средняя и внутренняя (см. рис. 31). Внешняя борозда содержит клетки, продуцирующие периостракум. Минеральная часть раковин секретируется внешней стороной мантии, а также средней и внутренней бороздами края мантии. Процесс построения раковины можно наблюдать у питающейся устрицы, когда края мантии выдвигаются за пределы раковины. В формировании раковины можно выделить два четко различающихся процесса:

- секреция конхиолина специальными железами;
- кальцификация конхиолиновой матрицы.

Начальный этап – построение матрицы из конхиолина, выделяемого специальными железами. Жидкий конхиолин застывает в морской воде, образуя матрицу. В течение второго этапа на матрице адсорбируются кристаллы карбоната кальция, которые составляют свыше 90% всей массы раковины.

Рост раковины регулируется изменяющимися внешними (температурой, питанием) и внутренними (процессами, связанными с размножением) факторами. Временные остановки роста представлены так называемыми бороздами нарастания. У устриц раковина ассиметрична, так как верхняя (правая) створка более плоская, чем нижняя (левая), которая всегда более выпуклая. Створки соединены замком и лигаментом на уровне передней стороны, который продолжается до замка. Они выполняют механическую функцию соединения створок, а лигамент действует как пружина, открывающая створки во время расслабления мускула - аддуктора.

#### *Жабры.*

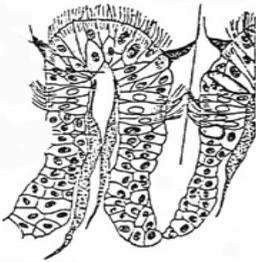
Между свободными краями мантии находятся жабры, осуществляющие функцию дыхания устриц и некоторые другие функции (см. рис. 30). В поперечном разрезе жабры имеют форму буквы “W”. Они состоят из мышечной и соединительной тканей, пронизанных пучками нервов и сосудами, по которым осуществляется приток и отток гемолимфы. Жабры являются местом, в котором кислород абсорбируется гемолимфой. Устрица не обладает биомолекулами, связывающие кислород (гемоцианином или гемоглобином), поэтому кислород, растворенный в гемолимфе, транспортируется из жабр во все органы. Жабры играют важную роль в питании: сортируют по размерам пищевые частицы, абсорбируют растворенное органическое вещество, и главное - прокачивают воду, приносящую кислород и корм.

Своим основанием жабры связаны с мантией и висцеральной массой. Каждая жабра состоит из двух пластин; пластина - из двух листов, а листы – из филламентов, расположенных параллельно. Филламенты, соединены между собой, образуя группы, придающие

жабрам вид складок. Складки включают филаменты апикальные и латеральные, соединенные в основании.

Там же находится сеть кровеносных сосудов и нервных окончаний. Число филаментов в складке разных видов устриц различное: у *O. edulis* - от 9 до 12; у *C. gigas* - от 11 до 17. Каждый филамент имеет вид эпителиальной трубочки, покрытой ресничками. Большое количество ресничек на филаментах принимает участие в сортировке пищи, поступающей с током воды. Между двумя смежными филаментами находятся маленькие оконца или остии (рис. 32), пропускающие воду в супрабранхиальную и межстворчатую полости.

Рис. 32. Остии в филаментах жабр устриц.



Размеры остий варьируют в зависимости от вида устриц: они более крупные у *O. edulis*, чем у *C. gigas*, так как должны пропускать личинок живородящих самок *O. edulis*.

Питательные частицы, поступающие с водой, фильтруются и остаются на поверхности жабр, затем направляются пульсирующим движением множества ресничек ко рту. Другие, не

пригодные для употребления частицы, оседают на мантию, обволакиваются слизью и выводятся в форме псевдофекалий через выводную камеру.

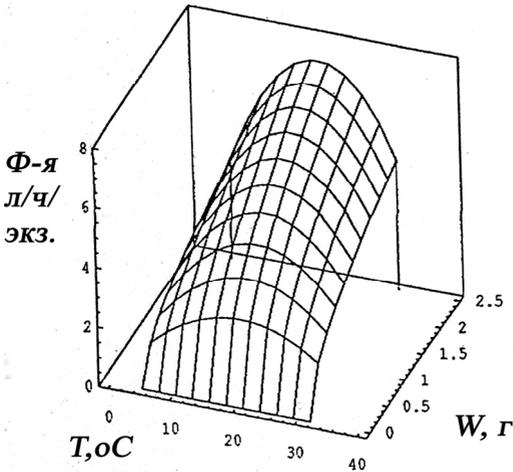


Рис. 33. Фильтрационная активность гигантской устрицы в зависимости от веса и температуры воды (по Deslous-Paoli, 1990).

У личинок гигантской устрицы

высотой раковины до 120 мкм скорость фильтрации составляет  $0,5 - 3,6 \text{ мкл}\cdot\text{час}^{-1}\cdot\text{экз}^{-1}$ ; с высотой раковины до 300 мкм – до  $100 \text{ мкл}\cdot\text{час}^{-1}\cdot\text{экз}^{-1}$ ; у молодежи весом 5 мг скорость фильтрации  $3,9 \text{ мл}\cdot\text{час}^{-1}\cdot\text{экз}^{-1}$ ; у устриц весом 800 мг –  $157,9 \text{ мл}\cdot\text{час}^{-1}\cdot\text{экз}^{-1}$  (рис. 33).

#### *Пищеварительная система.*

Устрицы являются фильтраторами, питающимися мелкими частицами (бактерии, фитопланктон, детрит и т.д.). Пищевые частицы вначале задерживаются мантией и жабрами, а в последствии направляются вдоль пальп вместе с током воды, создаваемым жабрами (см. рис. 30).

Четыре лабиальные пальпы, расположенные у ротового отверстия, покрыты ресничками. Своим основанием они прикреплены к висцеральной массе, а свободными краями касаются окончания жабр. Лабиальные пальпы передают пищевые частички в пищеварительный тракт. Частицы поступают в ротовое отверстие, расположенное между лабиальными пальпами, затем в короткий пищевод и в желудок. Желудок окружен обширным органом темного цвета – пищеварительной железой, которую иногда неправильно называют печенью. В ней протекает процесс внутриклеточного переваривания. Протоки печени открываются в желудок, поэтому при препарировании очень сложно выделить желудок неповрежденным. На стенке желудка выделяются участки, покрытые ресничками – сортирующие поля. Характерной частью желудка является кристаллический стебелек, желеобразный, ферментный стержень коричневого или желтоватого цвета, лежащий в особом слепом кармане. Он состоит из мукопротеинов (белков). Стебелек в желудке выполняет двойную роль. Вращаясь, он перемешивает и распределяет пищу, поступающую в желудок. Размеры стебелька уменьшаются по мере переваривания, так как он растворяется в слабо кислой среде желудка, а свободные ферменты трансформируются в желудочный сок и участвуют в пищеварении. Стебелек проявляет удивительные свойства растворяться, когда моллюск голоден и восстанавливаться, когда моллюск насытился. Он исчезает достаточно быстро у устриц, извлечённых из воды. Желудок продолжается в среднюю кишку, которая делает петлю и заканчивается задней кишкой и анусом. Переваривание пищи продолжается в кишечнике. Через стенки кишечника происходит

всасывание питательных веществ в гемолимфу. Задняя кишка открывается анусом в заднем отделе мантийной полости.

*Мышкул-аддуктор и другие мышцы.*

Устрица обладает массивным мышечным органом. Это мышкул – аддуктор, который, сокращаясь, закрывает створки. Он расположен на расстоянии от замка, составляющем 2/3 высоты раковины и крепко прикреплен к каждой из створок при помощи слоя специальных клеток (см. рис. 30). Мышкул состоит из двух частей: одна полупрозрачная в форме овала, другая – белая в форме полумесяца. Полупрозрачная часть обеспечивает быстрое закрывание створок, тогда как белая – оказывает противодействие лигаменту, препятствуя более широкому открытию створок, а также держит в течение долгого времени створки закрытыми. Каждая часть представляет гомогенную структуру мышечных волокон, сгруппированных в плотный пучок, заключенный в соединительную ткань. Мышечные волокна являются длинными клетками цилиндрической формы с гомогенной структурой цитоплазмы, овальным ядром и митохондриями, расположенными по периферии клетки. Гемоциты обычно наблюдаются между мышечными волокнами. Устрица также имеет множество мускульных пучков, расположенных в мантии, способных втягивать всё тело вовнутрь. Мускульные волокна в жабрах обеспечивают проток воды и циркуляцию гемолимфы. При помощи мышц, расположенных в сердце и вокруг сосудов, – продвигается и распределяется гемолимфа. Мышцы, находящиеся вокруг желудка и в ротовых пальцах, участвуют в процессе пищеварения.

### **1.3.3. Физиология устриц**

*Размножение.*

Устрицы размножаются половым путём, производители формируют гаметы либо мужские (сперматозоиды), либо женские (яйцеклетки).

Устрицу *O. edulis* относят к виду с последовательным гермафродитизмом, то есть к организмам, производящим, как мужские, так и женские гаметы в разные сезоны размножения. Например, если устрица в данный сезон нерестилась как самец, то до

наступления нереста в следующее лето, невыметанные сперматозоиды лизируются (рассасываются), а вместо них образуются женские гаметы (яйцеклетки). Однако так происходит не всегда и до сих пор не ясно, какие факторы побуждают устрицу менять свой пол.

Тип размножения гигантской устрицы можно классифицировать как примитивный с внешним оплодотворением и последовательным протандрическим гермафродитизмом. Это означает, что устрица может менять пол после нереста между двумя сезонами размножения. Для гигантской устрицы также не выявлены факторы, определяющие становление пола. Однако известен следующий факт: чем старше становится гигантская устрица, тем выше вероятность, что она будет самкой. Например, в поселениях однолетних гигантских устриц, самки составляют всего 30-40%; в поселениях двухлеток – 50-60%; среди устриц старших возрастных групп самки составляют 80-90% общего количества устриц.

Гонада (орган, в котором формируются яйцеклетки или сперматозоиды) развивается вокруг пищеварительной железы; она покрыта оболочкой из соединительной ткани и состоит из двойной системы каналов (или ацинусов), разветвленных с обеих сторон тела. Ацинусы впадают в промежуточные каналы, а затем все сливаются в один выводной канал – гонодукт. Гонодукты у *O. edulis* и у *C. gigas* имеют разную длину. Они выстланы ресничным эпителием, в котором находятся железистые, продуцирующие слизь, клетки. У видов рода *Ostrea* гонады не имеют собственных выводных протоков и гонодукты открываются в протоки почек.

Пол устриц можно определить только методом исследования гонад под микроскопом и только в период формирования гамет или же во время нереста. Половой диморфизм отсутствует, то есть внешне самцы и самки не различаются.

Годовой цикл размножения включает несколько стадий. Стадия относительного покоя приходится на зимний период - это период смены пола у *O. edulis*. Развивающиеся половые клетки получают питание от соединительной ткани, которая достигает значительного развития. Весной, при благоприятных условиях, начинается гаметогенез (развитие половых клеток). Половое созревание проходит в течение лета. В конце мая и начале июня гонада

максимально развита; она окрашена в белый или кремовый цвет, занимает до 40% объема тела (мягких тканей). Гонада прорастает в ткани висцерального комплекса и охватывает пищеварительную систему со всех сторон. Это – преднерестовая стадия. В заливе Петра Великого (Дальний Восток) период нереста гигантской устрицы протекает с июня по сентябрь. Растянutosть нереста объясняется сложными климатическими условиями и неустойчивым гидрологическим режимом в начале лета. Нерест начинается при температуре воды  $18\pm 1^{\circ}\text{C}$ . Пик нереста отмечен при температуре  $20-22^{\circ}\text{C}$ . Одна самка может выметывать десятки миллионов гамет, что необходимо для компенсации очень высокой смертности личинок. Гаметы выпускаются в воду, и там же происходит оплодотворение. Размеры яйцеклеток 50 – 55 мкм. Запасные питательные вещества в них представлены углеводами (гликогеном), белками и липидами. Через 24 ч после нереста образуется велигер D – формы, имеющий раковину и велюм – орган, служащий для питания и плавания. Начиная со стадии великонхи, у личинок сильно выражена ассиметрия раковины. Строение замкового края личинок на стадии великонхи является одним из характерных видовых признаков (рис. 34)

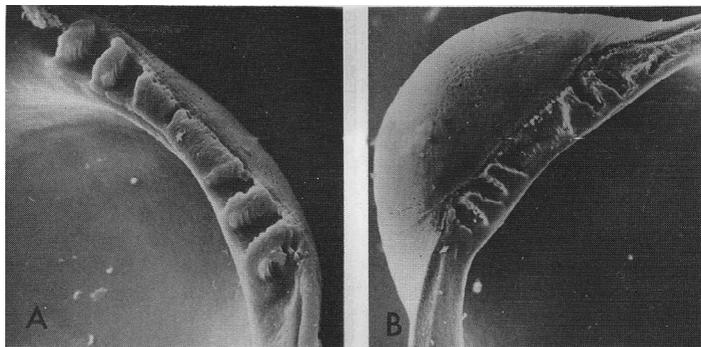


Рис. 34. Замковый край великонхи устрицы *Crassostres gigas*: А – правая створка; В – левая створка (по Chanley, Dinamani, 1980).

На стадии педивелигера (примерно через 20 дней пелагической жизни) формируется нога, которая участвует в поиске субстрата для

прикрепления. Личинки оседают при достижении размеров 320-370 мкм. После оседания у них начинается метаморфоз, сопровождающийся множеством изменений: исчезают нога и вельюм, появляются мантия и жабры.

Устрица переходит в ювенильную стадию развития. В этот период среднесуточный прирост спата составляет 100-150 мкм, а максимальный прирост отмечен в сентябре – до 1,2 мм/сут. Остаток жизни устрица остаётся зафиксированной на субстрате (рис. 35, 36). На ювенильной стадии возможно вторичное прикрепление (срастание устриц в друзу) при помощи вещества, выделяемого краем мантии. Взрослой стадии гигантская устрица достигает к первому нересту, что происходит в следующий год после оседания.

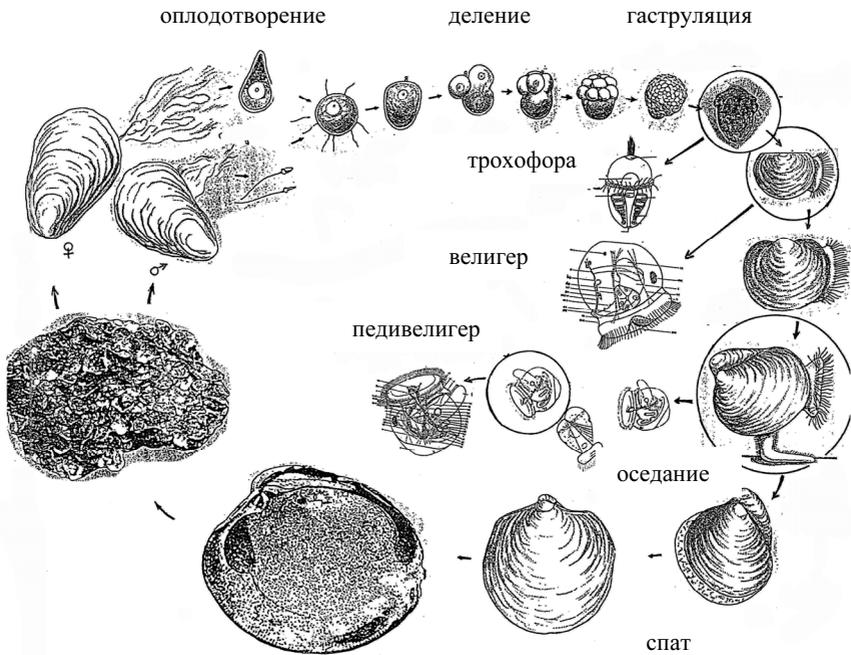


Рис. 35. Схема жизненного цикла гигантской устрицы (по Р. Mollo, 1990).

Самка

самец

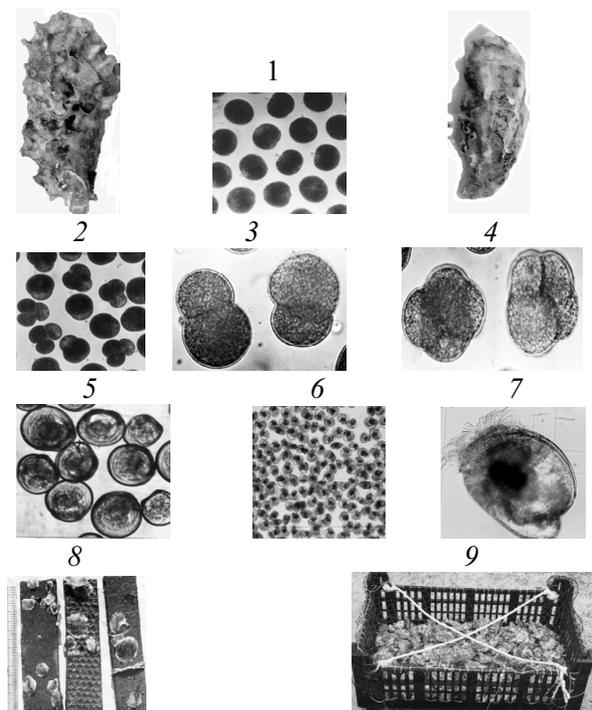


Рис. 36. Жизненный цикл гигантской устрицы *Crassostrea gigas*: 1 - оплодотворенные яйцеклетки и выделение первого и второго направительных телц; 2 - образование первой полярной лопасти; 3 - первое митотическое деление, 2 blastomera; 4 - 4 blastomera; 5 - велигеры и ранние великонхи; 6 - великонхи; 7 - педивелигер; 8 - спат на пластинках шифера; 9 - выростной садок с устрицами.

Плодовитость черноморской устрицы довольно ограничена, так как она «личинкородящая». При нересте яйцеклетки выделяются в супрабранхиальную полость, а не в воду, как у *C. gigas*, что связано со строением гонодукта (рис. 37).

Сперматозоиды выделяются в воду с током воды и затем проникают к яйцеклеткам в жаберную полость, где и происходит оплодотворение, эмбриональное и личиночное развитие. Через 10-12

сут. после оплодотворения личинки на стадии сформированного велигера размерами 165 - 170 мкм выпускаются самкой пульсирующим движением створок (рис. 38)

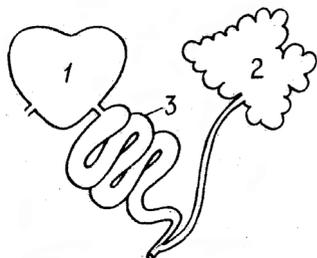


Рис. 37. Взаимоотношения перикарда (1), гонад (2) и почек (3) у *Ostrea*, (по Mackie, 1984).

За период развития личинок самка множество раз открывает и закрывает створки для фильтрации. При этом ни оплодотворенные яйцеклетки, ни недоразвитые личинки самкой не выпускаются, (кроме самок, пораженных раковинной болезнью, у которых могут происходить abortивные выметы эмбрионов и личинок).

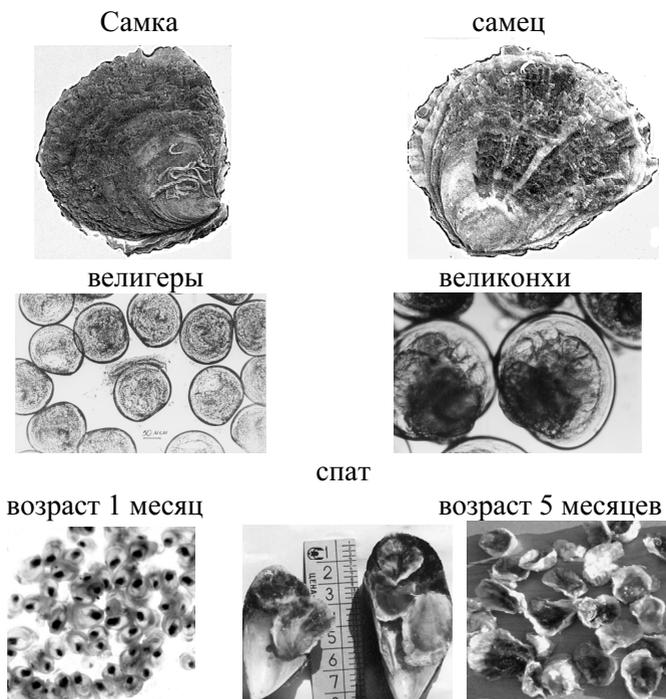


Рис. 38. Жизненный цикл черноморской устрицы *Ostrea edulis*.

В этом большую роль играют жабры и мантия (см. рис. 32). Соседние филламенты жабр, образующие остии, покрыты ресничками, направленными в сторону супрабранхиальной полости, что не препятствует току воды внутрь полости, но задерживает личинок. Через остии фильтруется вода, а при помощи ресничек, расположенных на филламентах, происходит отбор корма, необходимого для питания велигеров. “Роение” или выпуск сформированных велигеров происходит многократно в течение 5-6 дней, из-за асинхронного роста личинок. Сортировка их по размерам осуществляется как жабрами, так и внутренней складкой края мантии. После выхода личинок в воду продолжительность планктонных стадий, в зависимости от температуры воды и наличия доступного корма, составляет от 3 до 4 недель. Строение замкового края личинок черноморской устрицы *O. edulis*, как у всех двустворчатых моллюсков, является характерным видовым признаком (рис. 39).

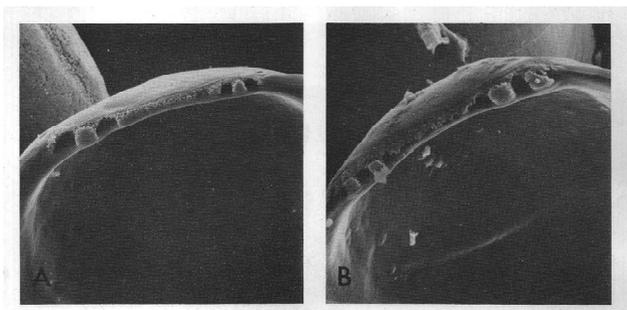


Рис. 39. Замковый край великонхи устрицы *Ostrea edulis*: А – правая створка; В – левая створка.

*Гаметогенез и мейоз у гигантской устрицы Crassostrea gigas.* Этот раздел написан не для морских фермеров, а для биологов, которые будут производить в питомниках устричную молодь, для чего им потребуются более глубокие знания процессов, связанных с размножением устриц.

В репродуктивном цикле *C. gigas* выделяют три периода: гаметогенез, нерест и посленерестовую перестройку. Мейоз происходит во время гаметогенеза, в процессе созревания половых клеток. Подробно изучены процессы размножения гигантской устрицы, как в Чёрном море, так и в местах естественного обитания.

Начало и продолжительность этих процессов зависит от экологических условий, прежде всего температуры воды, питания и условий содержания.

Состояние зрелости гонад изучают, как гистологическим методом, так и на мазке гонад под микроскопом. В процессе гаметогенеза устриц выделяют четыре стадии:

1. Относительного покоя. Гонады тонкие, прозрачные; соединительная ткань максимально развита. В ацинусах – недифференцированные половые клетки (гонии), ооциты периода малого роста (у самок) и сперматоциты I (у самцов).

2. Начала гаметогенеза. Гонады слабо заполнены. В ацинусах самок в основном ооциты периода малого роста; у самцов – сперматоциты I и сперматоциты II.

3. Активного гаметогенеза. Гонады средней наполненности, белые. На мазке гонад самок – ооциты периода большого роста грушевидной формы; у самцов - сперматоциты II и сперматиды.

4. Преднерестовая. Гонады достигают максимального размера, плотные, белые. В гонадах самок – в основном свободные ооциты периода большого роста с ядрами. На мазке гонад самцов – сперматиды и спермии.

После нерестового периода, который начинается в июне при температуре воды 18°C и продолжается до середины августа (при 23°C) и кратковременного периода посленерестовой перестройки, у гигантской устрицы начинается период гаметогенеза, продолжающийся в течение сентября-мая (табл.7).

В конце августа на ранних стадиях гаметогенеза (1 и 2 стадии) было обнаружено 27% самцов. И только в ноябре – примерно такое же количество самок. В этот период стадию активного гаметогенеза (3-я стадия) проходило 19% самцов и 7% самок. В декабре доля моллюсков на этой стадии увеличилась примерно вдвое. Сходное соотношение сохранилось в феврале месяце. В марте, при повышении температуры воды и интенсивном развитии фитопланктона, активизировались процессы гаметогенеза. В апреле гонады устриц в основном находились на поздних стадиях гаметогенеза; на преднерестовой стадии – по 20% самок и самцов. В мае месяце синхронность спермато- и оогенеза была максимальной: все устрицы проходили преднерестовую стадию.

Таблица 7. Доля (в %) устриц *Crassostrea gigas* на разных стадиях репродуктивного цикла в течение 2003-2004 гг.

Ме- сяц	Кол - во, экз.	Н, мм	Г а м е т о г е н е з								Нерест		Пнп
			1		2		3		4		5		6
			♀ ♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀ ♂	
XII	14	51- 89	11	21	26	15	27	0	0	0	0	0	
II	40	25- 53	15	20	28	10	27	0	0	0	0	0	
III	18	31- 51	28	28	0	6	6	11	21	0	0	0	
IV	20	34- 59	0	10	10	10	30	20	20	0	0	0	
V	40	39- 86	0	0	0	0	0	45	55	0	0	0	
VI	19	39- 78	0	0	0	0	0	0	0	32	68	0	
VIII	15	48- 80	20	0	7	0	0	7	0	27	13	26	
XI	14	62- 76	9	19	39	7	19	0	0	0	7	0	

Примечание: Пнп – стадия посленерестовой перестройки

Следовательно, мейоз в мужских половых клетках устрицы продолжался около 8 месяцев: начинался он в октябре и заканчивался в мае на преднерестовой стадии гаметогенеза. Продолжительность оогенеза равна продолжительности профазы первого мейотического деления. В период малого и частично большого роста ооцитов происходит накопление питательных веществ в цитоплазме, поступающих через стенку гонады (процесс вителлогенеза). И только после окончания профазы мейоза ооциты свободно расположены в просвете ацинусов. Рост ооцитов

представляет собой подготовку к предстоящему после оплодотворения дроблению без роста.

Мейоз изучали на временных давленных препаратах неоплодотворенных и оплодотворенных яйцеклеток при помощи микроскопа МБИ-6, просматривая по 100 объектов. Фиксацию проводили с интервалом в 5 мин. в этанол-уксусном фиксаторе (3:1). Окрашивали в 2% ацетоорсеине в термостате при 37°C в течение 30 мин., затем еще 30 мин. при комнатной температуре. Клетки, находящиеся на определенных стадиях мейоза, подсчитывали отдельно и определяли их процент от общего числа клеток в пробе. Продолжительность отдельных стадий определяли по времени между первыми появлениями последовательных стадий. Относительную продолжительность – как отношение продолжительности отдельных стадий к продолжительности мейотических делений, начиная с момента слияния гамет.

При стимуляции нереста устриц вымет яйцеклеток (правильнее: ооцитов 1-го порядка) происходит на стадиях прометафазы (наблюдается ядро) и метафазы I (без ядра). Ядерная оболочка вскоре исчезает, и на стадии метафазы I яйцеклетки находятся в воде до оплодотворения (рис. 40).

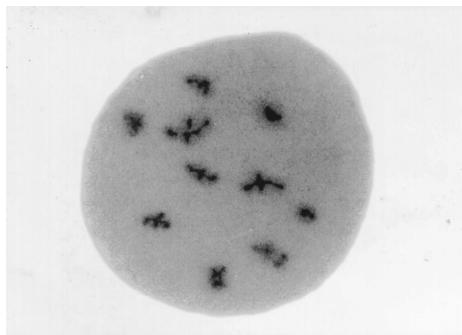


Рис. 40. Метафаза I в неоплодотворенной яйцеклетке гигантской устрицы (x 1000).

На метафазной пластинке видны 10 бивалентов. Размеры их варьируют от 2,88 до 7,99 мкм. Диплоидное число хромосом у устрицы *C. gigas* – 20 хромосом. Проникновение сперматозоида в яйцеклетку

возобновляет процесс мейоза у гигантской устрицы. Показано, что кроме хромосом, сперматозоид вносит в яйцеклетку и свою центриоль, которая, соединяясь с центриолью яйцеклетки, образует полюса деления. Если концентрация сперматозоидов во время оплодотворения превышает оптимальные значения, то наблюдается полиспермия, которая приводит к образованию многополюсных

митотических центров. Деление хромосом при этом неравномерное и эмбрион погибает на ранних стадиях развития.

Нерест гигантской устрицы, как в Японском, так и Черном море происходит в июне-августе при температуре воды 18-23°C. При этой температуре заканчивается мейоз в оплодотворенных яйцеклетках. На рис. 41 представлена динамика стадий мейоза в оплодотворенных яйцеклетках гигантской устрицы при указанных значениях температуры.

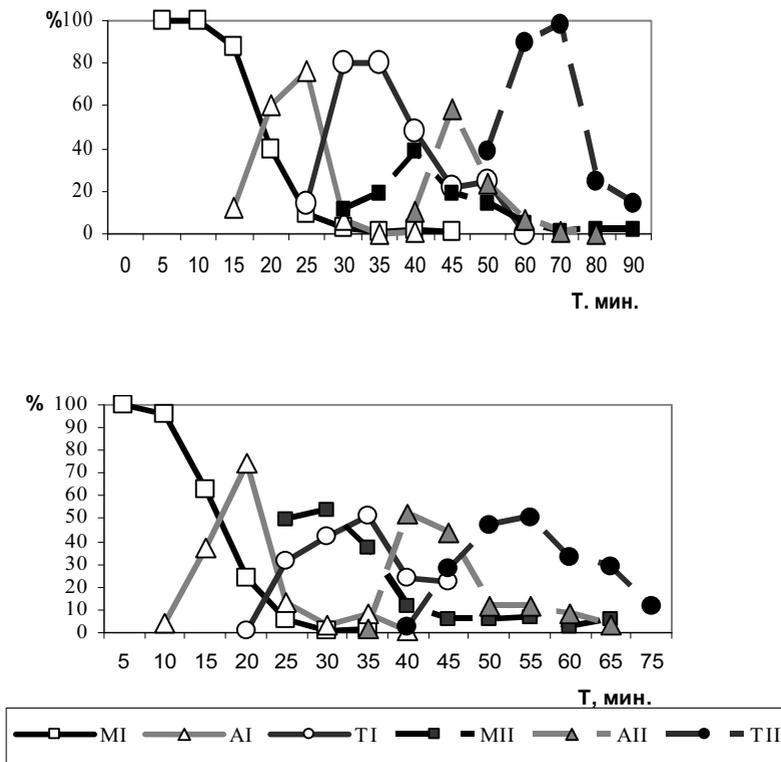


Рис. 41. Продолжительность мейоза в оплодотворенных яйцеклетках гигантской устрицы *Crassostrea gigas* при температуре воды 18 и 23°C (пояснения в тексте).

Продолжительность мейоза у *C. gigas*, начиная с момента слияния гамет и до появления в пробах стадии телофазы II, в 1,29 раза больше при температуре 18°C (45 мин.), чем при 23°C (35 мин.). При низком значении температуры происходит замедление процессов первого мейотического деления в 1,25, а второго – в 1,33 раза. Продолжительность MI и AII увеличивается на 5 мин. по сравнению с таковым при температуре 23°C. Относительная продолжительность отдельных стадий мейоза (в долях от продолжительности всего цикла деления) при 18°C составила: MI – 0,33; AI, MII и AII – 0,22; TI – 0,11; при 23°C: MI, AI и MII – 0,29; TI и AII – 0,14.

Отмечены сходные величины относительной продолжительности как первого, так и второго мейотических делений при изучаемых уровнях температуры: 0,55 и 0,57; 0,44 и 0,43. Для мидии *Mytilus galloprovincialis* также определены аналогичные значения.

При получении полиплоидов максимальная встречаемость яйцеклеток на стадиях AI и AII имеет важное значение. При 18 и 23°C максимальное количество яйцеклеток, проходящих анафазу I (76,3 и 74,7%) было отмечено на 25 и 20 мин.; анафазу II (58,4 и 51,7%) – соответственно на 45 и 40 мин.

Поскольку продолжительность анафазы первого и второго мейотических делений больше при температуре 18°C, чем при 23°C, то следует ожидать большего выхода полиплоидов при более низкой температуре.

В отличие от мейоза в мужских половых клетках, в результате мейоза в ооцитах образуется только одна половая клетка, а другие – полярные тельца. Выделение полярных телец происходит вскоре после окончания TI и TII, т.е. соответственно через 15 и 45 мин. после оплодотворения при 23°C. У гигантской устрицы не наблюдается деления первого полярного тельца. Второе полярное тельце выделяется непосредственно под первым. С момента оплодотворения и до интерфазы митоза мужской геном находится в цитоплазме яйцеклетки. На препаратах – это сильно окрашенная глыбка хроматина, размеры которой увеличивались в течение мейоза. На стадии телофазы II уже были различимы отдельные переплетенные хромосомные нити. Слияние женского и мужского геномов происходит на стадии интерфазы митоза, которая

начинается через 65 и 55 мин. после оплодотворения соответственно при 18 и 23°C.

Таким образом, продолжительность сперматогенеза гигантской устрицы составляет примерно 9 месяцев (с сентября по май), а мейоз в сперматоцитах продолжается до 8 месяцев. Аналогичная продолжительность профазы в ооцитах. Вымет яйцеклеток происходит на стадиях прометафазы и метафазы I. Наблюдается прямая зависимость продолжительности каждой стадии мейоза в оплодотворенных яйцеклетках от температуры воды. Относительная продолжительность аналогичных стадий мейоза при 18 и 23°C существенно не отличается.

*Система циркуляции (кровообращения).*

Устрицы, как и мидии, обладают циркуляторным аппаратом полуоткрытого, (лакунного) типа (рис. 42).

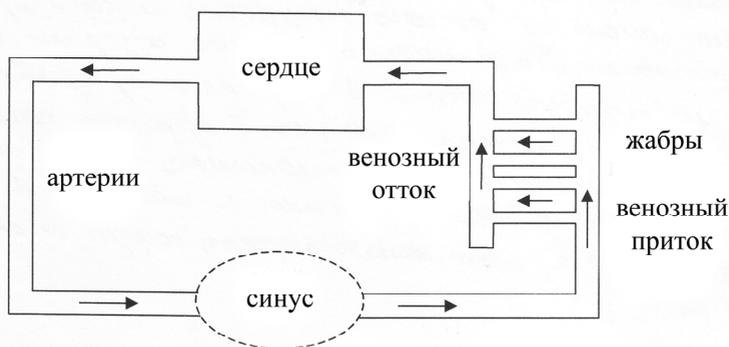


Рис. 42. Схема системы кровообращения у двустворчатых моллюсков (по Cheug, 1981, модификация Gagnaire, 2002).

Система циркуляции жидкости постоянно контактирует с окружающей средой. Сердце находится напротив мускула – аддуктора в перикардиальной полости. Оно состоит из одного желудочка и двух предсердий. Желудочек прокачивает гемолимфу в передние и задние аорты.

Гемолимфа затем поступает и циркулирует в артериях и артериолах, потом в синусах разного размера, заключённых в органах и напрямую контактируют с гемолимфой. Очищенная в

почках, гемолимфа направляется к жабрам, насыщается кислородом и по отточным сосудам течет к предсердиям.

#### *Механизмы защиты.*

Раковина и мантия представляют собой единый защитный механизм против агрессивной внешней среды. Группы чувствительных клеток, расположенных по всей длине края мантии, сигнализируют о возникающей опасности, и раковина закрывается. При открытой раковине мантия участвует в фильтрации воды и сортировке взвеси, отбрасывая слишком крупные частицы.

Иммунная система устриц не адаптирована, так как она лишена, так называемой, иммунной памяти (лимфоидных клеток и антител). Тем не менее, устрицы обладают механизмами определения чужеродных тел по принципу «свой – чужой».

#### *Функционирование иммунной системы.*

Гематоциты – форменные элементы гемолимфы - находятся в кровеносной системе (в сердце, артериях, венозных синусах и венах) и в кровеносных лакунах органов, а также просачиваются в ткани. Однако место и процесс образования гематоцитов до сих пор остаются неизвестными. У двустворчатых моллюсков описаны два больших типа гематоцитов: гранулециты, агранулециты или гиалиноциты. Гематоциты выполняют следующие функции:

- агрегация: образование конгломератов клеток (основа гемостатики) для обратимых состояний при возбуждениях;
- присоединение и перемещение на инертный или не инертный субстрат: явление, которое имеет отношение к агрегации по восстановлению поврежденных тканей или раковины;
- пластичность: гематоциты могут быть сферической или амебоидной формы с выдвинутыми псевдоподиями, что облегчает их перемещение;
- хемотаксис: гематоциты реагируют на вещества, продуцируемые чужими организмами или поступающими через раны, либо при воспалениях мягких тканей устрицы;
- репарация (заживление) ран: инфильтрация к поврежденным тканям, фагоцитоз осколков клеток, и восстановление эпителия;

- восстановление раковины путём переноса кальция и протеинов к поврежденным участкам, и дальнейшего депонирования этих элементов в места повреждений;
- секреция - экскреция: синтез большинства гидролитических ферментов, цитотоксических молекул; веществ, участвующих в гомеостазе; веществ, корректирующих ответ иммунитета на стресс или воспаление;
- механизмы защиты;
- пищеварение и транспорт питательных веществ.

*Клеточный иммунитет.*

Известно, что гемоциты играют важную роль в защитных функциях устриц. Выделяют три важных этапа в осуществлении защитного процесса: проникновение, фагоцитоз и инкапсуляция. Проникновение сопровождается концентрацией гемоцитов в месте повреждения или инфекции. Далее происходит образование агрегатов из гемоцитов, замена поврежденных тканей на удлиненные гемоциты, складирование коллагена, элиминация некротических тканей фагоцитарными гемоцитами и реставрация строения нормальной ткани.

*Гуморальный иммунитет.*

Известен комплекс веществ, нейтрализующих патогенные агенты, токсины или загрязнители:

- гидролитические энзимы - ответственны за лизис внутри клетки или во внеклеточном пространстве;
- белки стресса (шок – протеины) повышают возможность клеток выдерживать изменяющиеся внешние условия;
- синтез NO, катализируемый продуктом оксида натрия, выступает антибактериальным агентом;
- пероксидазы являются механизмом перекисного окисления;
- молекулярные цитотоксины и известные подобные им трансферины и лактоферины ингибируют патогенных агентов.

У *S. gigas* и *O. edulis* не известен ни один антимикробный белок. Описаны лишь некоторые типы молекул, отмеченные в гемолимфе устриц, которые проявляют антибактериальную и антивирусную

активность. Механизмы детоксикации направлены на воздействие металотионина и гликопротеинов – Р, проникающих через мембраны, для элиминации поллютантов или токсинов у устриц.

*Патогенные агенты и смертность.*

Наблюдаемая смертность среди выращиваемых и «диких» устриц может происходить от самых разных причин. Например, смертность может вызываться резкими изменениями в окружающей среде: резкое или длительное понижение солёности, резкое понижение или повышение температуры воздуха во время отлива или подъёма устриц из воды; кислородные заморы; отравление токсичным фитопланктоном, сероводородом, аммиаком; заиливание, либо сильное обрастание устричных садков, а также при длительном недостатке пищи. Причины смертности могут быть и чисто биологическими (физиологическими): ослабление устриц в процессе зимовки; после размножения; от воздействия хищников, особенно рапаны (рис. 43) и, конечно, от болезней, провоцируемых возбудителями болезней и паразитами.

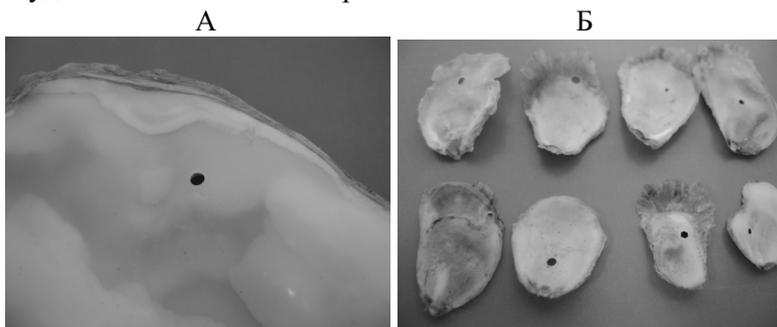


Рис. 43. Раковина гигантской устрицы (А) и раковины спата черноморской устрицы (Б) просверленные рапаной.

Нередко неблагоприятные факторы совпадают: размножение при неудовлетворительной кормовой базе, слишком высокой температуре воды с пониженной концентрацией кислорода и плохой промываемостью садков. Поступление больных или поражённых паразитами моллюсков также способствует распространению болезней.

Устрицы могут погибнуть в результате человеческой деятельности, например от одноразового или случайного слива в воду токсичных веществ, или от постоянного воздействия стоков хозяйственно-бытовой, промышленной, сельскохозяйственной и прочей (обработка лесных массивов на побережье, применение противообрастающих красок и т.д.) деятельности.

Смертность устриц может возникнуть на перегруженных моллюсками фермах, от неправильного хранения в воде запаса устриц, подготовленного для реализации.

Большинство случаев необычной смертности наблюдалось как у *C. gigas*, так и у *O. edulis* и было обнаружено большое количество патогенных агентов (возбудителей болезней). Описание патогенных агентов для коммерческих моллюсков представлено в “Synopsis of Infectious Diseases and Parasites of Commercially Exploited Shellfish” (Bower et al., 1994; Bower & McGladdery, 2003).

*Паразиты и возбудители болезней.*

*Mikrocytos mackini* - обнаруживается в соединительной ткани. Болезнь развивается весной и проявляется присутствием точек серого цвета на мантии и на лабиальных пальцах. При изучении на гистологических препаратах содержимого капсул с паразитами, находящимися в соединительной ткани или мышцах, обнаружены гемоциты, объединенные в интенсивные инфильтраты. Этот паразит описан в Канаде и вызывает смертность до 15 – 35% устриц. Он представляет опасность для большинства двустворчатых моллюсков.

*Haplosporidium nelsoni* – паразит американской устрицы *Crassostrea virginica*, который вызывает их гибель вследствие прогрессирующей деструкции эпителия желудка. Этот паразит был отмечен также у *C. gigas*, но смертность не вызывал.

*Marteilioides chungmuensis* - паразит, который находится в цитоплазме ооцитов *C. gigas*, лимитируя выращивание устриц в Корее и Японии, где уровень поражения достигает 40-70%. При сильной инфекции, происходит некроз ооцитов. Без сомнения, смертность приносит коммерческий убыток и отрицательно отражается на воспроизводстве популяции.

*Mytilicola orientalis* – копепода (ракообразные), прикрепляется к внутренним перегородкам и может вызывать модификацию структуры и (или) формы клеток. При сильном поражении (более 5

паразитов на устрицу), устрица ослабевает вследствие уменьшения запасов гликогена. Болезнь заканчивается гибелью моллюска.

Раковина устриц может быть повреждена полихетами из рода *Polydora* (рис. 44) или губкой рода *Cliona*. Эти повреждения не вызывают смертность устриц, но уменьшают индекс кондиции (содержание мяса) и, следовательно, снижают коммерческую привлекательность моллюсков.



Рис. 44. Створка гигантской устрицы, поврежденная полихетой *Polydora ciliata*.

В пораженные паразитами устрицы часто поселяются инфузории, чтобы поживиться бактериями, которыми богаты ткани умирающей устрицы, поэтому в некоторых случаях определить вид истинного возбудителя очень трудно. При высоких уровнях смертности (50%), в пищеварительном тракте *C. sikamea* и *C. gigas* находили одинокие потенциально патогенные реснитчатые организмы (одноклеточные).

Обнаружены и описаны и другие паразиты, которые не так часто встречаются в устрицах: - это трематоды (*Bucephalus* sp. и *Gymnophalloides* sp.) на стадии метацеркарий; копеподы, паразитирующие на жабрах и могут быть опасными в случае сильной инфекции; крабы (*Pinnotheres pholadis*), обитающие между складками мантии, не нанося повреждений хозяину, но уменьшают коммерческую ценность устриц; грегарины (*Nematopsis* sp.), которые представлены в жабрах на различных стадиях; турбеллярии, обитающие в межстворчатой полости устрицы, не патогенны для устриц; нематоды, которые обнаружены в гонадах.

#### *Вирусы.*

Вирусные инфекции ответственны за высокую смертность гигантской устрицы. Иридовирус считается причиной исчезновения на французской литорали, так называемой португальской устрицы *C. angulata*. Первая эпизоотия, названная жаберной болезнью, распространилась в популяции *C. angulata* в 1967 году. Первыми симптомами были желтые пятна на жабрах. Сходные образования

были обнаружены на лабиальных пальпах, по краю которых было множество некротических повреждений и гигантские клетки с вириоплазмой. Вторая эпизоотия, названная гемоцитарной болезнью, отмечена в 1970 г. во многих популяциях *C. angulata*. Никакой специфический макроскопический симптом не ассоциировался с этой инфекцией, вызывающей ослабление мускула – аддуктора. Повреждениями гистологического характера являются интенсивная инфильтрация гематоцитов в соединительной ткани и присутствие атипичных гематоцитов, содержащих вириоплазму. После прекращения массовой гибели устриц, поиски причин болезни были закончены и агент, вызывающий болезнь, не был выделен. *C. gigas* оказалась резистентной к этой патологии, поскольку её смертность не наблюдалась в популяциях, расположенных в непосредственной близости к популяциям *C. angulata*, и подвергшихся этой эпизоотии.

Болезнь велюма, вызванная иридовирусом, описана для личинок устриц, культивируемых в питомнике. Общие потери достигали 50%. Болезнь характеризуется уменьшением плавательной активности личинок и их сосредоточением у дна. Повреждения обнаруживаются в эпителии велюма, жабр и мантии.

Первое описание герпесвируса у двустворчатых моллюсков датируется 1972 г. Этот вирус вызывал до 50% смертности при температуре воды 28-30°C, тогда как при 12-18°C смертность личинок составила только 18%. Он был обнаружен при помощи трансмиссионного электронного микроскопа. В 1992 г. вирус (тип герпеса) стал причиной высокого уровня смертности личинок устрицы *C. gigas*, выращиваемых в питомнике Новой Зеландии и Франции.

В течение 1993 – 1995 и 2008 гг. была отмечена высокая смертность (80 – 90%) спата *C. gigas*, выращенного в питомниках, по причине поражения вирусом (тип герпеса OsHV1). Болезнь проявлялась в виде лизиса соединительной ткани мантии и велюма у личинок, мантии и жабр – у спата (устричной молодежи). В клетках повреждался хроматин, который выглядел конденсированным. Частицы вирусов наблюдались в ядре и цитоплазме инфицированных клеток. При инфекции, вызванной вирусом типа паповавирус, индуцируется гипертрофическое развитие гамет и эпителия. Этот вирус реплицируется в ядре клетки хозяина.

### Бактерии.

Болезнь лигамента и замка у ювенильных устриц *C. gigas*, вызываемая бактерией рода *Cytophaga*, заканчивается массовой гибелью (70-90% за неделю) в результате некроза ткани мантии. Болезнь сопровождается потерей структуры и механической целостности лигамента и замка.

Бактерии, относящиеся к родам *Chlamydia* и *Rickettsia*, обнаружены в *C. gigas* в форме микроколоний в эпителиальных клетках жабр, желудка и мантии. Обычно, инфекции слабой интенсивности не приводят к смертности.

У спата (размером 1-8 мм), выращенного в интенсивной культуре, описаны случаи высокого уровня смертности в результате образования абсцесса, расположенного на внутренней поверхности раковины, соприкасающейся с мантией. Когда мантия лизируется развивающимися бактериями, болезнь заканчивается гибелью моллюска. Бактерии, вызывающие эту болезнь, не идентифицированы.

### Грибы – паразиты.

Гриб *Ostracoblabe implexa* развивается в раковинах многих видов устриц (*Ostrea edulis*, *Saccostrea cucullata*, *C. gigas*, *C. angulata*). Однако устрица *C. gigas* является более устойчивой к заболеванию. Болезнь представлена двумя стадиями. На первом этапе под перламутровым слоем появляются белые пятна, которые затем распространяются в виде облака и обнаруживаются только при вскрытии раковины (рис. 45).

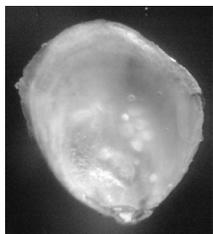


Рис. 45. Раковина спата черноморской устрицы, пораженная грибом *Ostracoblabe implexa*: 1-я стадия болезни.

Вторая стадия может быть обнаружена по внешним признакам, например по хрупкости ростового края раковины. При вскрытии таких особей или гибели устрицы видны наросты, камеры и темные пятна на внутренней части раковины (рис. 46). Если на первой стадии болезни физиологические функции моллюска изменяются незначительно, то на втором этапе уменьшается объем межстворчатой полости, происходит похудение моллюска, деструкция аддуктора, а у самок – абортивные выметы яйцеклеток

или несформированных велигеров. Пораженные устрицы более восприимчивы к изменениям экологических факторов, малоустойчивы к другим заболеваниям. Грибом могут быть поражены устрицы разного размера, в том числе и спат. Болезнь ограничивается раковиной, но гриб может прорасти к мантии, что вызывает дополнительную выработку конхиолина. Если инфекция достигает зоны прикрепления мускула или замка, то раковина перестает смыкаться и устрица погибает.

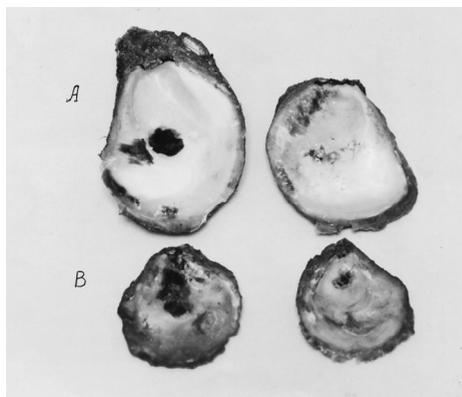


Рис. 46. Створки черноморских устриц, пораженные грибом *Ostracoblabe implexa*: А – *Ostrea lamellosa*; В – *Ostrea edulis*, 2-я стадия болезни.

Определен температурный оптимум для размножения гриба-паразита – это температура воды 20-22°C в течение 14 дней. При таких значениях температуры происходит нерест

черноморских устриц. Споры гриба сохраняются продолжительное время на пораженных створках мертвых устриц. Слабое течение воды благоприятствует закреплению спор.

О распространении раковинной болезни среди устриц *O. edulis* в Чёрном море стало известно в конце 70-х г. XX ст. Болезнь была выявлена в Егорлыцком, Джарылгачском, Каркинитском заливах и в озере Донузлав, т. е. в районах сосредоточения основных запасов устриц. Количество заболевших моллюсков в Джарылгачском заливе за период с 1980 по 1984 гг. возросло с 38 до 72%, а в Егорлыцком заливе живых особей не удалось найти. Было установлено, что устриц из Каркинитского и Джарылгачского заливов нельзя использовать в качестве производителей, так как с молодью переносится болезнь раковины. Однако отмечалось, что еще в начале 70-х годов численность вида резко снизилась. В северо-западной части Чёрного моря с 1973 по 1975 гг. природные запасы устриц сократились в 9 - 11 раз. Вид *O. edulis* был включен в Красную Книгу

Украины (Червона Книга, 1994), а его статус отнесен к категории видов, находящихся под угрозой исчезновения. В настоящее время лишь в некоторых местах сохранились разреженные поселения устриц. В 2008 г в озере Донузлав возле поселка Новоозерный на камнях, расположенных на глубине от 0,5 до 5,0 м, были найдены устрицы. Однако все они были поражены раковинной болезнью (данные авторов).

Раковинная болезнь устриц в Чёрном море развилась и распространялась на фоне резко изменившихся условий окружающей среды. В 70-е годы, по сравнению с 60-ми, в северо-западной части моря концентрация нитратов и фосфатов возросла соответственно в 8,4 и 17 раз. Как следствие – биомасса микроводорослей увеличилась в 18 раз, а в следующее десятилетие – еще в два раза. Изменился видовой состав фитопланктона, входящий в спектр питания устриц. Площадь зон “цветения” воды в море увеличилась на порядок величин. Сильная эвтрофикация прибрежных вод стала причиной заморных явлений у дна на глубинах до 35 м – мест обитания моллюсков – фильтраторов. Возросший уровень пестицидов в морской воде оказал негативное влияние на всё население Чёрного моря, кроме водных грибов, у которых под воздействием ДДТ и его производных увеличивается проницаемость клеточных оболочек для различных питательных веществ, что обеспечивает интенсивный рост мицелия.

Меры профилактики раковинной болезни устриц:

- расположение устричных хозяйств в местах с достаточно интенсивным водообменом;
- в летний период предусмотреть заглубление садков и коллекторов с устрицами, где температура воды не поднимается выше 19°C;
- периодическая чистка устричных садков от больных и мертвых пораженных особей;
- в сентябре - октябре проведение чистки раковин устриц от обрастателей и промывание их пресной водой;
- не использовать устричные створки в качестве субстрата для оседания молоди устриц в питомнике.

## 1.4. Биология одноклеточных водорослей

Кормовые объекты мидий и устриц – одноклеточные водоросли - это низшие, то есть слоевищные (лишенные расчленения на стебель и листья) споровые растения, содержащие в своих клетках хлорофилл и живущие преимущественно в пресной и морской воде, а также на суше - в почве, на коре деревьев, камнях и т.д.

Разделение водорослей на систематические группы в основном совпадает с характером их окраски, связанной с особенностями строения. В современной систематике выделяют десять отделов водорослей:

1. Сине-зеленые водоросли или цианеи (Cyanophyta);
2. Красные водоросли (Rhodophyta);
3. Зеленые водоросли (Chlorophyta);
4. Золотистые водоросли (Chrysophyta);
5. Диатомовые водоросли (Bacillariophyta);
6. Желто-зеленые водоросли (Xanthophyta);
7. Бурые водоросли (Phaeophyta);
8. Пирофитовые водоросли (Pyrophyta);
9. Эвгленовые водоросли (Euglenophyta);
10. Харовые водоросли (Charophyta).

Кормовой базой для личинок и взрослых особей двустворчатых моллюсков служат микроводоросли, которые относятся к трем классам: - золотистые, зеленые и диатомовые.

### 1.4.1. Морфология и анатомия одноклеточных водорослей

Клетка – основная структурная единица тела водорослей, представленных либо одноклеточными, либо многоклеточными формами. Особенность одноклеточных форм определяется тем, что их организмы состоят всего из одной клетки, поэтому в её строении и физиологии сочетаются клеточные и организменные черты.

Мелкие, не видимые простым глазом одноклеточные водоросли, являются своеобразной фабрикой, которая добывает сырье, (поглощая из окружающей среды растворы минеральных солей и углекислоту), перерабатывает их и производит белки, углеводы и жиры (рис. 47)

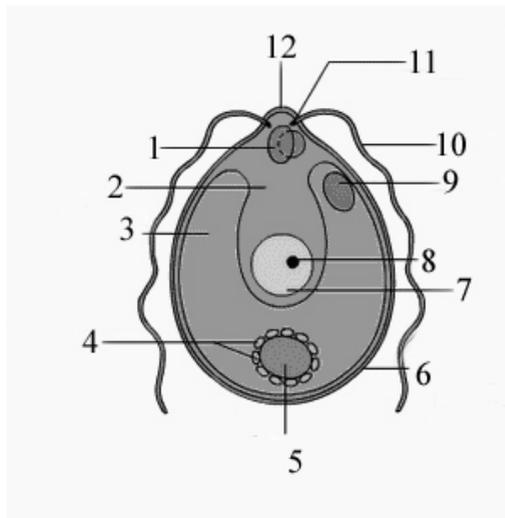


Рис. 47. Внешний вид растительной клетки: 1 - сократительные вакуоли; 2 - цитоплазма; 3 - чашеобразный хроматофор; 4 - зерна крахмала; 5 - пиреноид; 6 - клеточная стенка; 7 - ядро; 8 - ядрышко; 9 - глазок; 10 - жгутик; 11 - базальное тельце; 12 - папилла.

Кроме этого клетки обладают способностью использовать для питания углекислый газ и воду и, за счет

солнечной энергии, создавать на их основе из неорганических соединений - органические.

Клетка водорослей, представляет собой целостную живую систему. Она состоит из трех неразрывно связанных между собой частей: оболочки, цитоплазмы и ядра (рис. 48).

*Оболочка клеток.* У микроводорослей на поверхности клеток расположена плотная оболочка, или клеточная стенка. Оболочка клетки осуществляет непосредственное взаимодействие с внешней средой и взаимодействие с соседними клетками (в многоклеточных организмах). Оболочка клеток имеет сложное строение. Она состоит из наружного слоя и расположенной под ним плазматической мембраны. Основным скелетным веществом оболочек клеток водорослей является целлюлоза. Нитчатые молекулы целлюлозы собраны в оболочках в структурные единицы - микрофибриллы, составляющие каркас оболочки. Толщина и количество слоев оболочки клеток водорослей неодинаковы у разных видов. В большинстве случаев оболочка состоит из 2-3, реже 4 слоев. Толщина оболочки варьирует также в зависимости от возраста и состояния клеток, условий выращивания.

Оболочка клеток водорослей пронизана порами, размеры которых колеблются от 12 до 60 нм. Через поры осуществляется

связь протопласта с внешней средой. Клеточная стенка играет исключительно важную роль: она представляет собой внешний каркас, защитную оболочку, обеспечивает тургор клеток: через клеточную стенку проходит вода, соли, молекулы многих органических веществ.

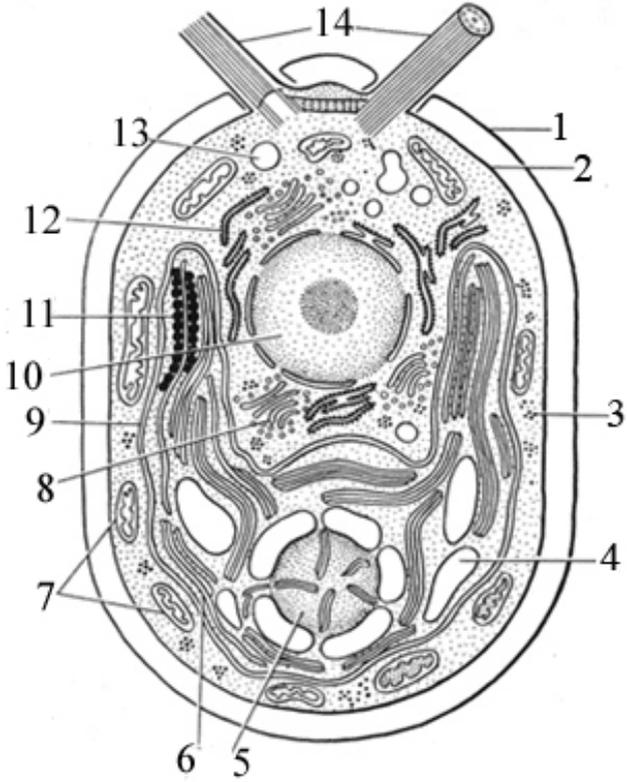


Рис. 48. Схема строения растительной клетки: 1 – клеточная стенка, 2 – цитоплазматическая мембрана, 3 – рибосомы, 4 – крахмал, 5 – пиреноид, 6 – тилакоиды, 7 – митохондрии, 8 – диктиосомы, 9 – оболочка хроматофора, 10 – ядро, 11 – стигма, 12 – эндоплазматическая сеть, 13 – пульсирующие вакуоли, 14 – жгутик (по Горбуновой, 1991).

Клеточные оболочки водорослей весьма разнообразны по своему строению и химическому составу. У многих водорослей клеточные оболочки пропитываются солями железа (красные водоросли), кальция (зеленые, бурые, красные водоросли), кремния (диатомовые). У диатомовых водорослей соли создают своеобразный кремниевый панцирь.

#### *Плазматическая мембрана.*

Под клеточной оболочкой расположена плазматическая мембрана (лат. «мембрана» - кожа, пленка), граничащая непосредственно с цитоплазмой. Толщина плазматической мембраны около 10 нм, изучение ее строения и функций возможно только с помощью электронного микроскопа. В состав плазматической мембраны входят белки и липиды. Они упорядочено расположены и соединены друг с другом химическими связями. По современным представлениям молекулы липидов в плазматической мембране расположены в два ряда и образуют сплошной слой. Молекулы белков не образуют сплошного слоя, они располагаются в слое липидов, погружаясь в него на разную глубину. Молекулы белка и липидов подвижны, что обеспечивает динамичность плазматической мембраны.

Плазматическая мембрана выполняет много важных функций, от которых зависит жизнедеятельность клеток. Одна из таких функций: образование барьера, отделяющего внутреннее содержимое клетки от внешней среды. Но между клетками и внешней средой постоянно происходит обмен веществ. Из внешней среды в клетку поступает вода, разнообразные соли в форме отдельных ионов, неорганические и органические молекулы. Они проникают в клетку через очень тонкие каналы плазматической мембраны. Во внешнюю среду выводятся продукты, образованные в клетке. Транспорт веществ - одна из главных функций плазматической мембраны. Через плазматическую мембрану из клетки выводятся продукты обмена, а также вещества, синтезированные в клетке.

#### *Цитоплазма.*

Отграниченная от внешней среды плазматической мембраной, цитоплазма представляет собой внутреннюю полужидкую среду клеток. В цитоплазме клеток располагаются ядро и различные

органойды. Ядро располагается в центральной части цитоплазмы. Форма и размеры ядра зависят от формы и размера клеток. В цитоплазме сосредоточены и разнообразные включения - продукты клеточной деятельности, вакуоли, а также мельчайшие трубочки и нити, образующие скелет клетки. Вакуоли - это заполненные жидкостью полости, которые содержат растворенные питательные вещества, минеральные соли и газы.

В цитоплазме протекают основные процессы обмена веществ. Она объединяет в одно целое ядро и все органеллы, обеспечивает их взаимодействие, в результате чего клетка функционирует как целостная единая живая система.

Клетки водорослей содержат следующие основные органеллы: эндоплазматическую сеть, аппарат Гольджи, митохондрии, хлоропласты, вакуоли, ядро.

#### *Эндоплазматическая сеть.*

Вся внутренняя зона цитоплазмы заполнена многочисленными мелкими каналами и полостями, стенки которых представляют собой мембраны, сходные по своей структуре с плазматической мембраной. Эти каналы ветвятся, соединяются друг с другом и образуют сеть, получившую название эндоплазматической сети. Эндоплазматическая сеть неоднородна по своему строению. Известны два ее типа - гранулярная и гладкая. На мембранах каналов и полостей гранулярной сети располагается множество мелких округлых телец - рибосом, которые придают мембранам шероховатый вид. Мембраны гладкой эндоплазматической сети не несут рибосом на своей поверхности.

Эндоплазматическая сеть выполняет много разнообразных функций. Основная функция гранулярной эндоплазматической сети - участие в синтезе белка, который осуществляется в рибосомах.

На мембранах гладкой эндоплазматической сети происходит синтез липидов и углеводов. Все эти продукты синтеза накапливаются в каналах и полостях, а затем транспортируются к различным органойдам клетки, где потребляются или накапливаются в цитоплазме в качестве клеточных включений. Эндоплазматическая сеть связывает между собой основные органойды клетки.

### *Рибосомы.*

Рибосомы обнаружены в клетках всех организмов. Это микроскопические тельца округлой формы диаметром 15-20 нм. Каждая рибосома состоит из двух неодинаковых по размерам частиц, малой и большой. В одной клетке содержится много тысяч рибосом, они располагаются либо на мембранах гранулярной эндоплазматической сети, либо свободно лежат в цитоплазме. В состав рибосом входят белки и рибонуклеиновые кислоты (РНК). Функция рибосом - это синтез белка. Синтез белка - сложный процесс, который осуществляется не одной рибосомой, а целой группой, включающей до нескольких десятков объединенных рибосом. Такую группу рибосом называют полисомой. Синтезированные белки сначала накапливаются в каналах и полостях эндоплазматической сети, а затем транспортируются к органоидам и участкам клетки, где они потребляются. Эндоплазматическая сеть и рибосомы, расположенные на ее мембранах, представляют собой единый аппарат биосинтеза и транспортировки белков.

### *Аппарат Гольджи.*

В клетках водорослей аппарат Гольджи состоит из отдельных диктиосом - стопок из 2-7 и более плоских круглых мешочков или цистерн, диаметром около 1 мкм и толщиной 20-40 нм, ограниченных одинарной мембраной и пузырьками Гольджи, расположенными на концах цистерн.

Аппарат Гольджи выполняет много важных функций. Одна из главных - регуляция содержания воды в клетке. По каналам эндоплазматической сети к нему транспортируются продукты синтетической деятельности клетки - белки, углеводы и жиры. Все эти вещества сначала накапливаются, а затем, в виде крупных и мелких пузырьков, поступают в цитоплазму и используются самой клеткой в процессе ее жизнедеятельности, либо выводятся из нее. Еще одна важная функция этого органоида заключается в том, что на его мембранах происходит синтез жиров и углеводов (полисахаридов), которые используются в клетке и которые входят в состав мембран. Благодаря деятельности аппарата Гольджи происходят обновление и рост плазматической мембраны.

### *Пластиды.*

В цитоплазме клеток всех растений, в отличие от живонных, находятся пластиды. Различают три основных типа пластид: зеленые - хлоропласты; красные, оранжевые и желтые – хромопласты и бесцветные - лейкопласты. Клетки одноклеточных водорослей содержат хлоропласты (хроматофоры). Хлоропласты могут быть чашевидными, лентовидными, спиралевидными, пластинчатыми, звездчатыми. У многих видов одноклеточных водорослей в клетках содержится по одному очень крупному хлоропласту. У других видов водорослей хлоропласты многочисленны и имеют вид зерен или дисков, сосредоточенных в пристенной цитоплазме. Реже хромофоры занимают в клетке центральное положение. Зеленый цвет хлоропластов часто маскируется другими веществами – пигментами, поэтому окраска водорослей многообразна (зеленая, розовая, красная, и др.).

*Хлоропласт.* Размеры хлоропластов 4-6 мкм, наиболее часто они имеют овальную форму. От цитоплазмы хлоропласт отграничен двумя мембранами: наружной и внутренней. Наружная мембрана гладкая, без складок и выростов, а внутренняя образует много складчатых выростов, направленных внутрь хлоропласта. Поэтому внутри хлоропласта сосредоточено большое количество мембран, образующих особые структуры - граны. Они сложены наподобие стопки монет. В мембранах гран располагаются молекулы хлорофилла, поэтому именно здесь происходит фотосинтез. Зеленый цвет хлоропластов зависит от содержания в них пигмента хлорофилла *a*. Хлоропласт - основной органоид клеток водорослей, в котором происходит фотосинтез, т. е. образование органических веществ (углеводов) из неорганических ( $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ ) при использовании энергии солнечного света. В хлоропластах синтезируется и АТФ. Между внутренними мембранами хлоропласта содержатся ДНК, РНК и рибосомы. Следовательно, в хлоропластах, так же как и в рибосомах, происходит синтез белка, необходимого для деятельности этих органоидов. Хлоропласты размножаются делением.

В матриксе хлоропласта находятся особые включения - *пиреноиды*. Пиреноид представляет собой образование белковой природы, размером 3-12 мкм и обычно окружен крахмальными

зернами. У большинства водорослей пиреноид находится внутри хлоропласта.

#### *Стигма.*

У подвижных форм водорослей в хлоропласте располагается специфическая фоторецепторная органелла - стигма или глазок имеющая в прижизненном состоянии сферическую, палочковидную, линзовидную или трапециевидную форму. Глазок обычно имеет кирпично-красный цвет, т.к. содержит пигмент астаксантин. Основная функция стигмы - регуляция направленного движения клеток путем улавливания световых импульсов и трансформация их передачи жгутиковому аппарату. В клетках, длительное время находящихся в темноте, глазок исчезает, но при перенесении культуры на свет появляется снова.

Клетки водорослей бывают подвижные и неподвижные. Подвижные клетки снабжены одним или несколькими бичевидными придатками - жгутиками, биение которых проталкивает их сквозь толщу воды. По соотношению длины жгутиков в пределах одной клетки водоросли делят на две группы: равножгутиковые и разножгутиковые. У последних длинный жгутик направлен вперед и работает энергичнее, чем короткий, который обращен в сторону или назад по ходу движения клетки. Жгутики бывают гладкими или опушенными. У равножгутиковых водорослей оба жгутика опушены; у разножгутиковых опушен преимущественно двигательный, передний жгутик. Среди одноклеточных водорослей встречаются как одно-, так и двухжгутиковые формы. У некоторых золотистых водорослей между двумя подвижными жгутиками располагается третий – неподвижный жгутик. С его помощью клетка прикрепляется к субстрату (твёрдой поверхности).

#### *Вакуоли.*

Вакуоли являются производными эндоплазматической сети, ограниченные мембраной - тонопластом и заполненные водянистым содержимым - клеточным соком. В молодых делящихся растительных клетках вакуоли представляют систему канальцев и пузырьков (провакуоли), по мере роста клеток они увеличиваются, а затем сливаются в одну большую центральную вакуоль. Она занимает от 70 до 90% объема клетки, в то время как протопласт располагается в виде тонкого постенного слоя. В основном

увеличение размеров клетки происходит за счет роста вакуоли. В результате этого возникает тургорное давление и поддерживается упругость клеток и тканей. Содержимое вакуоли - клеточный сок - представляет собой слабокислый (рН 2-5) водный раствор различных органических и неорганических веществ. По химическому составу и консистенции клеточный сок существенно отличается от протопласта. Эти различия связаны с избирательной проницаемостью тонопласта, выполняющего барьерную функцию.

Функции вакуолей многообразны. Они формируют внутреннюю водную среду клетки, и с их помощью осуществляется регуляция водно-солевого обмена. В этом плане очень важна роль тонопласта, участвующего в активном транспорте и накоплении в вакуолях некоторых ионов.

Другая важнейшая роль вакуолей состоит в поддержании тургорного гидростатического давления внутриклеточной жидкости в клетке. Третья их функция - накопление запасных веществ и "захоронение" отходов, т.е. конечных продуктов метаболизма клетки.

Для подвижных клеток, а иногда и для неподвижных одноклеточных водорослей, характерно наличие сократительных вакуолей, располагающихся обычно у жгутиковых форм в основании жгутиков и выполняющих роль осморегулятора. Вакуольная система водорослей может быть представлена вакуолями разных размеров, у большинства видов одноклеточных водорослей вакуоль занимает определенное место в клетке.

#### *Митохондрии.*

В цитоплазме большинства клеток растений содержатся мелкие тельца (0,2-7 мкм) - митохондрии. Они являются неотъемлемой частью всех живых эукариотических клеток. Митохондрии хорошо видны в световой микроскоп, с помощью которого можно рассмотреть их форму, расположение, сосчитать количество. Форма, величина и их число постоянно меняются. Число митохондрий варьирует от нескольких десятков до сотен. По форме они чаще всего эллиптические или округлые. Внутреннее строение митохондрий изучено с помощью электронного микроскопа. Снаружи митохондрии окружены оболочкой, состоящей из двух мембран (наружной и внутренней), которые не связаны с

эндоплазматической сетью цитоплазмы. Наружная мембрана гладкая, она не образует никаких складок и выростов. Внутренняя мембрана, напротив, образует многочисленные складки, которые направлены в полость митохондрии. Складки внутренней мембраны называют кристами (лат. "криста" - гребень, вырост). Число крист неодинаково в митохондриях разных клеток. Их может быть от нескольких десятков до нескольких сотен, причем особенно много крист в митохондриях активно функционирующих клеток. Митохондрии называют "силовыми станциями клеток", так как их основная функция - синтез аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Богатые энергией молекулы АТФ синтезируются при реакции окислительного фосфорилирования. Энергия, запасаемая АТФ, производится в результате окисления в митохондриях различных энергетически богатых веществ, главным образом сахаров.

Эта кислота синтезируется в митохондриях клеток всех организмов и представляет собой универсальный источник энергии, необходимый для осуществления процессов жизнедеятельности клетки.

#### *Ядро.*

Ядро – наиболее крупный органоид клетки и наиболее важный. Клетка, лишенная ядра, способна жить лишь короткое время. Ядро регулирует процессы жизнедеятельности клетки, а также сохраняет и передает ее наследственную информацию.

Ядро всегда лежит в цитоплазме. Размеры ядра различны: от 2-3 до 50 мкм (у половых клеток). Форма его чаще всего шаровидная или эллипсоидная. В молодых клетках оно занимает центральное положение, но позднее обычно смещается к оболочке, отгесняемое растущей вакуолью. Форма и размеры ядра зависят от формы и размера клеток. В большинстве клеток имеется одно ядро, и такие клетки называют одноядерными. Существуют также клетки с двумя, тремя, с несколькими десятками и даже сотнями ядер. Это - многоядерные клетки.

Снаружи ядро покрыто ядерной оболочкой, состоящей из двух мембран (наружной и внутренней), между которыми имеется щель — околядерное пространство. Оболочка прерывается порами. Наружная мембрана оболочки образует выросты, непосредственно переходящие в стенки эндоплазматической сети. Поры и прямая

связь эндоплазматической сети с околядерным пространством обеспечивают тесный контакт между ядром и цитоплазмой. Внутреннюю часть ядра составляет матрикс (нуклеоплазма), хроматин и ядрышко. Хроматин и ядрышко погружены в матрикс.

Хроматин представляет собой хромосомы в деспирализованном состоянии. Хромосомы, в свою очередь, состоят их двух хроматид, соединенных перемычкой – центромерой. Основой хромосом является нить ДНК, которая несет информацию о строении белков клетки.

Ядрышко — обособленная, более уплотненная часть ядра округлой или овальной формы. Предполагается, что ядрышко является центром синтеза РНК.

Нуклеоплазма (кариоплазма, основное вещество, матрикс) — водянистая фаза ядра, в которой в растворенном виде находятся продукты жизнедеятельности ядерных структур.

*Клеточные включения.*

К клеточным включениям относятся углеводы, жиры и белки. Все эти вещества накапливаются в цитоплазме клетки в виде капель и зерен различной величины и формы. Они периодически синтезируются в клетке и используются в процессе обмена веществ.

*Размножение.* Для одноклеточных водорослей характерно три типа размножения: *вегетативное, бесполое и половое.*

*Вегетативное размножение.*

Почти все одноклеточные водоросли способны размножаться простым делением. Клетка водоросли вытягивается и на экваторе намечается поперечная перегородка, постепенно углубляющаяся и делящая организм на две более или менее равные части. Деление цитоплазмы сопровождается делением ядра. В результате возникают две новые дочерние клетки, совершенно аналогичные родительской клетке. Затем обе дочерние клетки, в свою очередь, тоже делятся, и этот процесс может продолжаться определенное время. У жгутиковых форм, представляющих высшую степень одноклеточной организации, встречаются наиболее сложные типы вегетативного размножения, которые определяются уровнем организации и степенью полярности клеток: 1) размножение в подвижном состоянии, сопровождаемое продольным делением тела надвое.

Каждая из клеток получает половину жгутиков, имевшихся до начала размножения, а другую достраивает.

2) размножение в неподвижном состоянии, когда водоросли перед делением становятся неподвижными, сбрасывают внешнюю часть жгутика и окутываются слизистым чехлом. Сначала у них делится ядро, затем образуется новый жгутиковый аппарат, после чего клетка делится пополам.

*Бесполое размножение* водорослей осуществляется с помощью специализированных клеток – спор или зооспор (спор со жгутиками). Отличительная особенность спор и зооспор — упрощенная по сравнению с обычными клетками форма и мелкие размеры. Они бывают шаровидными, эллипсоидными или яйцевидными, покрытыми оболочкой или без нее.

Споры и зооспоры образуются в особых клетках, называемых спорангиями. Образованию спор и зооспор предшествует деление ядра. Дочерние ядра равномерно распределяются в цитоплазме. Одновременно делятся хлоропласты и другие органеллы, после группировки их вокруг отдельных ядер происходит деление цитоплазмы и окончательное формирование спор или зооспор, которые приобретают форму материнской клетки.

У большинства одноклеточных водорослей бесполое размножение осуществляется посредством зооспор. Зооспоры могут иметь различное строение, что в известной мере отражает различия в строении одноклеточных водорослей. Зооспоры бывают с одним, двумя, четырьмя или множеством жгутиков; в последнем случае они располагаются венчиком на конце.

Споры и зооспоры обычно выходят в воду через отверстие в стенке спорангия целой группой, окруженные слизистой оболочкой, которая вскоре раскрывается. На выходе, зооспоры, находясь ещё в общей оболочке, начинают активно двигаться, а после разрыва оболочки моментально расплываются в разные стороны.

При бесполом размножении, так же как и при вегетативном, не происходит рекомбинации и слияния наследственного материала, поэтому дочерние особи несут тот же набор генов, что и родительские.

*Половое размножение* водорослей связано с половым процессом, который заключается не только в слиянии двух клеток, но и в обмене

наследственной информации. Гораздо чаще половое размножение у водорослей связано с дроблением содержимого клеток и образованием внутри их специализированных половых клеток – гамет. При половом размножении у водорослей формируются мужские и женские половые клетки (гаметы). Гаметы выходят в воду и соединяются попарно. Мужская гамета сливается с женской, т.е. происходит оплодотворение, и образуется зигота. У одноклеточных водорослей мужские гаметы имеют жгутики, а у гамет противоположного пола они имеются не всегда. Гаметы сильно варьируют по размерам, форме и подвижности. У некоторых водорослей мужская и женская гаметы структурно сходны, а у других четко различаются, т.е. представляют собой спермии и яйцеклетки. Поэтому, половое размножение водорослей имеет множество форм и уровней сложности.

В зависимости от относительных размеров гамет, участвующих в слиянии, различают следующие типы полового процесса:

- 1) *изогамия* - гаметы одинаковой величины и формы;
- 2) *гетерогамия*, или *анизогамия*, - одна гамета (женская) крупнее другой (мужской), но сходна с ней;
- 3) *оогамия* - женская гамета, называемая яйцеклеткой, лишена жгутиков, неподвижна и значительно крупнее мужской, которую называют сперматозоидом, она может быть бесцветной;
- 4) *автогамия* - особый тип полового процесса, распространенный у некоторых диатомовых водорослей. Заключается он в том, что ядро клетки предварительно делится в процессе мейоза на 4 ядра, два из них разрушаются, и оставшиеся два ядра сливаются, образуя вновь диплоидное ядро. Автогамия не сопровождается увеличением числа особей, а лишь их омоложением (рис. 49).

Для большинства одноклеточных водорослей характерен процесс оогамии, который протекает следующим образом: крупная женская гамета, превращаясь в яйцеклетку, оплодотворяется маленькой подвижной мужской гаметой. Образовавшаяся в результате слияния гамет зигота превращается в зигоспору с запасами питательных веществ, одевается многослойной целлюлозной оболочкой и зимует. После периода покоя, длящегося от нескольких недель до нескольких лет в зависимости от вида

водорослей, зигоспора начинает расти. При прорастании, сопровождаемом делением, образуется 4 зооспоры, которые дают начало новым особям.

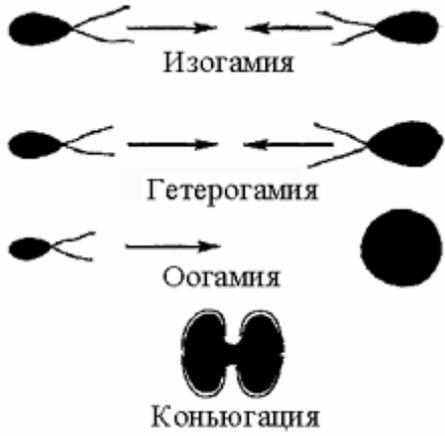


Рис. 49. Формы полового размножения одноклеточных водорослей.

У жгутиковых водорослей половой процесс сводится к слиянию двух особей, этот процесс называют *гологамией*.

При слиянии содержимого двух безжгутиковых вегетативных клеток половой процесс называют *конъюгацией*.

*Питание.*

Водоросли по способу питания являются автотрофными организмами. В ходе эволюции у них выработалась способность использовать для питания такие полностью окисленные вещества, как углекислота и вода, и создавать на их основе органические соединения. Этот процесс осуществляется за счёт энергии солнечного света и сопровождается выделением кислорода.

Использование световой энергии для биологического синтеза стало возможным благодаря появлению у водорослей комплекса пигментов, поглощающих свет, важнейшим из которых является хлорофилл. Процесс светового и углеродного питания растений получил название фотосинтеза и в общем виде может быть записан следующим суммарным уравнением:



Таким образом, функция фотосинтеза является, по существу, биохимическим процессом преобразования световой энергии в химическую.

Второй не менее важной особенностью питания водорослей является их способность усваивать азот, серу фосфор, калий и другие минеральные элементы в виде ионов минеральных солей и использовать их для синтеза таких важнейших компонентов живой клетки, как аминокислоты, белки, нуклеиновые кислоты.

#### *Дыхание.*

Процесс дыхания протекает в каждой клетке водоросли. Из окружающей среды клетка поглощает кислород, использует его на окисление органических веществ. При этом освобождается энергия и образуется углекислый газ, который выделяется в окружающую среду. Процесс окисления органических веществ происходит в митохондриях. Освобождаемая при окислении энергия расходуется на поддержание процессов жизнедеятельности - поглощение клеткой веществ, движение, рост и размножение.

*Кормовые водоросли.* В настоящее время в аквакультуре используется около 20 видов микроводорослей, принадлежащие к трем классам: золотистые, зеленые и диатомовые.

*Зелёные водоросли* – одноклеточные, колониальные и многоклеточные формы, разнообразного строения, зелёного цвета. Зеленая окраска обусловлена хлорофиллом. Клеточная оболочка состоит из двух слоев: внутренний, более плотный - целлюлозный и наружный - пектиновый. Хлоропласты обычно окрашены в различные оттенки зеленого цвета. Окраска обусловлена наличием хлорофиллов *a* и *b*,  $\beta$ - ,  $\gamma$ - каротинов. Хлоропласты содержат от одного до нескольких десятков пиреноидов. Предполагают, что пиреноиды зеленых водорослей являются ферментативным центром, продуцирующим энзимы, полимеризующие молекулы глюкозы в крахмал. Крахмал образует вокруг пиреноида сплошную или состоящую из отдельных зерен обкладку.

У зеленых водорослей имеются как подвижные формы со жгутиками на переднем конце клеток, так и неподвижные, прикреплённые или пассивно плавающие. Размножаются они

вегетативным, бесполом и половым путем. У ряда форм имеется чередование бесполого и полового размножения. Зооспоры и гаметы с 2 или 4 жгутиками, расположенными на переднем конце клетки. Продукт ассимиляции – крахмал, жирные кислоты.

*Диатомовые водоросли* – совершенно особая группа одноклеточных организмов, пассивно плавающих и не связанных с субстратом, поэтому их клетки и панцирь приспособлены к парению в водной среде. Приспособление к парению достигается за счет облегчения веса протопласта в результате накопления в нем жирных кислот. Самое большое количество жира в клетках водорослей накапливается в условиях длительной вегетации и значительно снижается во время активного деления клеток.

Клетка диатомовой водоросли состоит из протопласта, заключенного в пектиновую оболочку, снаружи которой имеется плотная кремневая оболочка – панцирь. Кремневый панцирь состоит из двух половинок (створок), – нижней (гипотеки) и верхней (эпитеки), входящих друг в друга, как две части мыльницы. При этом эпитека не срастается с гипотекой, а только плотно охватывает ее своими краями. Толщина стенок панциря зависит от концентрации кремния в среде и изменяется в значительных пределах: у тонкостенных форм от сотых до десятых долей микрометра, у толстостенных 1-3 мкм.

Цитоплазма образует пристенный слой, ядро всегда одно и лежит в центральной массе цитоплазмы. В клетке имеется одна вакуоля с клеточным соком. Хлоропласты мелкие в виде зернышек или дисков. Окраска хлоропластов у диатомовых водорослей имеет различные оттенки жёлто – бурого цвета в зависимости от набора пигментов. Размножение вегетативное и половое. У диатомовых водорослей особый случай вегетативного размножения. В клетке происходит деление ядра и хроматофоров, затем протопласт материнской клетки делится на две дочерние, при этом одна дочерняя клетка имеет эпитеку, а вторая гипотеку. После деления дочерние протопласты достраивают недостающую им створку. В результате деления одна из дочерних клеток, получившая от материнской эпитеку, точно повторяет размеры материнской клетки. Вторая дочерняя клетка, получившая - гипотеку будет несколько меньших размеров.

Продукт ассимиляции диатомовых водорослей - жирные кислоты, которые накапливаются в вакуолях.

*Золотистые водоросли* - бывают одноклеточными, колониальными и многоклеточными. Хлоропласты их окрашены в золотисто – жёлтый цвет. Клетки в большинстве случаев лишены клеточной оболочки, иногда покрыты только плазмалеммой. Форма клеток - шаровидная или яйцевидная с двумя бичевидными жгутиками. Размеры клеток водорослей варьируют от 2 до 70 мкм. В клетке содержится 1-2 хлоропласта, обычно пластинчатой формы. Пигменты представлены хлорофиллами *a* и *c*,  $\beta$  – каротином и ксантофиллами. Большинство видов золотистых водорослей размножаются простым делением клетки, а для некоторых видов характерно бесполое размножение.

#### **1.4.2. Роль микроводорослей в аквакультуре**

За последние годы в мире значительно вырос спрос на продукцию марикультуры (мидий, устриц, гребешков, креветок и т.д.), поэтому микроводоросли стали представлять особый интерес, так как именно микроводоросли используются в качестве основного корма при получении молоди, а также выращивании взрослых экономически ценных организмов. Известно, что пищевые цепи в водных экосистемах и в аквакультуре начинаются с микроводорослей. Их используют в основном для кормления личинок и молоди промысловых моллюсков (устриц, мидий, клеммов, гребешков), ракообразных и рыб (морских и пресноводных) либо непосредственно, либо через пищевую цепь «микроводоросли – зоопланктонные организмы» (рис. 50).

Микроводоросли применяют в качестве добавок к искусственным кормам при выращивании лососевых, камбаловых и других видов рыб с целью обогащения кормов минеральными солями, витаминами, стимуляторами роста.

Значение микроводорослей особенно велико при выращивании мидий и устриц в контролируемых условиях. В процессе разведения в питомнике личинок устриц микроводоросли используются в качестве основного корма, потребляемого производителями при их

кондиционировании, личинками на разных стадиях развития и спатом – при подращивании до определенного размера.

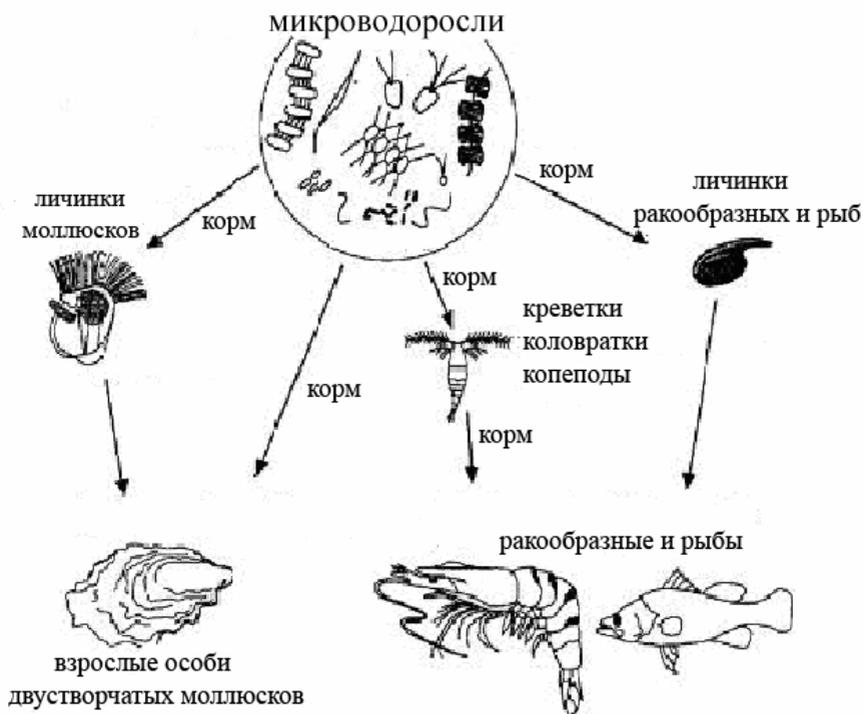


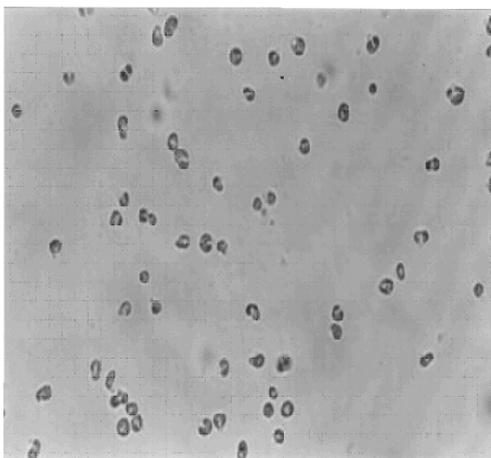
Рис. 50. Использование микроводорослей в аквакультуре.

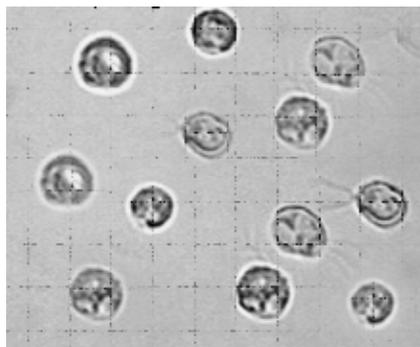
Являясь консументами (потребителями) первого порядка, моллюски непосредственно превращают растительный белок в животный. Наибольшую ценность представляют живые водоросли, так как они содержат белки, углеводы, липиды, биологически активные вещества, ферменты. Попытки заменить живые микроводоросли альтернативными кормами (дрожжи, бактерии, водорослевые пасты или концентраты) не дали желаемого результата.

Кормовые микроводоросли должны отвечать целому ряду требований. Водоросли должны иметь соответствующий размер (от 1 до 15 мкм), чтобы моллюски смогли проглотить клетку, а также хорошо переварить. Они должны обладать быстрым темпом роста, легко адаптироваться к условиям массового культивирования, быть устойчивыми к колебаниям температуры, света, к концентрации питательных веществ, что может произойти в питомниках. Кроме этого, микроводоросли должны иметь хороший качественный состав и не содержать токсины, которые могут передаваться по пищевой цепи.

Основными видами одноклеточных водорослей, используемыми в качестве корма при выращивании личинок мидий и устриц в питомниках, являются золотистые: - изохризис (*Isochrysis galbana* Parke), монохризис (*Monochrysis lutheri* Parke); зеленые - тетраселмис (*Tetraselmis suecica* Butcher), дуналиэлла (*Dunaliella viridis* Teod), и диатомовые - хетоцерос (*Chaetoceros calcitrans* Meunier), феодактилюм (*Phaeodactylum tricorutum* Bohlin), скелетонема (*Skeletonema costatum* Grev.) (рис. 51).

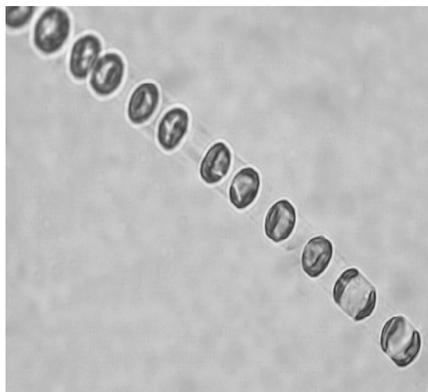
*Monochrysis lutheri* - золотистая микроводоросль. Клетки круглые, подвижные, с двумя жгутиками длиной 3 – 4 мкм. Длина клеток  $3,04 \pm 0,12$  мкм, ширина  $2,15 \pm 0,2$  мкм, объём  $13,85$  мкм<sup>3</sup>. Легко адаптируется к изменениям температуры и освещенности, клетки быстро делятся (x 200).



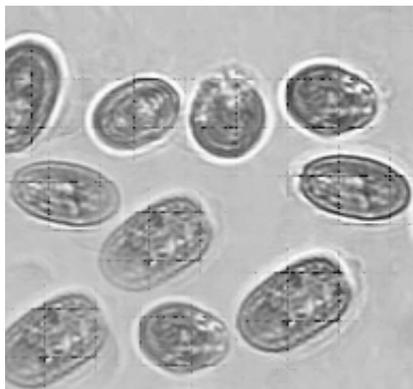


*Isochrysis galbana* – золотистая микроводоросль. Клетки сферические подвижные, с двумя равными жгутиками. Длина клеток  $5,92 \pm 0,2$  мкм, ширина  $4,45 \pm 0,18$  мкм, объём  $39,19$  мкм<sup>3</sup> (x 630).

*Scletonema costatum* – диатомовая микроводоросль. Клетки от эллипсоидных до цилиндрических, высота 10 мкм, диаметр 6 мкм. По краю диска – кольцо тонких, прямых вертикально направленных щетинок, с помощью которых клетки соединяются в цепочки.



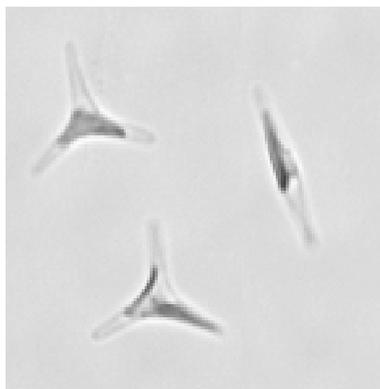
Максимальное количество клеток в цепочке – 37. Стенки панциря очень тонкие, с нежной не различимой структурой (x 630).



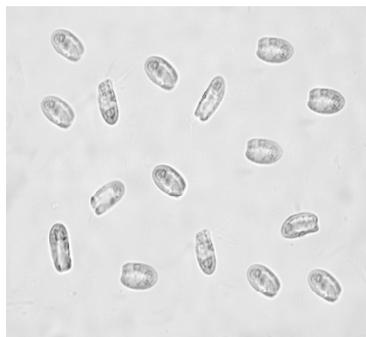
*Tetraselmis suecica* - зеленая микроводоросль. Клетки зеленые, овальные, длина  $8,31 \pm 0,21$  мкм, высота  $11,53 \pm 0,24$ , объём клетки  $505,3$  мкм<sup>3</sup>. Клетки подвижные с 4 жгутиками длиной 7,5 мкм. Имеют мягкую оболочку. Обладают высокой скоростью размножения, до 4 делений в сутки. Легко переносит изменения условий среды (температуры, освещенности) (x 630).



*Chaetoceros calcitrans* - диатомовая водоросль, клетки цилиндрические, одиночные, панцирь тонкий, имеется один хлоропласт. Длина клетки -  $9,2 \pm 0,43$  мкм, ширина  $4,2 \pm 0,15$  мкм, объём клеток  $52 \pm 12,04$  мкм<sup>3</sup> (x 200).



*Phaeodactylum tricorutum* - диатомовая водоросль. Клетки одиночные трехлучевые, длина  $1,8 \pm 0,11$  мкм, высота  $7,0 \pm 0,34$  мкм, объём клетки  $113$  мкм<sup>3</sup>. Хлоропласт один, панцирь очень тонкий. Обладает очень высокой скоростью деления, до 9 делений в сутки, благодаря, чему можно быстро получать большие биомассы (x 630) .



*Dunaliella viridis* – зеленая микроводоросль. Клетки правильной эллиптической формы, лишены целлюлозной и пектиновой оболочки, окружены тонкой бесцветной цитоплазматической мембраной. Длина клеток  $11 \pm 0,34$  мкм, ширина  $8 \pm 0,32$  мкм, объём клетки  $313,5$  мкм<sup>3</sup>. Клетки водоросли подвижные, имеют высокий темп размножения (x 200).

Рис. 51. Кормовые виды микроводорослей: *Monochrysis lutheri*; *Isochrysis galbana*; *Skeletonema costatum*; *Chaetoceros calcitrans*; *Phaeodactylum tricorutum*; *Tetraselmis suecica*; *Dunaliella viridis*.

Пищевая ценность микроводорослей определяется размером клеток, их усвояемостью, связанной со структурой клеточной оболочки, и биохимическим составом (табл. 8).

Таблица 8. Микроводоросли, используемые в качестве корма для личинок мидий и устриц, выращиваемых в питомнике ИнБЮМ

Вид водорослей	Размер клетки, (средний) мкм		Объём клетки, мкм <sup>3</sup>	Как используются
	d	h		
<i>I. galbana</i>	5,0-6,0	4,0-4,5	39,19±5,19	++
<i>M. lutheri</i>	3,0-4,0	2,0-3,0	13,85± 4,17	++
<i>C. calcitrans</i>	8,0-9,0	4,0-4,5	52,0 ± 12,04	++
<i>P. tricornutum</i>	2,5-3,0	9,0-10,5	113,0 ±13,15	+
<i>T. suecica</i>	8,0-8,5	11,0-11,5	505,3 ±14,68	+
<i>D. viridis</i>	7,5-8,0	10,5-11,0	313,5 ±16,82	+
<i>S. costatum</i>	6,0-6,5	9,5-10,5	254,0 ±14,42	+

Примечание: d - длина клетки; h - высота клетки; ++ - индивидуальная диета; + - как компоненты смешанной диеты.

Микроводоросли значительно различаются друг от друга по своим пищевым качествам, поэтому очень важно правильно подбирать смесь водорослей, которая оказывала бы положительный эффект на рост и выживаемость личинок моллюсков.

Микроводоросли *I. galbana*, *M. lutheri* и *C. calcitrans*, благодаря своим морфологическим и биохимическим особенностям, используются для кормления личинок и спата двустворчатых моллюсков в виде монокультуры, другие вышеуказанные одноклеточные водоросли лучше использовать как компоненты смешанной диеты.

Использование микроводорослей связано и с тем, что они способны улучшить пищевые качества устриц перед продажей. Так, во многих питомниках Франции интенсивная технология основана на производстве диатомовой водоросли *S. costatum*, которую используют в качестве корма для молоди устриц. Выращивание спата при температуре 8 - 12°C в течение 30 дней позволяет увеличить

содержание мяса моллюсков в 2 раза, а содержание гликогена - в 3 раза.

### 1.4.3. Биохимический состав кормовых микроводорослей

Темп роста и выживаемость личинок двусторчатых моллюсков зависит от качества корма, которое определяется биохимическим составом (содержание белка, углеводов, липидов) водорослей. Максимальное содержание белка, углеводов, липидов было получено при оптимальных условиях выращивания: температура 22-24°C, освещенность 10 люкс, питательная среда, содержащая основные биогенные элементы (азот, фосфор, магний, калий, кальций) и микроэлементы (железо, марганец, медь, кобальт, цинк, молибден). В таблице 9 приведен биохимический состав кормовых водорослей.

Таблица 9. Максимальное содержание (% от сухого веса) белка, углеводов, липидов в кормовых микроводорослях

Вид водорослей	Белок	Углеводы	Липиды
<i>P. tricornutum</i>	40,70 ± 0,20	20,80 ± 0,43	20,00 ± 0,08
<i>C. calcitrans</i>	40,35 ± 0,28	21,32 ± 0,36	27,00 ± 0,09
<i>S. costatum</i>	49,70 ± 0,48	24,40 ± 0,68	27,00 ± 0,56
<i>D. viridis</i>	37,10 ± 0,21	15,20 ± 0,2	18,00 ± 0,10
<i>T. suecica</i>	30,40 ± 0,31	17,20 ± 0,21	20,90 ± 0,21
<i>I. galbana</i>	49,80 ± 1,21	28,40 ± 1,13	25,60 ± 0,09
<i>M. lutheri</i>	47,70 ± 0,98	22,90 ± 1,01	23,80 ± 0,19

По суммарному содержанию белка, углеводов, липидов указанные выше микроводоросли можно расположить в следующем порядке (по убыванию):

изохризис → монохризис → скелетонема → хетоцерос → феодактилюм → тетраселмис → дуналиелла.

Биохимический состав микроводорослей может изменяться в зависимости от условий их культивирования (фазы роста культуры, режима культивирования, температуры, освещенности, состава питательной среды и т.д.). Например, повышение интенсивности света приводит к увеличению содержания углеводов в клетках и, следовательно, уменьшению содержания белка. Культивирование микроводорослей при низкой температуре способствует накоплению максимального количества липидов. В начальной (логарифмической) фазе роста водорослей в их клетках накапливается максимальное количество белка, а при переходе на стационарную фазу увеличивается количество липидов. Качественный состав микроводорослей различается при их культивировании в разных режимах (полупроточное и накопительное культивирование). Так, в условиях полупроточного режима содержание белка, витаминов, ферментов значительно выше, чем при культивировании в накопительном режиме.

При определении кормовой ценности биомассы водорослей необходимо знать качественный и количественный состав их липидов, причем качество липидов важнее, чем их количество. Говоря о качестве липидов, имеют в виду содержание в них полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), в частности эйкозапентаеновой ( $20:5n-3$ ) и докозагексаеновой ( $22:6n-3$ ), незаменимых для морских организмов. Хорошо известно, что морские беспозвоночные (двустворчатые моллюски) не способны синтезировать ряд полиненасыщенных жирных кислот регулярного строения из-за отсутствия некоторых ферментов-десатураз. В частности, животные не способны синтезировать линолевою ( $18:2n-6$ ) и линоленовую кислоты ( $18:3n-3$ ). Линолевая и линоленовая кислоты, как и другие полиненасыщенные жирные кислоты, должны поступать в организм водных беспозвоночных с пищей, поэтому часть жирных кислот водных беспозвоночных формируется за счет жирных кислот микроводорослей. От состава жирных кислот микроводорослей напрямую зависит состав жирных кислот черноморской и гигантской устриц (табл. 10). Известно, что

специфический запах свежих устриц отчасти зависит и от состава жирных кислот тканей моллюска.

Таблица 10. Состав жирных кислот кормовых микроводорослей

Жирные кислоты, % СВ (от сухого веса)	Вид водорослей				
	<i>M. lutheri</i>	<i>I. galbana</i>	<i>T. suecica</i>	<i>P. tricornutum</i>	<i>C. calcitrans</i>
насыщенные 16:0 18:0	57,3	51,4	5,42	35,84	53,21
моно - насыщенные 18:1n-9	38,44	35,69	40,34	46,85	26,14
поли - ненасыщенные 18:2n-6 18:3n-3 18:3n-6 20:4n-6	4,24	12,89	18,58	11,3	8,39
поли-ненасыщенные 20:5n-3 22:6n-3	1,5	9,25	5,88	9,49	8,05

Классификация водорослей по кормовой ценности для личинок мидий и устриц основана на соотношении жирных кислот групп n-6 и n-3. Виды водорослей, у которых соотношение n-6 и n-3 высокое (1:2 или 1:3), считаются хорошим кормом для мидий и устриц, а микроводоросли с более низким соотношением (1:1,5) – кормом средней ценности.

Полиненасыщенные жирные кислоты: докозагексаеновая (22:6n-3), эйкозапентаеновая (20:5n-3) и арахидиновая (20:4n-6),

присутствующие в микроводорослях, являются необходимыми для развития личинок двустворчатых моллюсков.

Содержание жирных кислот у водорослей, принадлежащих к различным таксонам, существенно отличается, хотя известны примеры различий между водорослями одного и того же класса. У микроводорослей *I. galbana* и *M. lutheri* содержание эйкозапентаеновой кислоты (20:5n-3) варьирует от 7 до 34%, а концентрация докозагексаеновой кислотой 22:6(n-3) составляет 10 - 12%. Среди одноклеточных водорослей самое высокое содержание арахидиновой кислоты 20:4n-6, (до 2,5%) отмечается у диатомовых водорослей. Зеленые водоросли из рода *Dunaliella* не содержат C22 полиненасыщенных жирных кислот, но обладают небольшим количеством эйкозапентаеновой кислоты (до 3,2 %). Из-за недостатка полиненасыщенных жирных кислот они имеют низкую пищевую ценность и поэтому не могут использоваться в монодиетах.

Учитывая важность полиненасыщенных жирных кислот для личинок и спата двустворчатых моллюсков, в пищевой рацион необходимо включать водоросли с высоким содержанием этих кислот, а именно: изохризис, феодактилюм и хетоцерос. Точно не определено количество жирных кислот, необходимое для роста личинок и спата. Установлено, что рост личинок гигантской устрицы не увеличивался, если их кормили микроводорослями, содержащими до 2% докозагексаеновой кислоты. Корреляция между темпом роста и содержанием кислоты была отрицательной. Однако исследователи нашли связь между содержанием насыщенных жирных кислот и темпом роста личинок. Диеты с высоким содержанием насыщенных жиров наиболее полезны для быстрорастущих личинок, поскольку энергия, высвобождаемая от насыщенных жиров, значительно эффективнее, чем от ненасыщенных жиров. Следовательно, содержание насыщенных жиров в микроводорослях необходимо увеличивать, путем культивирования их при высокой освещенности.

Липиды являются главным источником энергии в период развития личинок. Для завершения метаморфоза устриц, содержание липидов в корме должно достигать определенного уровня. При кормлении спата устриц микроводорослями с высоким содержанием липидов, у него наблюдается более высокая скорость роста и

выживаемость. При перенесении его в естественные условия, такой спат растет значительно быстрее.

Витамины, хотя и в незначительных количествах, должны присутствовать в пище животных для поддержания нормальной жизнедеятельности. Известно, что корм, состоящий из одноклеточных водорослей с высоким содержанием витаминов, оказывают положительный эффект на рост и выживаемость моллюсков. Некоторые витамины нужны еще и потому, что служат важным предшественником коферментов. Витаминный состав кормовых микроводорослей представлен жирорастворимыми (провитамины А, Е, К) и водорастворимыми ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$ , С, РР) витаминами. Микроводоросль тетраселмис содержит самое большое количество провитамина А -  $4280 \text{ мкг}\cdot\text{г}^{-1}$  и витамина Е -  $6323 \text{ мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ . У изохризиса максимальное содержание витамина РР -  $2690 \text{ мкг}\cdot\text{г}^{-1}$  и витамина С -  $183 \text{ мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ , а у скелетонемы и хетоцероса содержание витамина  $B_1$  соответственно - 710 и  $655 \text{ мкг}\cdot\text{г}^{-1}$ .

Количество аскорбиновой кислоты, содержащейся в микроводорослях, в десятки раз превышает потребности моллюсков. Так, микроводоросли *I. galbana* и *T. suecica* содержат соответственно 772 и  $498 \text{ мкг}\cdot\text{г}^{-1}$  аскорбиновой кислоты. Количество витамина С, необходимое для личиночных форм моллюсков, точно не установлено. Однако известно, что личинки имеют высокую интенсивность обмена и высокий уровень синтеза коллагена, поэтому аскорбиновая кислота будет быстрее расходоваться в период метаморфоза, и потребности в ней могут возрастать.

Таким образом, для успешного выращивания двустворчатых моллюсков, необходимо на всех стадиях их развития использовать полноценные корма, содержащие в достаточных количествах белки, углеводы, полиненасыщенные жирные кислоты и витамины.

## Глава 2

### МИДИЕВОДСТВО

Нужно ли вообще выращивать мидий в Чёрном море, точнее найдёт ли спрос выращенная продукция? Исследование рынка продуктов из мидий в Украине выполнили в 1999 г. специалисты Керченского морского технологического института (ныне университета): Н.В. Наумова и А.Х. Козыряцкая. Согласно их исследованиям, рынок мидий в Украине состоит из трёх основных сегментов:

1. Рынок отдельных лиц и домохозяйств, приобретающих мидий и продукты из них для личного потребления;
2. Рынок организаций, приобретающих мидий для переработки или для общественного питания;
3. Рынок предприятий и организаций для фармацевтической и медицинской промышленности.

Разработаны технологии изготовления различных продуктов из мидий: мидии живые товарные; варёно-мороженное мясо мидий, сухой мидийный бульон; гидролизат пищевой; несколько видов консервов и пресервов; медицинские препараты; кормовые добавки для с/х животных. Показано, что ёмкость рынка мидий на Украине составляет 143 098 т мидий в год, а в Крыму – 7 238 т/г.

Согласно исследованиям специалистов ЮгНИРО объёмы реализации на Украине лечебно-профилактических препаратов и пищевых продуктов из мидий могут составлять более 50 млн. дол. США.

Однако анализ коммерческой деятельности предприятий, существовавших ранее и функционирующих в настоящее время, свидетельствует о недооценке руководителями предприятий важности формирования и развития рынка мидий в Украине. Практически никто из мидиеводов не занимается рекламой своей продукции, ни в местах реализации, ни в Интернете, ни в СМИ. Пассивность в отношении маркетинга создаёт серьёзные трудности при реализации мидий.

На Западе, даже в странах с традиционным потреблением моллюсков, издаются массовыми тиражами красочные проспекты с

рецептами приготовления мидий. Эти рецепты покупатель может взять бесплатно при покупке моллюсков. Там же, а также в барах, книжных магазинах, отелях можно увидеть красивые плакаты с изображением моллюсков и, например, с такими текстами: «Чтобы быть в форме – ешьте мидий», «Открыть устриц означает открыть праздник», «Хочу устриц сейчас же!» и т.д. Выпускаются сборники рецептов приготовления морепродуктов; популярная литература, пропагандирующая знания о морепродуктах, их выращивании, потреблении и т.д. В ресторанах используют салфетки, бумажные скатерти и подложки с изображением блюд и рецептов приготовления морепродуктов. Наш собственный опыт свидетельствует о высокой эффективности газетных публикаций, выступлений на телевидении с информацией о своих мидийных, либо устричных хозяйствах.

Каждое предприятие, заинтересованное в реализации продукции, должно иметь в Интернете профессионально построенный собственный сайт. Большая часть клиентов, оптовых покупателей и партнёров, также отыскивается через Интернет.

Итак, если Вы решили заняться выращиванием мидий, то сразу же начинайте работать над организацией реализации своей будущей продукции, над созданием пока ещё не существующего рынка живых мидий и устриц, которые имеют неоспоримые преимущества перед импортным мороженым мясом моллюсков.

## **2.1. Технические средства выращивания**

Основные составляющие мидийно-устричного хозяйства следующие: 1) морская ферма; 2) береговая база; 3) плавсредства (специализированное судно, дополнительные плавсредства). Перечисленные три компонента являются обязательными; отсутствие, пусть даже временное, одной из компонент приводит к негативным и трудно устранимым последствиям. Не следует устанавливать ферму в море, не имея береговой базы, или судна для обслуживания фермы и контроля её технического состояния. Повреждения элементов фермы от внезапного шторма должны быть незамедлительно устранены, так как в дальнейшем эти повреждения могут привести к ещё более серьёзным нарушениям (наваливание

оторвавшейся хребтины на другой неповреждённый носитель и последующее перепутывание коллекторов и рукавов и т.д.). С другой стороны, опыт учит, что морская ферма, оставленная без надзора, быстро становится привлекательным объектом для любителей пожить за чужой счёт. Поэтому и судно и береговая база должны постоянно находиться в рабочем состоянии.

### **2.1.1. Морская ферма**

Мировая конхиокультура насчитывает огромное количество различных конструкций, предназначенных для выращивания моллюсков. Ещё больше было запатентовано мидийных и устричных установок, которые никогда не были реализованы. Большинство из предлагавшихся и испытывавшихся технических средств обладали серьёзными недостатками: высокой ценой, нетехнологичностью, неустойчивостью к штормам и т.д., поэтому они не получили распространения.

Технологии и технические средства современного мидиеводства довольно разнообразны. Мидий выращивают на дне (Голландия, США); на вертикальных сваях (Франция); на жердях (Юго-Восточная Азия); в подвешенном состоянии: на плотках (Испания, Япония), на рамах «столах» (Франция, Средиземное море), на ярусах (Европа, Америка, Юго-Восточная Азия).

Здесь мы рассмотрим только хорошо зарекомендовавшие себя установки, то есть такие, которые широко применяются в мировой практике и показали хорошие результаты при их эксплуатации в условиях Чёрного моря. Речь пойдёт о сооружениях, напоминающих яруса, которые первоначально применялись в Японии для выращивания устриц и морских гребешков, а затем послужили прототипом мидийных установок, эксплуатируемых в Европе и в водах других континентов, а затем были адаптированы к условиям Чёрного моря.

Отметим, что в русской литературе, в отличие от других языков, (например, long-line – в английском; или filiere – во французском) ещё нет общепринятого названия для устройства, предназначенного для выращивания моллюсков. Наиболее часто используют термины «мидийный носитель» и «гидро-биотехническое сооружение»,

сокращённо – ГБТС. Первый термин проще и точнее, поэтому мы остановимся на нём.

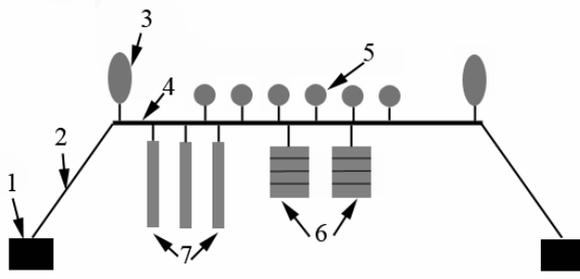


Рис. 52. Схема мидийно-устричного носителя: 1 – якорь (бетонный массив); 2 – боковая оттяжка; 3 – головной буй; 4 – хребтина; 5 – промежуточный буй; 6 – устричные садки; 7 – сетные рукава с мидиями.

На схеме типового носителя, изображенной на рисунке 52, указаны основные узлы носителя: хребтина, наплава (буи), якоря, оттяжки, коллекторы и рукава, устричные садки.

Рассмотрим детально каждый из перечисленных узлов.

1. *Хребтина* является центральным узлом и основой носителя; к ней крепятся все остальные узлы. На хребтину навешиваются приспособления с моллюсками (коллекторы, рукава, садки), то есть весь урожай, поэтому хребтина должна быть достаточно прочной, а её положение в пространстве - устойчивым. Обычно хребтины делают из каната, как правило, изготовленного из капрона (нейлона), либо из полипропилена, а в последнее время используют синтетические комбинированные канаты, изготовленные из синтетических (полистил, полипропилен) и стальных нитей. Длина хребтины 100, реже 200 м. На обоих концах хребтины делаются своеобразные петли, называемые огонами.

Канаты различают по материалу, использованному для их изготовления, например: а) волокнистые канаты, которые подразделяются на растительные, производящиеся из пеньки, манилы, сизаля, и синтетические – они изготавливаются из капрона, лавсана, хлорина, нейлона, полипропилена, полиэстера и др.; б) стальные (или проволочные), канаты. Для канатов

используется как оцинкованная, так и неоцинкованная стальная проволока, а также проволока из нержавеющей стали; в) комбинированные канаты – канаты, изготовленные из жгутов, сделанных из стальной проволоки (оцинкованной и неоцинкованной) с волокнистым покрытием из синтетики.

Одна из основных характеристик каната – его толщина, она характеризуется диаметром каната и измеряется при помощи штангенциркуля. Вместо толщины в русскоязычной литературе чаще дают длину окружности поперечного сечения (в мм). В западных документах всегда приводят только диаметр каната. Кручёные канаты характеризуются также круткой, то есть числом витков на единицу длины каната (как правило, на 1 м). От крутки зависят такие параметры канатов, как устойчивость к механическим повреждениям, плотность и т. д. Среди других технических свойств канатов можно указать: прочность, растяжимость и др. При выборе стальных и комбинированных канатов следует обратить внимание на сердечник, который служит внутренней опорой и противостоит радиальному давлению при нагрузках. Качественный и прочный сердечник позволяет избежать поперечных деформаций.

Чтобы продлить эксплуатационный срок стальных канатов и сохранить все их технические свойства, рекомендуется использовать канатные смазки. Современные смазки способны не только защитить металл от коррозии, но и обеспечить сохранность сердечника, уменьшая износ и сокращая трение. Следует учитывать, что производство канатов постоянно развивается, поскольку продукция находит широкое применение в самых различных областях промышленности, сельского хозяйства, строительства и т. д.

Так во Франции хребтины обычно делали из плетёных полипропиленовых канатов, сплетённых из четырёх, либо восьми прядей (жгутов). Диаметр таких канатов равнялся 40, либо 50 мм; цвет: предпочтительнее чёрный, так как чёрные канаты наиболее устойчивы к воздействию ультрафиолета. Синтетические канаты хорошо сохраняются в морской воде, но быстро разрушаются на воздухе под прямым солнечным освещением. Существенным недостатком неметаллических канатов является их «ползучесть»,

проявляющаяся в увеличении длины под воздействием нагрузки. У новых канатов в начальный период их работы, нити занимают своё рабочее положение, что приводит к удлинению каната. В дальнейшем нагруженные канаты также продолжают вытягиваться, (хотя и слабее), за счёт необратимого растягивания волокон.

Некоторые фирмы выпускают синтетические канаты, прошедшие на заводе предварительную вытяжку. Такие канаты, в процессе эксплуатации меньше вытягиваются. Предварительную вытяжку можно выполнить и самостоятельно, если вымоченный в воде канат растянуть с помощью тали или полиспафта и, в натянутом состоянии, высушить его.

Постоянное удлинение хребтины, сопровождаемое ослаблением её натяжения, является серьёзным недостатком, сильно ухудшающим работу носителя. Во-первых, на ненатянутой хребтине образуются провисания, в результате чего коллекторы и рукава с моллюсками могут тереться и биться друг о друга и даже доставать до дна, что не допустимо. Во-вторых, на ослабленной хребтине, вслед за перемещением морских волн, образуются бегущие волны, приводящие к отрыву и опаданию мидий.

Удлинения хребтины приходится компенсировать периодическими перемещениями якорей, если это, конечно, возможно. Нередко якоря погружаются в илистое дно, что сильно затрудняет их извлечение из грунта. Компенсировать удлинение хребтины можно также с помощью специальных натяжных устройств, описание которых приведено в разделе о боковых оттяжках.

Хорошей альтернативой растягивающимся канатам являются комбинированные канаты. Внешне они выглядят как обычные полипропиленовые или капроновые канаты, однако, они более жёсткие и тяжёлые. Основные их достоинства: высокая прочность и нерастяжимость (сохранение постоянства длины). Во Франции они стали вытеснять классические хребтины, начиная с 1985 года, показав при этом высокую устойчивость к коррозии при условии сохранности внешнего защитного слоя из синтетического волокна. Повышенная прочность комбинированных канатов позволяет использовать относительно тонкие канаты. Однако практика показала, что на тонких канатах не удерживаются на постоянных

местах подвязанные самозатягивающимися узлами коллекторы, рукава и наплава. Оптимальными оказались канаты диаметром 30-32 мм: они ещё не слишком громоздкие, но на них уже надёжно фиксируются подвязанные устройства. Здесь не лишним будет напоминание о внимательном обращении с комбинированными канатами: их нельзя скоблить, нельзя допускать их трения о дно, о буи и технические сооружения. При разматывании канатов нельзя допускать образование на них барашек, формирующих места постепенного разрушения каната. Поэтому такие канаты желательно хранить намотанными на барабаны, либо на вьюшки. Можно сматывать канаты и в бухту, но не круглой формы, а в виде восьмёрки. В этом случае можно стягивать канат, не опасаясь образования барашек.

Информацию о комбинированных канатах, как и о прочем оборудовании можно найти в Интернете, где предлагаются следующие типы комбинированных канатов: Нептун, Альбатрос, Тайфун, Геркулес. Самым оптимальным канатом по гибкости и прочности среди перечисленных канатов является Альбатрос, Нептун - самый гибкий, Геркулес - самый жесткий.

В качестве примера приводим таблицу 11 с характеристиками на Альбатрос (<http://www.promsteel.ru>):

Таблица 11. Характеристики каната «Альбатрос»

Диаметр, мм	Число прядей	Длина, м	Вес 1000 м, кг	Разрывное усилие, кгс не менее
8	6	500-3000	74	1350
10	6	500-3000	111	2100
12	6	500-3000	159	2600
13	6	500-2000	177	3200
14	6	500-2000	210	3600
16	6	500-2000	276	4500
18	6	500-2000	350	5500
20	6	500-2000	440	6900

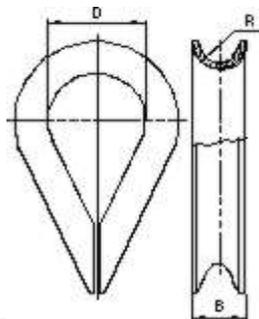
Продолжение таблицы 11.

22	6	500-2000	590	9700
24	6	500-2000	693	11000
26	6	500-1500	820	12700
28	6	500-1500	963	14000
30	6	500-1500	1097	15600
32	6	500-1500	1232	17200
Канат «Альбатрос» облегчённый				
24	6	500-2000	575	8000
27	6	500-1500	645	9000
29	6	500-1500	765	10000
32	6	500-1500	950	12000

Детали носителя, состоящие в основном из канатов, необходимо соединить друг с другом. Очевидно, что собрать носитель из составных частей можно двумя путями: 1) связывая их специальными самозатягивающимися узлами; 2) соединяя их с помощью скоб, колец, зажимов и т.д. Первый способ применяется при изготовлении носителей малой производительности, когда можно использовать относительно тонкие синтетические канаты. Соответственно второй способ необходим при сборке более мощных и штормоустойчивых носителей, изготовленных из комбинированных канатов. В этом случае на концах канатов, например, хребтин, оттяжек делаются огоны. Для изготовления огона необходимы своеобразные искривлённые жёлоба – коуши, информацию о которых также можно найти в Интернете (рис. 53).

Коуши выполняются из стали и делаются они для канатов диаметров от 4 до 40 мм. Вокруг коуша укладывается канат, свободный конец которого вплетается в участок каната перед коушем. Выполнение этой операции требует специальных навыков, особенно при работе с комбинированными канатами. Поэтому изготовление огонов лучше поручить специалистам по такелажным

или траловым работам (морякам, рыбакам, рабочим сетевязальных фабрик, такелажникам и т.д.).



Обозначение, №	Диаметр каната, мм	D, мм	B, мм	R, мм	Масса, кг
15	3,5 - 4,6	15	10	3,0	0,015
20	4,6 - 5,7	20	11	3,5	0,025
25	5,7 - 7,0	25	12	4,0	0,035
30	7,0 - 8,6	30	14	5,0	0,058
34	8,6 - 10,2	34	18	6,0	0,11
40	10,2 - 12,5	40	20	7,0	0,15
45	12,5 - 15,5	45	24	9,0	0,20
56	15,5 - 18,5	56	28	10,0	0,40
63	18,5 - 22,0	63	32	12,0	0,55
75	22,0 - 25,5	75	38	14,0	0,97
85	26,5 - 30,0	85	42	16,0	1,32
95	30,0 - 34,5	95	50	19,0	1,85
105	34,5 - 39,5	105	56	22,0	2,30

Рис. 53. Технические характеристики коушей (взято из <http://ukrlashing.com.ua/BZPTO/Koushi.htm>).

Свободный конец каната можно не заплетать, а закрепить его на канате у основания огона с помощью трёх зажимов, выпускаемых промышленностью для канатов различных диаметров. Нужно учитывать, что зажимы работают эффективнее на канатах с жёсткой сердцевиной. Есть ещё одно обстоятельство: наиболее сильное давящее воздействие, способное ослабить прочность каната,

оказывает арка (дужка) зажима. Поэтому нужно так располагать зажимы, чтобы дужка приходилась на свободный (не нагруженный) конец.

2. *Наплава* (буи, кухтыли, поплавки) обеспечивают плавучесть носителя и удерживают выращиваемых моллюсков в толще воды, где они омываются течением, приносящим корм, кислород и уносящим продукты распада. Наплава изготавливаются из металла, либо из пластических материалов, например из полиэтилена высокого давления (высокой плотности). Обычно металлические буи делают большого объёма до 500-1200 л и применяют их там, где требуется большая несущая способность, например в качестве головных, то есть концевых буёв, удерживающих тяжёлые якорные цепи. В иных случаях отдают предпочтение пластиковым наплавам. Основные недостатки металлических буёв: большая масса, способствующая возникновению повышенных динамических (ударных) нагрузок на носитель, подверженность коррозии.

Для борьбы с коррозией применяют специальные покрытия, например напыление цинком (горячее покрытие), либо ставят на буй цинковые протекторы. Эффективной может быть и специальная покраска, если она выполняется с соблюдением технологических требований (тщательная очистка поверхности от ржавчины и грязи, затем нанесение слоя преобразователя ржавчины (фосфатирование), потом слоя силиката цинка, а сверху – защитное покрытие на основе эпоксидной смолы).

Очень важно не допускать образование пар разных металлов или сплавов, вызывающих в морской воде электрохимическую коррозию. Например, если металлический буй будет присоединён к цепи или к хребтине скобой из нержавеющей стали, то это вызовет ускоренное разрушение буя. Нельзя сочетать (что часто делают!) стальные детали с медными, или с алюминиевыми, или с нержавеющей. Например, на стальном тросе делают огон и закрепляют его с помощью медной или алюминиевой трубки. В первом случае в морской воде разрушится трос, а во втором – трубка, а, следовательно, и сам огон. Нередко наблюдается повышенная коррозия вдоль сварного шва, то есть в зоне контакта двух сплавов: электрода и материала буя.

Пластиковые буй не подвержены электрохимической коррозии, но они становятся ломкими и разрушаются под воздействием ультрафиолетовых лучей. Качественный буй можно изготовить только из нового сырья (без использования в качестве сырья изделий б/у). Кроме этого, для защиты от УФ-лучей применяют специальный наполнитель на основе сажи (carbon-black). Поэтому, перед приобретением буй, рекомендуется изучить техническую документацию на данные изделия. Стойкие к воздействию ультрафиолета пластиковые наплава имеют чёрный цвет.

Прочность пластикового буй зависит от толщины стенки, а также от его формы и конструктивных особенностей. Принято считать, что минимально допустимая толщина стенки равна 8-10 мм. Растущий на носителе урожай мидий, иногда затягивает хребтину с наплавами на глубину, где они сплющиваются и ломаются под воздействием возросшего внешнего давления. При этом наиболее прочными оказываются шарообразные наплава, а наименее – вытянутые. К сожалению, нельзя во всех случаях использовать шарообразные буй, потому что на поверхности они по своим гидродинамическим свойствам уступают вытянутым.

Прочность буй можно существенно увеличить, заполнив его объём пенополиуретаном. Конечно, при этом увеличивается его вес и снижается несущая способность. Альтернативное решение: закачивание воздуха в буй, снабжённый ниппелем. Хорошие и сравнительно недорогие буй с поддувом выпускают итальянские фирмы: TEAM MARE, а также LUCIANO COCCI. Эти буй имеют, так называемую, «гидродинамическую» (овальную) форму, смягчающую удары волн (рис. 54). За счёт своеобразной конструкции стенок удалось уменьшить их толщину до 5-7 мм, сохранив при этом прочность всего буй. Отметим, что избыточное внутреннее давление в буй не должно превышать 0,5 атм.

«Узким местом» как металлического, так и пластикового буй является его рым, то есть скоба, за которую его прикрепляют к носителю. Если соединение осуществляется с помощью такелажной скобы, то это приводит к перетиранию рыма пальцем скобы. Поэтому рым металлического буй делают из твёрдой стали, а в пластиковых буй в отверстия рымов вставляют втулки из твёрдой пластмассы.



Рис. 54. Пластиковые буи для мидийных и устричных носителей (причал ИнБЮМ).

Выбор наплава производится не только по таким его характеристикам, как материал, объём, вес, форма, прочность, устойчивость к коррозии и УФ, особенности рымов и их количество, но и, конечно, по цене изделия. При этом цену приводят к объёму буя, иными словами выясняют, сколько стоит 1 л плавучести и именно этим показателем руководствуются при суждении о приемлемости предлагаемой цены. Можно для себя принять верхний порог цены 1 л наплавов и тем самым сократить возможный выбор большого ассортимента наплавов, изготавливаемых во многих странах.

3. *Якоря* для постановки мидийно-устричных носителей могут быть металлическими или железобетонными, называемыми «массивами».

Хорошие чугунные якоря овальной формы, массой 500, 1000 и 1500 кг, использует морская гидрография. Такие якоря отливает Севастопольский морской завод. В нижней части якоря имеется присоска, увеличивающая силу сцепления якоря с грунтом. В

настоящее время якоря данного типа считаются слишком дорогими и используются редко.

Бетонные якоря (массивы) в мировой марикультуре получили очень широкое распространение. Плотность бетона находится в пределах между 2,2 и 2,4 г/см<sup>3</sup>. Поэтому бетонный массив массой 5 т занимает объём 2 – 2,3 м<sup>3</sup>. Основными параметрами массива являются его вес, удерживающая способность и надёжный рым.

Согласно европейскому опыту выращивания мидий в незащищённых акваториях, для надёжного удержания носителей необходимо использовать массивы массой минимум 5 т (рис. 55).

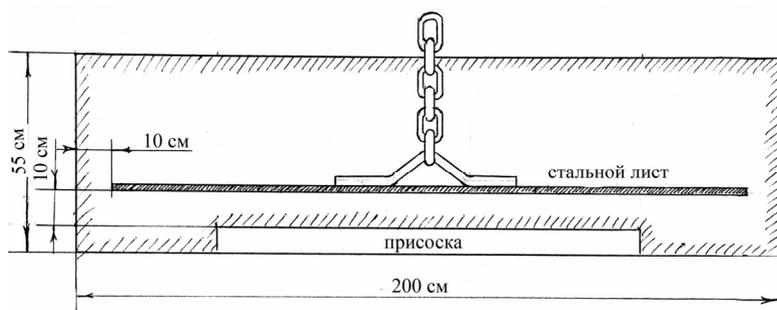


Рис. 55. Конструкция бетонного массива (якоря).

При постановке поверхностных носителей в бухтах, заливах, лагунах берут массивы весом 3 т и меньше. Удерживающая способность массива зависит от его формы. Нельзя массив делать кубическим: во-первых, он плохо сцепливается с дном; во-вторых, может опрокинуться, если усилие, прилагаемое к рыму, будет достаточно велико. Поэтому массивы изготавливают уплощённой формы. С нижней стороны массива делают присоску. Для этого перед заливкой формы на её дно кладут квадрат из пенопласта толщиной 5 см. Затем, после подъёма массива, пенопласт извлекают ломиком. После постановки массива на дно, желательно, чтобы водолаз его прикопал грунтом. В этом случае вертикальные стенки массива делают с некоторым наклоном, т.е. массив должен расширяться книзу.

Надлежащее внимание нужно уделить изготовлению рыма. Он должен быть надёжно закреплён в бетоне и не изнашиваться продолжительное время. Лучше предусмотреть постановку 2-3 рымов. Вместо рыма хорошо использовать кусок цепи без перемычек калибра 30-32 мм (толщина прутка, из которого сделана цепь). В нижнее звено цепи вставляются крест-накрест две арматуры, которые привариваются к стальному листу. Массив желателно утяжелить, вмонтировав в бетон металлолом. При этом концы металла должны располагаться по отношению к краю массива не ближе 5-10 см.

После изготовления массива, его выдерживают на воздухе в течение недели, для завершения процесса схватывания бетона, после чего массивы грузят на судно (либо плавкран) для постановки в море. Именно постановка гораздо предпочтительнее простого сбрасывания массива в море, так как в воде массив не падает, а движется наподобие падающего в воздухе листа. Поэтому массив достигает дна не в нужном месте, а в стороне от него, причём может лечь присоской вверх, а рымами вниз. Если массивы будут всё-таки сбрасываться, нужно в верхней части массива привязать временные прочные буйки, которые не позволят массиву перевернуться. В дальнейшем водолаз должен будет обрезать эти буйки. До постановки массивов к ним присоединяют боковые оттяжки, что гораздо проще и надёжнее выполнить на берегу, а не под водой.

В местах с сильным течением массивы ползут при воздействии на них больших нагрузок, передаваемых от носителей, работающих как подводный парус. В этом случае за массивом вгоняют в грунт анкер (свайный якорь), который соединяется с массивом цепью. В качестве анкера можно взять стальную трубу диаметром 16-20 см и длиной 2,5-3 м. К верхней части трубы приваривается кольцо из прутка. В это кольцо будет входить направляющая (лом) при замывании якоря в грунт. После постановки анкера, его соединяют через кольцо скобой и цепью с массивом.

Установка свайного якоря производится водолазом с участием плавсредства, оборудованного для работы с гидромонитором. Водолаз опускается на грунт, находит нужный массив и по нему конец якорной цепи. Цепь вытягивается на полную длину. В месте, где находится конец цепи, в грунт заглубляется направляющий

штырь длиной 2,5-3 м, диаметром 14-18 мм, заострённый с одной стороны. Штырь заглубляется в грунт покачиванием с помощью рук. На штырь надевается свайный якорь (через кольцо) с уже установленным на поверхности внутри якоря гидромонитором.

Затем по команде водолаза гидромонитор включают и, водолаз, держась за штырь и сваю, направляет и придерживает всю систему, помогая свае уходить в грунт.

Однако имеющийся опыт эксплуатации мидийных носителей позволяет утверждать, что правильно изготовленные и хорошо поставленные на дно 5-ти тонные железобетонные массивы обеспечивают надёжное удержание носителей в местах их постановки.

4. *Оттяжки* предназначены для удержания носителя на месте, а также для амортизации рывков и предотвращения других динамических воздействий на носитель, негативно влияющих на сохранность урожая и сохранность самого носителя. Оттяжки подразделяются на основные (или боковые) и промежуточные (или вертикальные).

Основные оттяжки соединяют концы хребтины с основными якорями, передавая при этом хребтине растягивающие усилия. Схема механизма натяжения хребтины такова. Длина боковых (основных) оттяжек втрое превышают глубину в местах положения огонов хребтины. Поэтому оттяжки уходят под воду не вертикально, а под острым углом ко дну. Головной буй, привязанный к концу хребтины, тянет её к поверхности, а оттяжка тянет хребтину к якорю под углом ко дну. Можно разложить по правилу параллелограмма силу выталкивания, производимую головным буюм (она направлена вверх) на силу реакции в направлении оттяжки и определить графически силу растяжения хребтины, направленной горизонтально (рис. 56).

Из схемы следует, что чем объёмнее буй и чем длиннее оттяжка, тем больше будет растягивающее усилие. С другой стороны, видно также, что, если боковую оттяжку сделать вертикальной, тогда растягивающее усилие будет равным нулю.

Именно поэтому длину оттяжки выбирают равной минимум трём глубинам. Можно сделать оттяжки и длиннее, что сделало бы её работу эффективнее, но это увеличит стоимость носителя.

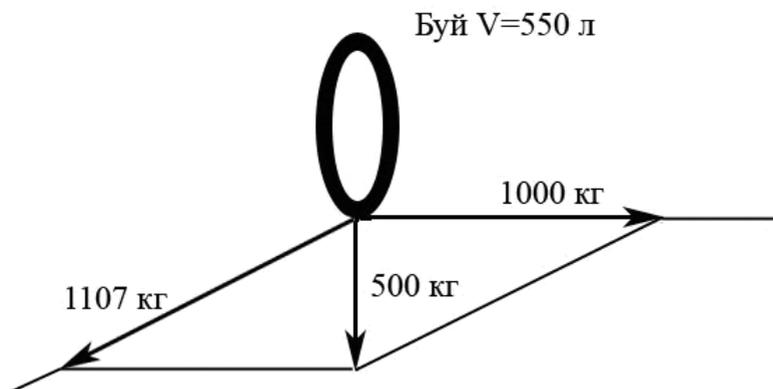


Рис. 56. Силы, воздействующие на элементы носителя.

Для чего необходимо растягивать хребтину? Основные причины - это предотвращение: 1) образования на хребтине волн и последующего стряхивания мидий на дно; 2) слишком большого изгибания и вытягивания носителя в направлении течения; 3) образования провисаний хребтины, что ведёт к перепутыванию коллекторов и залеганию их на дне. Выполнение этих задач возможно при использовании оттяжек разной конструкции.

Самым простым и, пожалуй, самым распространённым типом основной оттяжки является оттяжка, изготовленная из каната. Она представляет собой капроновый, полипропиленовый или комбинированный канат, длина которого равна трём глубинам в месте постановки головного буйа. Оба конца оттяжки заделаны в коуши, то есть, сделаны огоны, что не обязательно, если сборка носителя выполняется с применением узлов. Растягивающее усилие, производимое такой оттяжкой, легко может определить графически или путём вычислений сам конструктор носителя. При этом, для нахождения выталкивающей силы головного буйа, нужно из его объёма вычесть его вес и вес оттяжки под водой. Получаемая величина будет оценкой максимально возможного растягивающего усилия, возникающего при полном погружении одного головного буйа. Общее растягивающее усилие, производимое обоими головными

буями, будет вдвое больше. Понятно, что если головной буй будет мал, а оттяжка довольно тяжёлой, тогда и растягивающее усилие будет слишком мало, что потребует подбора других элементов системы натяжения. Обычно в качестве головных используют буй объёмом 150 – 600 л, реже 900 - 1200 л. Если нет в распоряжении больших буйёв, можно их заменить двумя или несколькими буями меньшего объёма, расположенными на достаточном удалении друг от друга, предотвращающем столкновения буйёв.

Другой тип основной оттяжки: *оттяжка из цепи* калибра 30 (диаметр прутка цепи – 30 мм), что соответствует примерно 20 кг на погонный метр. Оттяжка из такой тяжёлой цепи в натянутом состоянии прогибается и дополнительно оттягивает головной буй. Длину оттяжки в этом случае делают короче: 2 – 2,5 глубины. В настоящее время цепи стоят дорого, поэтому реально использовать только цепи б/у. Известно, что цепи со временем изнашиваются, точнее их звенья перетираются. Поэтому перед покупкой необходимо тщательно осмотреть цепи, обращая внимание на наиболее изношенные звенья, помня о том, что надёжность цепи определяется самым изношенным звеном. Головной буй должен быть достаточно объёмным. Так, если планируется постановка носителя на акватории с глубинами 15 м, потребуется оттяжка длиной не менее 30 м, вес которой равен 600 кг. Для удержания такой цепи в толще воды и осуществления натяжения хребтины потребуются головной буй с положительной плавучестью 800 кг, что соответствует бую, объёмом 900 - 1000 л. Однако у мидиеводов существует правило: объём головного буя должен вдвое превышать вес удерживаемой цепи. Поэтому в данном случае нужно взять буй объёмом 1200 л. Следует отметить, что столь мощные натяжные устройства применяют в местах с частыми и сильными штормами, а также в местах с сильными течениями. Рекомендуется при использовании оттяжек из канатов устанавливать пластиковые головные буй объёмом 200 – 300 л, или два буй по 150 л.

*Боковая оттяжка с натяжным буйём.* В данном устройстве, кроме головного буя, используется дополнительно натяжной буй объёмом 150-300 л. Этот буй постоянно находится под водой, поэтому он должен быть прочным (металлическим или пластиковым, но заполненным полиуретаном). Натяжной буй закрепляется на

оттяжке на расстоянии  $1/3$  её длины, отмеренный от массива. Закрепление буйа выполняется либо подвязыванием его с помощью двух капроновых концов, либо с помощью скобы. Во втором случае оттяжку делают из двух отрезков с длинами равными  $1/3$  и  $2/3$  общей длины оттяжки. Концы каждого отрезка заканчиваются огонами. Оба отрезка соединяются друг с другом с помощью кольца, в которое предварительно вставляются оба коуша, после чего делаются огоны. Натяжной буй прикрепляется к кольцу с помощью скобы. Обычно для этой цели используют кольца и скобы калибра 30-32. Предпочтительнее приобрести тройные кольца, т. е. приспособления, состоящие из одного центрального кольца, на которые одеты два дополнительных кольца меньшего калибра. В этом случае коуши продеваются в дополнительные кольца.

Боковая оттяжка с натяжным буюм производит дополнительное и стабильное растягивающее воздействие, сила которого не зависит от прохождения волн через головной буй.

*Боковая оттяжка с балластом.* Работа этого типа оттяжки аналогична работе оттяжки, изготовленной из цепи. Как и в предыдущем случае, оттяжка выполняется из двух отрезков каната, соединённых кольцом. Однако в данном типе, короткий отрезок присоединяется не к якорю, а к головному бую. К кольцу подвешивается балласт весом под водой примерно в 200 кг. Для работы оттяжки большое значение имеет не только вес балласта, но и его форма. Практика показала, что компактный балласт сильно раскачивается на оттяжке даже при слабом волнении. Избежать раскачивания можно, придав ему вытянутую форму. Хорошим решением этой проблемы является использование кусков цепи, а именно: 5 кусков старой цепи калибра 30, длиной по 2 м, соединяют с одного края сварным кольцом и подвешивают скобой к кольцу на оттяжке. Такая оттяжка работает эффективнее, чем изготовленная из каната, но требует использования более объёмного головного буйа. Данное устройство, как и два предыдущих, целесообразно применять в местах с сильным течением ( $1 - 1,5$  м/сек) или с повышенным волнением.

*Комбинированный тип боковой оттяжки* представляет собой комбинацию оттяжек с натяжным буюм и с балластом. В данном случае она разбивается на три отрезка и, в месте соединения

верхнего отрезка со средним отрезком подвешивается балласт, а между средним и нижним – натяжной буй. Такие оттяжки эффективны в морях с большой амплитудой приливов, (что в Чёрном море не наблюдается), а также в подповерхностных носителях, при обслуживании которых хребтину требуется поднимать на поверхность. При необходимости постоянной компенсации удлинения хребтины, когда ползут якоря или удлиняются канаты, также можно использовать комбинированный тип боковых оттяжек.

*Промежуточные (вертикальные) оттяжки* устанавливают редко и применяют их совместно с промежуточными якорями. Необходимость в них возникает при эксплуатации подповерхностных носителей, хребтины которых удерживаются на заданной глубине (5 м) с помощью промежуточных оттяжек. Также этот тип оттяжек применяется в поверхностных носителях большой длины (200 – 500 м), которые устанавливают в защищённых акваториях.

5. *Коллектора* – это устройства, применяемые для сбора в море личинок мидий с последующим их подращиванием с целью получения молоди длиной 10 – 30 мм. Дорашивание мидий до товарных размеров проводят в сетных рукавах или прямо на коллекторах. В мидиеводстве используются самые разнообразные коллекторы, изготовленные из синтетических и натуральных материалов. Часто для их изготовления берут изделия б/у и даже бросовые материалы, например фрагменты старых автопокрышек. И наоборот, коллекторы из новых синтетических канатов и сетной дели, не годятся для непосредственного использования. Новые синтетические коллектора должны пройти предварительную выдержку («вымокание») в морской воде в течение двух месяцев.

Основные требования к коллектору следующие: на него хорошо должны оседать личинки мидий; осевшие мидии должны надёжно удерживаться на коллекторе в процессе их роста; коллектор должен быть дешёвым, прочным; быть высокоэффективным (компактным и с большой рабочей поверхностью), т.е. должен обеспечивать возможность получения на носителе высоких урожаев. Установлено, что на ворсистую поверхность личинки оседают лучше, чем на гладкую. Мидии хорошо оседают на нитчатые водоросли, обрастающие коллектора.

Наиболее распространённые коллекторы представлены на рис. 57.

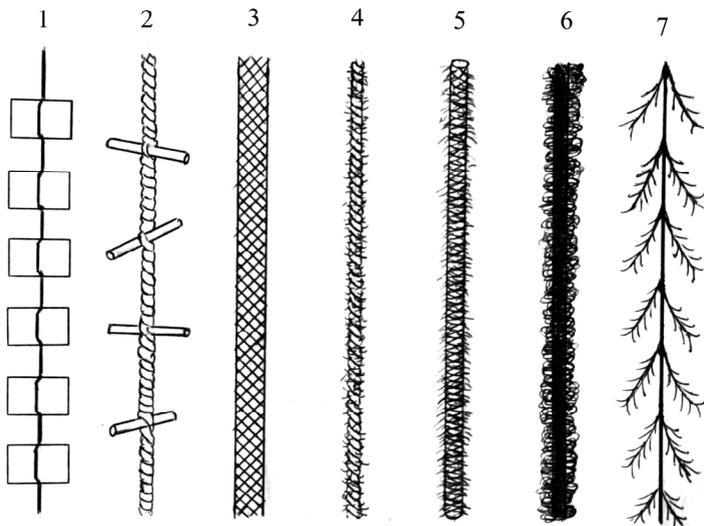


Рис. 57. Образцы коллекторов для сбора спата мидий: 1 – коллектор с пенопластовыми вставками конструкции Крымрыбакколхозсоюза, 1984 г.; 2 – коллектор из каната с деревянными, либо пластиковыми вставками; 3 – полоса из сетной дели, Чёрное море; 4 – кокосовый канат (Франция, Испания); 5 – сетчатая трубка из ворсистой дели; 6 – верёвка со слоем петель (Канада); 7 – коллектор «искусственная водоросль» (Канада – Япония).

Некоторые фирмы выпускают коллекторы в виде еловых веток, либо водорослей; в качестве коллекторов используют также «мохнатые» недорогие кокосовые канаты, которые широко применяют в Европе.

Коллекторы, пожалуй, наиболее часто изготавливают из старых полипропиленовых и капроновых канатов разной толщины: от 8 до 100 мм. Из полипропиленовых верёвок диаметром 18 мм плетут косички (коллектор «косичка») и т.д. При изготовлении коллекторов необходимо учитывать, что при разрезании капроновых изделий

быстро тупятся ножи, поэтому ножи делают из твёрдой стали. Толстые канаты разрезают циркулярной пилой, а тонкие – ножом с подогревом, который плавит канат и, оплавляя край, предотвращает его распутывание. Концы толстых канатов закрепляют марками.

Типичный коллектор изготовлен из старого каната диаметром 10-30 мм с поперечными вставками, либо из полосы сетной дели шириной 10-15 см и размером ячеей 40-70 мм. Поперечные вставки (из пластика, либо дерева длиной 20-25 см), закреплённые через каждые 30-50 см предотвращают опадание мидий под действием их тяжести или от встряхивания волнами. В сетной полосе роль поперечных вставок играют нити дели, причём, чем толще и грубее нить, тем лучше коллектор. Длина коллектора обычно находится в пределах 4-8 м. Оптимальной считается длина 5-6 м. Действительно, слишком короткие коллекторы не позволяют обеспечить рентабельность, а слишком длинные – тяжёлые по весу, поэтому с ними трудно работать.

К верхней части коллектора подвязывается поводок с помощью самозатягивающегося узла. Поводок служит для подвязывания коллектора к хребтине, для чего обычно применяют выбленочный узел. Данный тип узла прост и он надёжно фиксирует коллектор в заданном месте и исключает ослабление затяжки. Подчеркнём, что подвязывание коллекторов к хребтине осуществляется только самозатягивающимися узлами. Подвязывание коллекторов, рукавов, наплавов и т.д. обычными «непрофессиональными» узлами приводит к перетиранию верёвок и канатов и к саморазрушению носителя. Здесь уместно вспомнить морскую поговорку: «Море ошибок не прощает». К нижней части выставляемого коллектора подвязывается груз весом 2-5 кг, который можно удалить после заселения коллектора мидиями. Однако, в местах с сильным течением (1-3 м/сек) вес груза берут в пределах 5-10 кг. Коллекторы можно подвязывать к хребтине и петлём с поводком, изготовленными из сеточника диаметром 4-6 мм (рис. 58).

Расстояние между коллекторами зависит от скорости течения и прибойности в месте размещения мидийного носителя и варьирует в пределах 0,4 – 1,2 м. Мидии, подросшие на коллекторах до размеров 10-30 мм, называют молодью, посадочным материалом или, более профессионально, спатом (spat, seed – англ.; naissain – франц.). Спат

отделяют от коллекторов, сортируют его по размерам и засыпают в рукава, то есть в трубки из сетной дели.

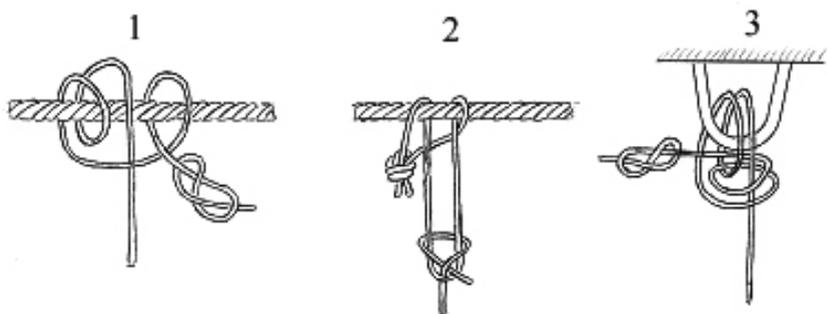


Рис. 58. Основные узлы, используемые в марикультуре: 1- выбленочный; 2 – петля и рыбацкий узел; 3 – привязывание буя.

Рукава предназначены для дорастивания спата до товарного размера. В мидиеводстве применяются рукава различных конструкций. Первоначально использовали, главным образом двойные рукава, то есть состоящие из двух, вложенных друг в друга рукавов: рукав из хлопчатобумажной дели помещался внутри рукава из синтетической дели. В хлопчатобумажном рукаве из мелкочаеистой дели находились мидии, которые прикреплялись друг к другу с помощью биссуса. Тем временем хлопчатобумажная дель перегнивала и мидии оставались в синтетической крупночаеистой дели. Если синтетический рукав не был достаточно прочным, внутри рукава пропускали несущую верёвку. Иногда рукава прикрепляют к коллекторам с помощью резиновых колец, вырезанных из мотоциклетных либо велосипедных камер. Выпускаются узкие и широкие рукава. Последние, при заполнении мидиями разделяются на отдельные камеры (пакеты), либо оборачиваются тонкой верёвкой, ограничивающей диаметр рукава. В последние годы чаще применяют узкие и прочные синтетические рукава, в которых не используется несущая верёвка.

В настоящее время фирмы Испании, Франции, Италии и т.д. выпускают универсальные рукава DUPLEX, пригодные для размещения в них мидий любого размерного класса. Особенности их

конструкции заключаются в том, что между основными нитями сети проходят очень тонкие нити не спаянные между собой, которые вначале удерживают мидий от выпадения, а затем, под воздействием мидий, раздвигаются и позволяют мидиям выходить на наружную поверхность рукава, где мидии образуют плотные поселения и хорошо растут.

Сетные рукава поставляются в бобинах длиной по 500 м (иногда 1000 и 1500 м) и ориентировочной стоимостью 20 дол. США за 500 м. Хорошие рукава производит испанская фирма *Internas* и итальянская *ROM plastica*. Овощные сетки отечественного производства для подращивания мидий не годятся.

Можно изготовить самодельные рукава из старых тралов, либо крупноячеистой дели (ячей 6–8 см). Из дели нарезают полосы шириной 25 см и длиной 4-7 м. Их раскладывают на рабочем столе и покрывают двойным слоем газеты или плотной бумаги. На бумагу насыпают валик мидий и раскладывают мидийные друзы. Затем края полосы соединяют и прошивают. При этом края бумаги не доходят друг до друга, образуя щель шириной 2-3 см (иначе мидии могут задохнуться). После размещения рукавов на носителе бумага растворяется и мидии постепенно выходят на внешнюю поверхность рукава.

#### *Сборка носителя.*

После приобретения основных материалов можно приступить к сборке носителя, для чего потребуются такие такелажные изделия как скобы, кольца, коуши, зажимы, о которых уже речь шла выше. Вся сборка разбивается на два этапа: предварительный монтаж на берегу и полная постройка носителя в море. Конечно, сборка и постройка каждого конкретного типа носителя имеет свои особенности, которые и будут рассмотрены ниже при изложении материала по каждому основному типу. В данном разделе обсуждаются общие правила и основные приёмы сборки мидийных носителей.

Считается, что носители, собранные с помощью скоб, колец и других такелажных изделий долговечнее носителей, собранных с помощью морских узлов. Действительно, в первом случае работают металлические изделия, а во втором – синтетические. Но сборка с помощью узлов проще и дешевле, поэтому её целесообразнее

применять при постановке периодически извлекаемых из моря носителей, (например, типа «Поверхностный носитель», «Непрерывный коллектор»), а также носителей, легко поддающихся ремонту прямо в море. Необходимо иметь ввиду, что канат может разрушаться не только снаружи при трении о некоторый предмет, но и изнутри, если канат попеременно сгибается и разгибается или скручивается и раскручивается. В этом случае жгуты и отдельные волокна трутся друг о друга, что и приводит к «усталости материала» и разрыву каната. Особенно это характерно для полипропиленовых канатов, слабо противостоящих истиранию. При этом внешний осмотр не всегда позволяет обнаружить начало разрушения каната.

Прежде, чем приобретать такелажное оборудование нужно проверить по основным и габаритным размерам возможность его совместного использования в монтажных работах. Размерные и прочностные характеристики изделий приведены в специальной литературе, а также в Интернете. Эти размеры позволяют, в частности, проверить зайдёт ли выбранная скоба на рым буя или якоря и пройдёт ли эта скоба сквозь звено цепи, а также проверить одевается ли скоба на кольцо и при этом в ней останется достаточно места для огона и т.д. Проверить также надо правильность выбора коушей и зажимов. Возможно, что после такой проверки придётся заменить часть изделий другими марками или другими номерами.

В продаже предлагаются различные типы скоб (рис. 59). Они изготавливаются из различных сортов стали, в том числе из мягкой, твёрдой и стали высокой твёрдости. Следует избегать скоб, как из мягкой стали (быстро изнашиваются), так и из очень твёрдой стали (ломаются). Необходимо также обратить внимание на допускаемые нагрузки. Калибр скобы, то есть диаметр её щеки может быть указан в дюймах (1 дюйм = 2,54 см), тогда калибр скобы в таблице изменяется с шагом 1/8 дюйма (примерно 3мм).

Скобы подразделяются в зависимости от их формы, особенностей пальца (оси) и формы головки пальца. По форме скобы разделяют на прямые, с-образные и на омегаобразные. Последние более просторны и позволяют разместить на них больше изделий, чем на с-образных. Пальцы делают либо ввинчивающимися в тело скобы, либо с навинчивающейся гайкой.

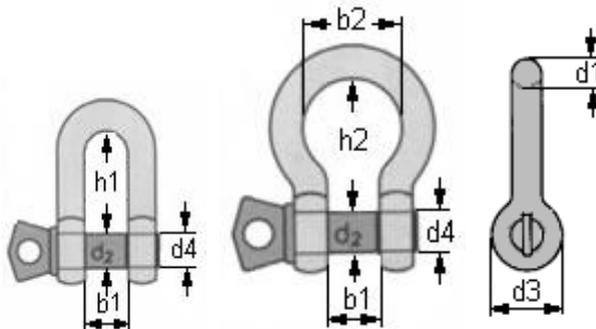


Рис. 59. Технические характеристики такелажных скоб (см. табл. ниже).

Скобы такелажные Типа СА (с-образные) и СИ (омега-образные)									
Типо-размер	Нагрузка, т	d1, мм	d2, мм	d3, мм	d4, дюйм	b1, мм	b2, мм	h1, мм	h2, мм
<b>1/4</b>	0,5 / 0,6	6,5	8	17	5/16	12	20	-	28
<b>5/16</b>	0,75 / 0,90	8	10	21	3/8	13	21	26	31
<b>3/8</b>	1 / 1,2	10	11	25	7/16	16	26	31	36
<b>7/16</b>	1,5 / 1,8	11	13	27	1/2	18	29	36	42
<b>1/2</b>	2 / 2,4	13	16	30	5/8	21	33	41	48
<b>5/8</b>	3,25 / 3,9	16	19	40	3/8	27	43	51	60
<b>3/4</b>	4,75 / 5,7	19	22	48	7/8	32	51	60	71
<b>7/8</b>	6,5 / 7,8	22	25	54	1	36	58	71	84
<b>1</b>	8,5 / 10,2	25	29	60	1/8	43	68	81	95
<b>1 1/8</b>	9,5 / 11,4	29	32	67	1/4	46	74	90	108
<b>1 1/4</b>	12 / 14,4	32	35	76	3/8	52	82	100	119
<b>1 3/8</b>	13,5 / 16,2	35	38	84	1/2	57	92	113	133
<b>1 1/2</b>	17 / 20,4	38	41	92	5/8	60	98	124	146
<b>1 3/4</b>	25 / 30	44	51	110	2	73	127	146	178
<b>2</b>	35 / 42	51	57	127	2 1/4	83	146	171	197

При этом головка пальца может быть шестигранной, четырёхгранной, либо круглой, но с выступом для удержания пальца от вращения. Нужно выбирать скобы, у которых в завинченном виде палец не может вращаться даже при приложении к скобе значительных усилий. Например, если гранёная головка пальца утапливается в соответствующее углубление на щеке скобы, то это

предотвратит поворачивание пальца даже при сильных крутящих нагрузках на палец. Отметим, что нередко причиной разрушения мидийных носителей является срыв или срезание шплинтов и раскручивание, казалось бы, надёжно завинченных и зашплинтованных скоб. Для предотвращения раскручивания скоб их можно заварить, либо зачеканить резьбу на конце пальца. Эта, казалось бы, не технологичная процедура, надёжно защищает морского фермера от серьёзных аварий.

Купленные скобы нужно обязательно заранее раскрутить, что не всегда легко выполняется; следует убедиться в наличии медного шплинта; указать рисккой (царапиной или краской), или накернить положение пальца, в котором вставляется шплинт. Раскрученные скобы смазывают и собирают, слегка ввинтив пальцы.

Кольца бывают круглые, овальные, тройные. В мидийных носителях кольца применяют для соединения вместе трёх узлов: хребтины, боковой оттяжки, натяжного буйа. Вместо кольца можно взять так называемую треугольную планку. Планка прочнее кольца, она выдерживает более высокие нагрузки и лучше работает на истирание. Но у планки имеется серьёзный недостаток: в её отверстиях заклиниваются пальцы скоб, в результате чего рвутся шплинты и затем раскручивается скоба и разваливается носитель. Поэтому, если для соединений хребтины с оттяжками Вы выбрали треугольные планки, продумайте, как Вы будете закреплять пальцы в скобах, так как обычное шплинтование в данном случае не достаточно. Желательно дополнительно зафиксировать палец в скобе сваркой, чеканкой (снятием резьбы), или прикрутить медной проволокой головку пальца к скобе. Вместо одной скобы, можно взять две, что улучшит подвижность всего соединения.

Учитывая, что наиболее проблемное звено в носителе – это место соединения трёх элементов: хребтины, оттяжки и головного буйа, необходимо особенно тщательно отнестись к изготовлению этого звена. Под действием волн головной буй совершает в вертикальной плоскости возвратно-поступательные движения, которым противодействует оттяжка. Кроме этого, на данное звено передаются рывки от хребтины. В результате канаты подвергаются как переменным продольным нагрузкам, так и бесчисленным изгибам. Если соединения всех перечисленных элементов

выполняют за счёт морских узлов, то канаты изнашиваются вблизи этих узлов. Гораздо долговечнее соединения с применением металлических деталей (рис. 60).

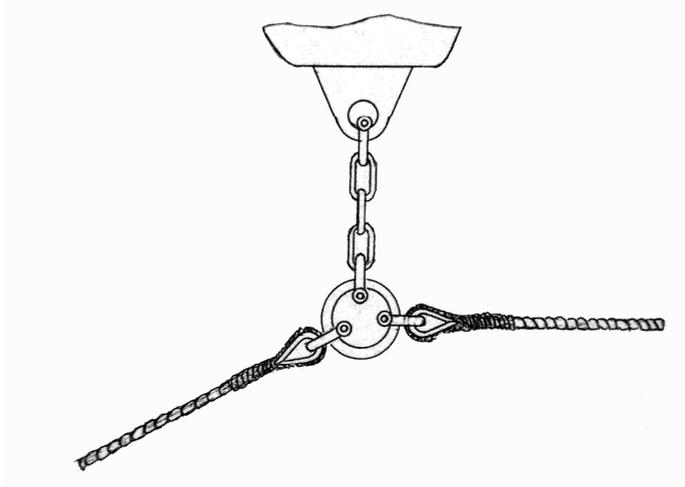


Рис. 60. Соединение хребтины, оттяжки и головного буга.

Однако и в данном случае должны быть приняты меры, повышающие надёжность работы данного звена. Например, между головным бумом и кольцом следует вмонтировать кусок цепи из трёх звеньев, что продлит срок службы скоб и рыма. Вместо обычного кольца взять тройное кольцо, либо для соединений оттяжки и хребтины через кольцо взять не по одной скобе, а по две – это увеличит подвижность соединений, а, следовательно, и срок их службы. Если вместо кольца используется треугольная планка, тогда, во избежание заклинивания скоб, их число нужно, как это отмечено выше, увеличить вдвое, соединив их последовательно, что увеличит надёжность соединений.

Не лишним оказывается и тщательный осмотр огонов. Иногда, коуши выворачиваются из петли и, оставшийся без металлической защиты канат, быстро перетирается о другую металлическую деталь. Для предотвращения выпадения коуша его боковые части подвязывают к канату шнуром; можно в этих местах наложить марки.

Кроме головного буйа, к хребтине подвязывают промежуточные буйа, объём которых обычно меньше объёмов головных буйа. При постановке носителя подвязывается минимальное количество промежуточных наплавов, но достаточное для удержания хребтины в толще воды. Промежуточные наплава надо привязывать к хребтине двумя концами (канатами), причём эти концы должны расходиться в направлении хребтины, образуя равносторонний треугольник. Длина одного конца – 2,5 м; его диаметр для наплавов объёмом 100-200 л равен 18 мм. На свободном конце каната необходимо сделать стопорный узел, завязав обыкновенный узел или восьмёрку. Канат не должен быть слишком жёстким, иначе узлы надёжно не затянутся. После привязки наплавов длины канатов уменьшатся примерно до 1 м. Обычно расстояние между хребтиной и наплавом находится в пределах 0,5-1 м. Этого расстояния достаточно для предотвращения соударений в штормовую погоду буйа с хребтиной.

Привязывать промежуточные наплава одним канатом не рекомендуется, так как в этом случае буй совершает вращательные движения, что ускоряет износ каната. Можно использовать вертлюги, но это дорого и менее надёжно, чем привязка двумя концами. Во втором случае износ одного каната не приводит к потере буйа, а является всего лишь сигналом о необходимости ремонта подвязки.

Натяжные буйа можно привязать так же, как и промежуточные буйа, двумя концами. Если оттяжка состоит из двух отрезков, соединённых кольцом и скобами, тогда натяжной буй присоединяется с помощью скоб и 3-х звенного фрагмента цепи, аналогично креплению головного буйа.

После завершения предварительного монтажа носителей на берегу, приступают к постановке носителей в море. В следующем разделе обсуждаются вопросы поиска участка, пригодного для создания морской фермы.

### **2.1.2. Выбор и разметка участков для морской фермы**

Прежде чем создавать морскую ферму, необходимо выбрать место для её размещения. На этом начальном этапе нельзя допускать серьёзных ошибок, которые могут свести на нет дальнейшие усилия и финансовые затраты. Выбираемый участок должен отвечать

различным требованиям: океанологическим, биологическим, санитарным, экономическим, социально-административным, поэтому выбрать идеальный участок очень затруднительно, но лучший из числа возможных - необходимо.

Упрощая ситуацию, можно сформулировать следующее краткое утверждение: участок должен иметь оптимальную глубину, ровное дно, с умеренным течением; желательно, (но не обязательно), чтобы он был защищён от воздействия волн; не загрязнялся бытовыми и промышленными стоками; с хорошей кормовой базой и с достаточной концентрацией личинок мидий (посадочный материал). Участок не должен располагаться на значительном удалении от береговой базы, а будущая ферма не должна мешать функционированию других морских организаций (морской транспорт, прибрежное рыболовство, водный туризм, парусный спорт, дайвинг, другие виды спорта, пляжи, военные организации и т.д.).

Разберём подробнее критерии выбора участка в море. Прежде всего, надо учитывать, что площадь, занимаемая якорями фермы, гораздо больше, площади участка, на поверхности которого плавают наплава (буи, кухтыли, поплавки). Это обстоятельство необходимо принимать во внимание при проектировании фермы и определении её площади, а также при составлении заявки на выделение морского участка, так как площадь предоставляемого участка измеряется по дну, а не по поверхности. Действительно, якоря (массивы) устанавливаются на дне и на их постановку надо получить разрешение, указав при этом координаты рабочего участка.

Конечно, предпочтительнее ферму размещать на защищённых от штормового воздействия акваториях, например в бухтах, лиманах и т.д., где не требуется устанавливать сооружения с повышенной штормоустойчивостью. Однако, на побережье Крыма, за исключением оз. Донузлав, свободных бухт с чистой водой практически не осталось. Поэтому следует рассчитывать на организацию мидиеводства и устрицеводства у открытого побережья. Глубины на выбранном участке должны находиться в пределах 10-30 м, а оптимальными считаются глубины 15-20 м. Глубина участка выбирается из расчёта предотвращения касания морского дна коллекторами и рукавами с мидиями. Так, если длина

коллектора равна 6 м, а перегруженный несущий канат (хребтина) может прогнуться вниз на 3 м, то нижний конец коллектора окажется на глубине 9 м. Добавим 1 м глубины в качестве запаса, что даст суммарную минимально допустимую глубину, равную 10 м. На защищённых участках, при использовании поверхностных (не штормоустойчивых) носителей, минимальная глубина равна 6-7 м.

Максимально допустимая глубина ограничивается необходимостью экономии материалов, прежде всего, канатов, с помощью которых ферма удерживается на месте. Следует учитывать, что длина этих канатов (оттяжек) равна тройной глубине в месте постановки. Если глубина под фермой равна 30 м, то длины оттяжек должны быть по 90 м, что существенно увеличит стоимость фермы. Каждый фермер может выбрать оптимальную глубину своего участка только после окончательного выбора типа технических средств выращивания.

Немаловажное значение имеет и характер дна под фермой. Дно должно быть по-возможности ровное, желательно, с минимальным перепадом глубин; наличие свала глубин – не допускается. Известны случаи сползания бетонных якорей, установленных на наклонном дне. Характер грунта: песок, ил, ракуша, галечник. В местах постановки якорей не должно быть ни валунов, ни скальных массивов.

Мидийно-устричная ферма должна достаточно хорошо промываться течением, которое приносит моллюскам корм, кислород и выносит продукты их жизнедеятельности, т.е. распада. В стоячей воде моллюски плохо растут, а технические средства выращивания сильно обрастают, в результате чего дополнительно нарушается поступление корма и кислорода. Однако слишком сильное течение осложняет работы по обслуживанию фермы: течение сносит плавсредства (наваливает на носитель, либо отрывает судно от обслуживаемого носителя); коллектора, рукава, садки поднимаются течением к поверхности и могут быть намотаны на винт судна; под напором течения хребтина оказывается чересчур натянутой, что сильно затрудняет её подъём на поверхность. При этом якоря могут оказаться сдвинутыми к центру, что не допустимо. На сильном течении коллектора и рукава с мидиями бьются друг о друга, сбрасывая мидий на дно. Опыт показывает, что допустимым

считается течение в пределах от 10 до 100 см/сек. В течение дня изменяется обычно не только величина скорости течения, но и его направление. Поэтому на предполагаемом участке нужно несколько раз проследить за течением. Если скорость изменяется в пределах 10-50 см/сек и только изредка она принимает значения близкие к 0, либо 100 см/сек и более – значит участок пригоден для выращивания моллюсков.

Следующее важное требование: вблизи участка не должно быть канализационных стоков, а по санитарным показателям участок должен отвечать требованиям «Государственных санитарных правил и норм» Минздрава Украины, согласно которым морская вода в зоне выращивания по бактериальным показателям должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 12. Концентрация тяжёлых металлов и других химических загрязнителей **в воде** не должна превышать ПДК (предельно допустимые концентрации) для воды (мкг/л): ртуть – 0,1; свинец – 10,0; кадмий – 10,0; хром: - 1,0; медь – 5,0; никель – 10,0; нефтеуглеводороды (НУ) – 50; хлорорганические соединения (ХОС) - 0.

Таблица 12. Рекомендуемые микробиологические нормативы для морской воды в районах выращивания мидий и устриц

Показатели	Допустимые уровни (в 1 дм <sup>3</sup> не более)
Бактерии группы кишечных палочек	1000
Фекальные кишечные палочки	500
Энтерококки	500
Сальмонеллы	0
Патогенные галофильные вибрионы	0

Необходимо собрать моллюсков, населяющих выбираемый участок и сдать их в СЭС для микробиологического анализа. Требования к мясу моллюсков содержатся в таблице раздела о санитарно-бактериологическом контроле (см. табл. 41).

Кроме соблюдения требований к микробиологическому загрязнению, необходимо, чтобы содержание в мясе токсических веществ (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть) не превышало нормативы, утвержденные Министерством охраны здоровья. Концентрация тяжёлых металлов и мышьяка в мясе мидий не должна превышать ПДК (мг/г сырого мяса): ртуть – 0,2; кадмий – 2,0; свинец – 10,0; медь – 30; мышьяк – 2,0.

Всем перечисленным выше требованиям отвечает, в условиях Крыма, например, акватория Каламитского залива, расположенного южнее г. Евпатории (см. цветную вкладку). Площади пригодных для марикультуры акваторий в этом заливе, измеряются сотнями квадратных километров. Они расположены на удалении от берега на 2-4 км, что благоприятно сказывается на санитарном режиме вод и не мешает развитию на побережье индустрии отдыха. Берега в этом районе пока ещё сравнительно свободны, поэтому возможно строительство береговых баз. Возможна также организация крупных и многочисленных мелких морских хозяйств в Каркинитском заливе (Северо-западный Крым). Прекрасные возможности для развития марикультуры имеются у озера Донузлав (Северо-западный Крым). Озеро Донузлав – это фактически морской залив с благоприятными условиями для марикультуры мидий и устриц: хорошая кормовая база, высокий репродукционный потенциал мидийных банок, высокие темпы роста мидий и устриц, хорошее состояние природных поселений мидий, положительный опыт работы, пока ещё немногочисленных, местных фермеров, слабый пресс хищников. Защищённость водоёма от воздействия штормовых волн позволяет использовать простые и дешёвые технические средства выращивания, в том числе плавсредства упрощённой конструкции (плоты, понтоны) и лёгкие недорогие причалы, в том числе плавучие причалы. Берега озера, особенно северные, пустынные и не заняты хозяйственной деятельностью.

#### *Разметка акватории.*

На выбранном участке, с помощью буйков и в соответствии с начерченным на карте планом морской фермы, размечаются места для постановки якорных массивов. Прежде всего, на карте снимаются координаты положения массивов и далее переходят к выполнению работ непосредственно в море. Для этого выбирается

день с тихой погодой и минимальным волнением, перед самой постановкой массивов. Делать разметку заранее не желательно, потому что штормовая погода, либо просто любопытствующие, могут сорвать или отодвинуть буйки. Предварительно нужно промерить глубины и сравнить их с глубинами, обозначенными на карте, так как не всегда истинные глубины совпадают с указанными на карте. Необходимо подготовить материалы, которые будут использоваться во время разметки: прибор GPS; кухтыли (поплавки) на 2,5-3 л, соединённые сеточником с якорем (например, корабельный балласт, бетонный блок) массой 20-30 кг; нерастягивающийся шнур (телефонная проволока, струна) длина которой рассчитывается на основе плана фермы, сеточник.

Если ферма создаётся в районе открытого побережья, то носители ориентируются перпендикулярно к берегу. Поэтому массивы выставляются в виде двух параллельных рядов тянущихся вдоль берега. Разметка выполняется в следующей последовательности. На участке по заданным координатам с помощью прибора GPS выбирается базовая точка, допустим, крайняя и в этой точке устанавливается указательный буй. В дальнейшем здесь будет установлен крайний бетонный якорь (массив). От базовой точки откладывается перпендикулярно к берегу расстояние, равное длине хребтины, плюс длины проекций на дно двух оттяжек. Чтобы отложить это расстояние нужно в базовую точку опустить балласт с привязанной к нему проволокой и на шлюпке, разматывая проволоку, медленно перемещаться перпендикулярно к берегу в направлении места постановки следующего массива. Установить в этой точке второй указательный буй с якорем; проволоку смотать. Затем нужно перейти в другой конец участка и аналогично установить два других крайних буйа.

Таким образом, на участке указаны четыре крайних точки и остаётся только разметить промежуточные точки. Если имеется в распоряжении длинная телефонная проволока, тогда эта операция выполняется легко: нужно разметить марочками проволоку на участки, равные расстоянию между носителями (25-30 м) и натянуть её между крайними буйами одного ряда. Далее, с помощью поплавков и балластов, отмечают места постановки промежуточных массивов и, аналогично, производится разметка другого ряда.

### 2.1.3. Монтаж морской фермы

#### *Общие правила постановки носителей.*

Постановка каждого типа носителя имеет свои особенности, которые также зависят и от структуры всей фермы, гидрологических характеристик участка и технических возможностей работающих плавсредств. Однако имеются общие правила, которые следует соблюдать при монтаже любой мидийно-устричной фермы. Процесс постановки носителя включает в себя: постановку массивов с оттяжками и головными буями; присоединение хребтины к одной из оттяжек; протягивание хребтины в направлении другого головного буя; натяжение носителя и окончательное закрепление хребтины. Для контроля качества проведения работ желательно, (но не обязательно!) участие водолаза.

Для выполнения морских операций, желательно, чтобы, кроме основного судна, оснащённого лебёдкой, грузовой стрелой, работала ещё и моторная шлюпка. Её использование поможет сократить количество переходов и сложных манёвров, выполняемых большим судном, а также осуществлять связь с берегом. В последние годы якорные массивы выставляют с помощью плавкранов, что, хотя и дорого, но довольно удобно, так как на плавкран можно загрузить сразу все массивы фермы средней производительности. Кроме этого, плавкран опускает массивы до самого дна; не раскачивается на волне и т.д.

Перед погрузкой массивов с оттяжками на судно проверяют качество сборки всего узла. Глубины на различных участках будущей фермы – разные, соответственно разные длины оттяжек. Поэтому все массивы должны быть пронумерованы и расставлены на борту таким образом, чтобы можно было их выставлять в требуемой последовательности. Напомним, что массивы, выставляемые первыми, должны быть погружены в последнюю очередь. Учитывая, что длина оттяжки втрое превышает глубину, можно предположить, что после постановки их в море оттяжки перепутаются. Поэтому верхние части оттяжек сворачиваются в бухты и подвязываются к головным буям. Можно головные буи каждого носителя притянуть друг к другу на минимальное расстояние и связать оба буя верёвкой. Нельзя допускать при этом, чтобы канат мог волочиться по дну –

иначе возможны зацепы за дно, либо перетирание наружных защитных слоёв каната.

Возможно, что массивы с оттяжками и буями придётся размещать на палубе штабелями. В этом случае надо пользоваться прокладками из деревянных брусьев, которые предотвратят повреждение канатов.

После выставления массивов приступают к монтажу хребтин. Доставленная на судне хребтина присоединяется скобой к кольцу под головным бумом, а свободный конец хребтины должен затем буксироваться в направлении противоположного бую. При этом, для того, чтобы удержать размотанную хребтину на плаву, к ней подвязывают через 15-20 м временные буйки. Буксировка и натяжение хребтины хорошо выполняется с помощью, так называемого, проводника. Проводник, в данном случае, это верёвка, которую продевают в рым противоположного (свободного) головного бую. Затем протягивают её сквозь рым и привязывают к свободному концу хребтины в 1 м от огона. Другой конец проводника находится на шлюпке. Свободный буй крепко привязывают к шлюпке. Затем вытягивают проводник, который, проходя через рым свободного бую, сокращает расстояние между концом хребтины и бумом. При этом прикладываемое усилие быстро нарастает, поэтому придётся использовать ручную лебёдку или таль. Можно также передать свободный конец проводника на лебёдку судна. Как только огон хребтины вплотную подойдёт к рыму бую, их соединяют скобой, которую тщательно зашплевывают.

Завершением постановки носителя является проверка натяжения хребтины: у правильно выставленного носителя головные буйки должны стоять вертикально, погрузившись в воду наполовину. Если хребтина окажется не натянутой, нужно её отдать и немного отбуксировать якорный массив. Если хребтина слишком коротка, её можно удлинить куском цепи или таким же канатом.

Акватория морской фермы ограждается буями с отражателями, которые чётко видны на экранах судовых радиолокаторов. Для ограждения участка применяют достаточно объёмные буйки (1000 л и более), которые соединяются с якорем цепью (не канатом!). Места постановки буйков с отражателями согласовываются с Гидрографией. Очень важно (!) к моменту постановки фермы вести рабочий журнал,

в который заносится схема размещения носителей с нумерацией каждого носителя и их головных буёв. Для каждого носителя должна быть указана дата постановки, а для каждого головного буя – глубина под ним. Также для каждого носителя указывают количество наплавов, их объём; количество коллекторов, садков, рукавов и сроки их постановки или изъятия. Без такой информации не возможен учёт работы фермы, получения оценки её состояния и расчёта производительности, а также планирования последующих работ и прогноз сроков и объёмов ожидаемых урожаев. В этот же журнал вносятся данные о размерах моллюсков, их кондиции, смертности, оседании спата и о всех работах, проводимых на ферме.

После получения морского участка и предварительного изучения его океанологических свойств, становится возможным выбор типа носителя, наиболее подходящего для условий данной зоны.

#### *Выбор типа носителя.*

Как уже отмечалось, на украинском побережье Чёрного моря практически отсутствуют незанятые достаточно глубокие бухты с незагрязнённой водой, пригодные для развития мидиеводства. Негативное воздействие моря на технические средства выращивания многообразно: бесконечно повторяющиеся рывки, приводящие к старению, истиранию и разрушению любых материалов; динамическая природа нагрузок, особенно во время шторма; статические нагрузки, вызываемые течениями; электрохимическая коррозия в морской воде; разрушающее действие ультрафиолета солнечной радиации и т.д.

Как технически разрешить задачу выращивания моллюсков в открытых акваториях и обеспечить при этом требование высокой технологичности носителя, не использовать труд водолаза, механизировать трудоёмкие работы? Очевидно, что защититься от повреждающего воздействия волн можно, переместив ферму под поверхность, либо установив её на дне. Однако носитель не только не должен разрушаться во время штормов, но он должен ещё и обеспечивать сохранность моллюсков, которые опадают на дно от резких рывков. Конструкция носителя должна быть либо очень жёсткой и прочной, либо напротив, эластичной и в то же время достаточно прочной и, кроме этого, конструкция должна

предотвращать либо гасить рывки, встряхивание коллекторов и садков.

Очевидно, что, если ориентировать поверхностный носитель перпендикулярно к берегу, то проходящие волны вызовут образование и продвижение изгибов на самой хребтине, что приведёт к стряхиванию моллюсков с коллекторов. Этот феномен у мидиеводов получил название «эффект кнута». Не сложно себе представить, как поплавок взлетает на гребень волны, резко поднимая участок хребтины с коллекторами, которые при этом растягиваются. Затем поплавок, вместе с хребтиной, падает к подножью волны, вследствие чего резко опускающиеся коллектора расслабляются и в этом положении следует очередной резкий рывок вверх, когда и возникает «эффект кнута», отрывающий мидий от коллекторов. Избежать «эффекта кнута» возможно, по крайней мере, тремя путями:

- ориентировать носитель параллельно фронту волны (параллельно берегу);
- при ориентировании носителя перпендикулярно к берегу, необходимо обеспечить натяжение хребтины носителя, причём достаточное для предотвращения появления изгибов на хребтине;
- выращивать моллюсков на удалении от поверхности, т. е. на глубине.

Перечисленные варианты стратегий технических решений воплощены в конструкциях носителей следующих типов: поверхностный, полупогружной, подповерхностный, донный (рис. 61).

Каждый из перечисленных типов носителей обладает своими преимуществами и недостатками. Ниже дано описание и приводится сравнительный анализ различных типов мидийных носителей, которые применяются для выращивания в открытом море, как мидий, так и других двустворчатых моллюсков (устриц, гребешков, клемов).

Кроме носителей, рассматриваемых в данной главе, применяются и другие технические средства: плоты, стойки, (гундерные установки), выращивание на дне и др. Также существуют различные модификации каждого из описанных ниже типов

носителей. Однако мы ограничились подробным рассмотрением четырёх типов носителей, наиболее адаптированных к условиям акваторий открытого побережья Чёрного моря.

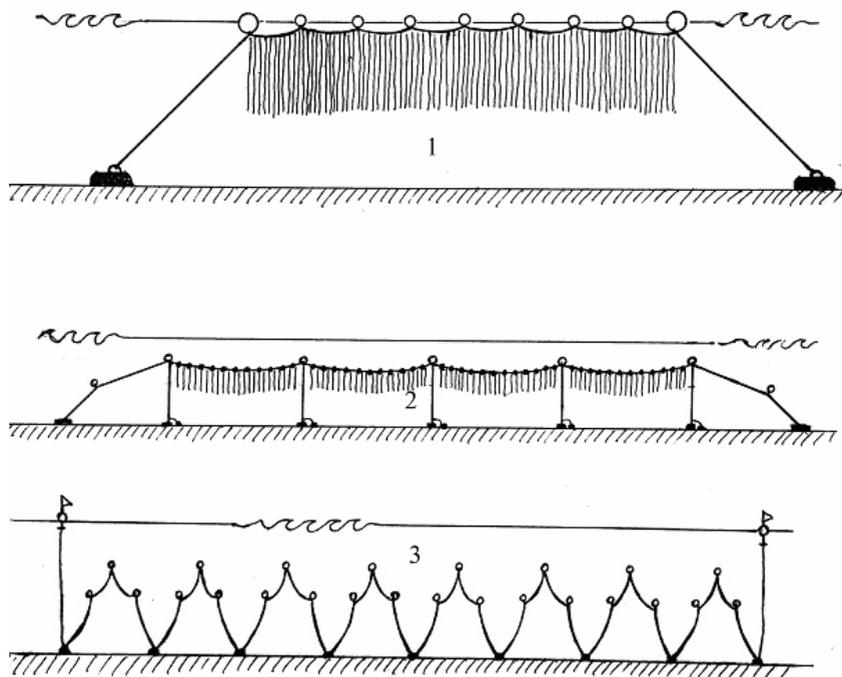


Рис. 61. Типы мидийно-устричных носителей: 1 - поверхностный, 2 - подповерхностный, 3 - донный.

### *Поверхностный носитель.*

Поверхностные носители, как наиболее простые и дешёвые, широко используют для выращивания моллюсков только в защищённых от штормов акваториях. Однако разработан и успешно эксплуатируется у открытых берегов штормоустойчивый вариант поверхностного носителя в Венецианском заливе (рис. 62), который явился прототипом поверхностных носителей для Чёрного моря (рис. 63).



Рис. 62. Мидийная ферма, состоящая из поверхностных носителей, Италия, Венецианский залив.

Конструкция такого сооружения исключает возникновение резких рывков и его быстрый износ. Это достигается за счёт образования на хребтине серии провисаний в виде перевёрнутых арок, вследствие чего хребтина работает как пружина, удерживаемая концевыми оттяжками.

Носитель устанавливается на защищённых, а также и на открытых акваториях с глубинами 10-20 м параллельно фронту волны (вдоль берега). При прохождении волн все элементы носителя одновременно плавно поднимаются и опускаются без стряхивания моллюсков на дно. Постановка и эксплуатация носителя осуществляется без участия водолазов. Данный тип носителя предназначен для сбора мидиевого спата и подращивания мидий и устриц до коммерческого размера общим весом до 7000 кг.

Носитель (рис. 64) состоит из наплавов – 11 шт., двух (иногда трёх) параллельных капроновых хребтин длиной 100 м и диаметром 26 мм. Следует уточнить, что хребтины здесь не непрерывны, а образованы из кусков длиной по 12 м, из которых 2 м составляет припуск на узлы.



Рис. 63. Мидийно-устричные поверхностные носители у побережья Севастополя, (показан фрагмент носителя).

Носитель растягивают и удерживают на месте две боковые капроновые оттяжки  $\text{Ø}32$  мм и длиной равной, как это принято в конструкциях носителей ярусного типа, трём глубинам в месте постановки. Оснащается носитель коллекторами для сбора спата; рукавами и коллекторами для подращивания мидий, а также устричными садками, если практикуют выращивание устриц. Якорная система состоит из двух бетонных блоков по 5 т. Вместо блоков можно использовать стальные трубы (анкеры), которые замыкаются гидромонитором вертикально в грунт, либо вгоняются в него с помощью вибратора.

Применяются пластиковые наплава вытянутой формы, объёмом 150 - 200 л. Коллекторы для сбора спата мидий изготавливают из полос старой траловой дели, шириной 15 – 20 см и длиной 6 м, либо обрывков каната, фала и т.д.

Эти коллекторы подвязывают обоими концами в свободное от рукавов пространство (под наплавами). В случае необходимости коллекторы притапливаются с помощью грузов весом по 3 – 5 кг.

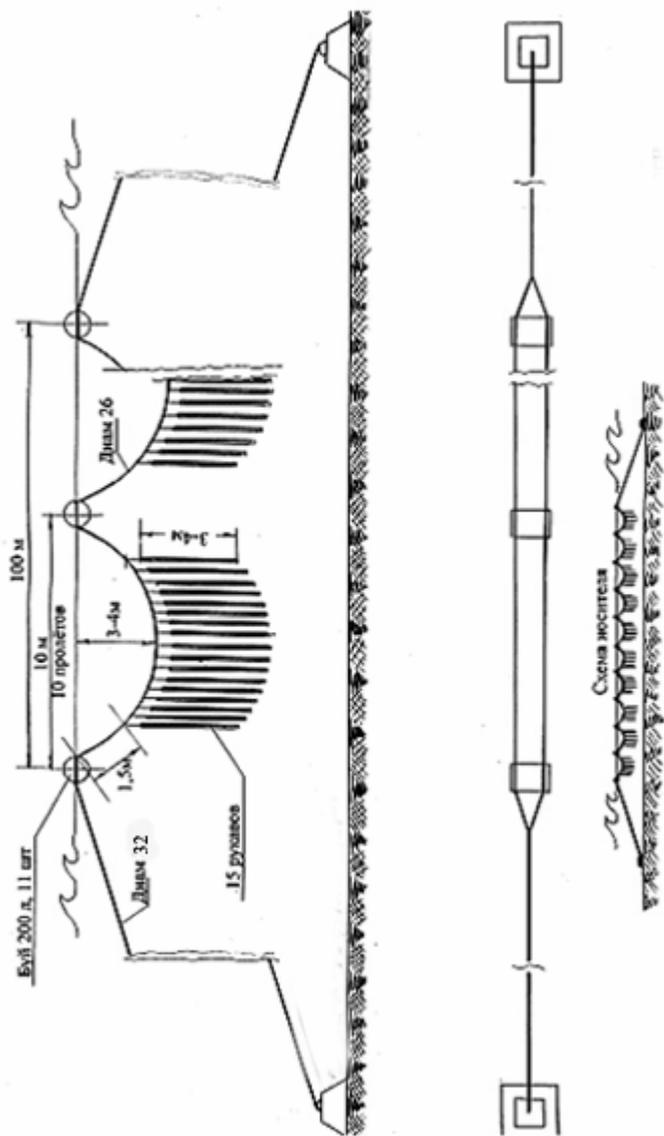


Рис. 64. Устройство поверхностного мидийно-устричного носителя.

Для изготовления носителя закупаются материалы, указанные в спецификации (табл. 13), где приведены цены на период 2007 г.

Таблица 13. Спецификация материалов для изготовления поверхностного носителя (принята глубина постановки 20 м)

№	Наименование	Кол-во	Цена за единицу, грн.	Общ. цена, грн.
1	Оттяжка, канат Ø 32 мм, длина 60 м	2	15 за метр	1800
2	Хребтина, канат Ø 26 мм, длина 12 м	20	9 за метр	2160
3	Окончание хребтины, канат Ø 26 мм, длина 6 метров	2	9 за метр	108
4	Буй пластиковый, 150 л	11	240	2640
5	Скоба такелажная СА-50	2	50	100
6	Коуш на канат Ø 32 мм	2	90	180
7	Якорь бетонный 5 т	2	1700	3400
8	Верёвка капроновая, Ø6 мм	10 кг	25 за кг	250
9	Рукав сетной, длина 1000 м	1000	0,5 за м	500
9	<b>Итого:</b>			<b>11138</b>

Этот тип носителя построен из сравнительно лёгких структурных элементов. Он собирается с помощью самозатягивающихся узлов, а металлические детали (коуши и скобы) применяют только для прикрепления оттяжек к якорным массивам.

*Порядок постановки носителя.*

Предварительно нужно изготовить оттяжки с огонами, которые делают только на одном конце оттяжки. К свободным концам оттяжек подвязываются временные поплавки, которые будут удерживать концы оттяжек на поверхности после выставления якорных массивов в море. Оттяжки присоединить к массивам скобами.

Носитель устанавливается параллельно берегу. Перед постановкой необходимо измерить глубины в местах, где будут находиться головные буи. Начертить в масштабе носитель и

измерить расстояние между массивами. Нанести на карту точки постановки массивов и снять их координаты. Разметить на акватории буйками точки для постановки массивов. После выставления массивов, подходят к одной из оттяжек на катере, гружённом кусками хребтин, буйами и начинают монтаж носителя, который производится с кормы катера (или яла). Для этого к обоим рымам первого бую подвязывается 6-ти метровый канат Ø 26 мм, к середине которого подвязывается самозатягивающимся узлом (например, выбленочным) конец оттяжки. Далее, к каждому рыму подвязываются отрезки каната Ø 26 мм и длиной 12 м. Буй опускается с кормы, плавсредство движется в направлении противоположного якоря и, при этом, стравливают обе хребтины. Затем к концам хребтин подвязывают очередной буй, после чего привязывают ещё два отрезка хребтины и т.д. до последнего (11-го) бую, к рымам которого привязывают также 6-ти метровый канат Ø 26 мм.

Завершающая операция - натяжение носителя - производится с применением двух плавсредств: основного и вспомогательного. Пока основное плавсредство удерживает последний буй носителя, вспомогательная шлюпка подходит к свободной оттяжке. Поплавок, поддерживающий конец оттяжки, отвязывают и привязывают проводник к оттяжке на расстоянии одного метра от её конца. Затем его передают на основное плавсредство, где продевают между последним буюм и 6-ти метровым канатом. Основное судно тянет проводник в направлении свободного массива, сближая, таким образом, конец оттяжки с 6-ти метровым канатом. Пока основное судно продолжает удерживать носитель в напряжённом состоянии, на шлюпке подходят к последнему бую и завязывают конец оттяжки на середине 6-ти метрового каната. Необходимо напомнить, что на концах оттяжек должны быть завязаны стопорные узлы, либо свободные концы оттяжек должны быть прикручены медной проволокой к канату оттяжки.

После натяжения носителя, его хребтины занимают горизонтальное положение в поверхностном слое. Однако после подвязки к хребтинам рукавов, хребтины сильно прогибаются под тяжестью моллюсков. При достижении мидиями товарного размера величина прогиба достигает 3-4 м, превращая носитель в

горизонтальную пружину, что исключает возникновение «эффекта кнута». Однако такой носитель не лишён и недостатка: приходится подвязывать рукава, отступив по 1,5 м от каждого буя, т.е. в 10-ти метровом пролёте между буями теряются три метра рабочей длины хребтины, что составляет 30 м на хребтину или 60 м на носитель. Эти потери вызваны особенностями формы провисания участков хребтин, которые вначале слишком отвесно уходят на глубину, что делает бессмысленным подвязку рукавов на отвесных участках хребтины. Но потери можно частично компенсировать, используя пространство под буями для сбора спата с помощью коллекторов.

*Полупогруженный носитель.*

Можно сказать, что принцип работы данного типа носителя диаметрально противоположен принципу, на котором базируется функционирование поверхностного носителя. Конструкция этого сооружения делается не гибкой, а довольно жёсткой и ориентируется носитель вдоль движения волн, то есть перпендикулярно к берегу.

Требование штормоустойчивости выполняется за счёт жёсткости конструкции, основу которой составляет комбинированный канат «Альбатрос», из которого изготавливают хребтину и боковые оттяжки (рис. 65). Оттяжки поддерживают основной несущий канат (хребтину) в напряжённом состоянии и гасят рывки от ударов волн, в результате чего исключается феномен бегущей волны по хребтине и, следовательно, «эффект кнута». Наплава, в отличие от наплавов поверхностного носителя, устанавливаются вертикально, что снижает силу рывков от наплавов при прохождении волн вдоль хребтины.

Сама же хребтина проходит, за счёт длины поводков, на расстоянии 1,5-2 м от поверхности, что дополнительно уменьшает динамические нагрузки на хребтину.

Носитель предназначен для сбора мидийного спата и подращивания у открытого берега мидий и устриц до коммерческого размера в количестве 10 т мидий в год. Оптимальные глубины акватории, предназначенной для постановки носителя: 12 – 15 м (при длине рукавов 5 м). Возможно использование и более глубоких акваторий; постановка и эксплуатация носителя осуществляется без участия водолазов.

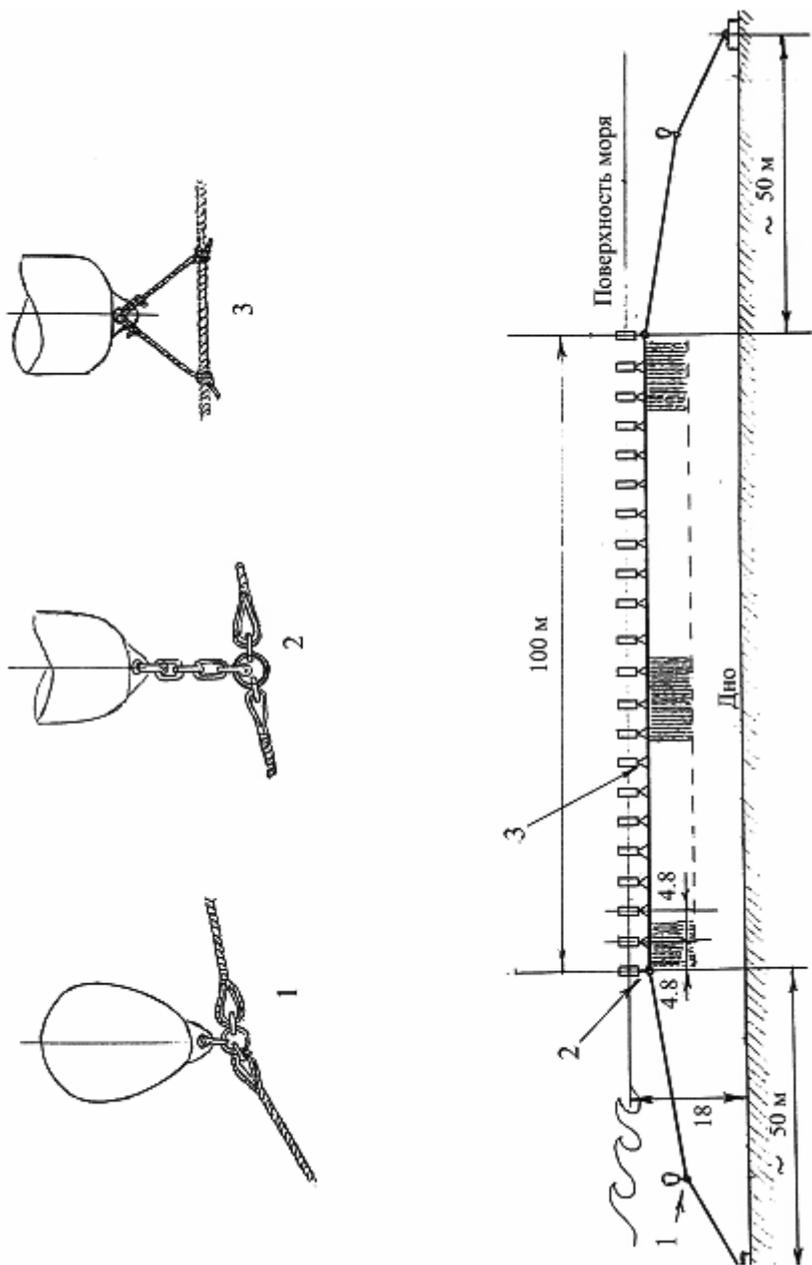


Рис. 65. Устройство полутопленного носителя.

Плаучесть носителя обеспечивают пластиковые наплава вытянутой формы в количестве 21 шт., из которых: два головных буя по 160-180 л; и 19 буёв по 130 л. Буи снабжены ниппелями для подкачивания, что усиливает их сопротивляемость сдавливанию при затягивании на глубину. Возможно заполнение буя пенополиуретаном. К хребтине подвязаны сетные рукава для подращивания мидий, общим количеством 200 шт. и коллекторы для сбора спата мидий. Все основные элементы носителя (хребтина, оттяжки, массивы, головные буи) соединяются с помощью такелажных скоб, колец. Остальные элементы (рукава, коллектора, промежуточные наплава) привязываются морскими узлами. Для подращивания устриц вместо коллекторов и сетных рукавов используют устричные садки.

Хребтины выполнены из каната «Альбатрос» диаметром 27 мм и длиной 105 м. Концы хребтины заделаны в коуши. К хребтине по мере роста урожая подвязываются через равные расстояния (5 м) наплава. Между наплавами привязываются самозатягивающимися узлами рукава, коллекторы, либо устричные садки, собранные «в несколько этажей». Всего на хребтине размещается по 200 подвязанных элементов.

Боковые оттяжки выполнены также из каната «Альбатрос» Ø27 мм. Длина оттяжки втрое превышает глубину, на которой установлен носитель. Концы оттяжек заделаны в коуши. Можно использовать оттяжки из цепи, которые лучше обеспечивают натяжение и хорошо гасят рывки. Длина цепной оттяжки равна 2 - 2,5 глубинам.

Якорная система состоит из двух железобетонных блоков с присоской, массой по 5 т каждый. Спецификация материалов с ценами 2007 года приведена в таблице 14.

Этот носитель успешно прошёл испытания на Чёрном море, в том числе во время сильнейшего шторма в ноябре 2007 года, когда на ферме у открытого побережья, состоящей из 19 носителей, потери составили всего два оторванных буя.

#### *Изготовление и монтаж носителя.*

Как и при постановке поверхностного носителя, нужно, прежде всего, определить расстояния между массивами и координаты мест постановки носителей. Эта процедура позволяет определить длины оттяжек. Изготовление оттяжек и хребтины заключается в

подготовке отрезков канатов соответствующей длины, на концах которых делаются огоны. Затем оттяжки соединяются скобами с рымами массивов, которые маркируются. К свободным огонам оттяжек скобами присоединяются кольца, а к кольцам – головные буй. Для подсоединения последних используют последовательность из трёх деталей: скоба – трёхзвенный отрезок цепи – скоба. К головным буйам подматывают 2/3 оттяжки, оставляя свободным отрезок, равный глубине.

Таблица 14. Спецификация материалов для изготовления полупогруженного мидийно - устричного носителя (здесь принято, что глубина постановки равна 15-20 м)

№	Наименование	Кол-во	Цена за един., грн.	Сумма грн.
1	Хребтина, канат «Альбатрос» АО-ПП-Ст-27, длина 103 м	1	20 за м	2060
2	Оттяжка, тот же материал, длина 50 м	2	20 за м	2000
3	Буй пластиковый, объёмом 150 л	2	240	480
4	Верёвка капроновая, диаметр 6 мм	10 кг	25 за кг	250
5	Буй пластиковый, объёмом 130 л	19	220	4180
6	Скоба СА-50	10	50	500
7	Коуш на канат, диаметр 27 мм	6	70	420
8	Кольцо, калибр 22	2	70	140
9	*Зажим на канат, диаметр 27 мм	18	30	540
10	Конец для подвязки наплавов, диаметр 18, длина 2,5 м	40	12,7	510
11	Якорь бетонный, 5 т	2	1700	3400
12	Цепь, калибр 22, 3 звена	2	10	20
13	Рукав сетной, длина 1260 м	1260	0,5 за м	630
	<b>Итого:</b>			<b>15130</b>

\*Зажимы можно не приобретать, если на концах канатов сделать огоны

В постановке носителей участвуют два плавсредства: большое (плавкран, либо сейнер, МРТК и т.д.) и малое (ял, шлюпка). После выставления массивов с оттяжками, с большого судна подают хребтину и присоединяют её скобой к кольцу головного буя. К другому концу хребтины, на расстоянии 1м от огона привязывают буксировочную верёвку, с помощью которой буксируют хребтину в направлении противоположного головного буя, подвязывая через 20м наплава. Свободный конец буксировочной верёвки продевают через кольцо (или скобу) противоположного головного буя и подают верёвку на лебёдку большого судна и производят натяжение хребтины и её соединение с кольцом буя. При нормальном натяжении хребтины буи должны принять вертикальное положение и погрузиться на половину своей высоты (рис. 66).



Рис. 66. Полупогруженные носители у поселка Кацивели, Крым.

#### *Подповерхностный носитель.*

Следующий тип носителя: «Штормоустойчивый подповерхностный носитель» предназначен для сбора мидийного спата и товарного выращивания мидий и устриц в незащищённых акваториях. Оптимальные глубины для постановки носителя: 14 – 25 м. Ожидаемая урожайность: 18 т/год.

Данный носитель полностью находится под водой, за исключением сигнальных буйков, поэтому он обладает максимальной штормоустойчивостью (рис. 67).

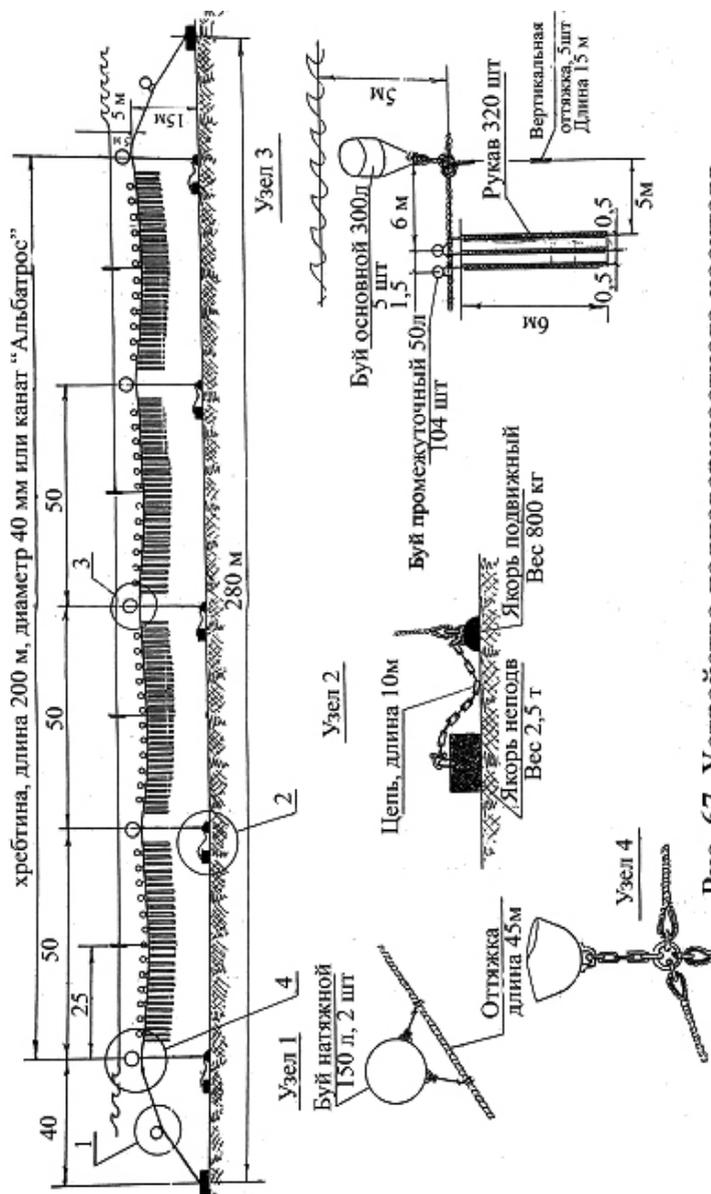


Рис. 67. Устройство подповерхностного носителя

Кроме этого он не затрудняет прохождение маломерных судов, так как его хребтина проходит на расстоянии 5 м от поверхности. Его применение может быть рекомендовано в местах с частыми и сильными штормами, а также в зонах морского туризма, парусного спорта и т.д. Однако постройка и эксплуатация подповерхностных носителей представляет определённые сложности, а также участие опытной команды и специального судна. Поэтому эксплуатация громоздких подповерхностных носителей целесообразна на фермах большой производительности (1000 т мидий в год и более).

Тем не менее, использование данного носителя может значительно расширить зону, пригодную для организации мидийно-устричных хозяйств. Устанавливается носитель перпендикулярно к берегу (вдоль движения волн и перпендикулярно основному течению).

Составные элементы структуры: хребтина; боковые и вертикальные оттяжки; якорная система; системы наплавов; коллекторы, сетные рукава, устричные садки.

Хребтина выполнена из каната «Альбатрос» диам. 32 мм и длиной 200 м. Можно хребтину сделать из плетёного пропиленового каната диам. 40 мм. Концы хребтины заделаны в коуши. Хребтина разбивается на 4 участка по 50 м, а границы участков отмечаются марками. После изготовления, 200-метровую хребтину, во избежание образования барашек, сматывают на барабане (вьюшке).

#### *Боковые и вертикальные оттяжки.*

В данном носителе предусмотрены, как боковые оттяжки, так и промежуточные. Как уже говорилось, боковые оттяжки играют важную двойную роль: 1) удержание носителя на месте; 2) его постоянное натяжение и амортизацию, что необходимо для предотвращения рывков и, как следствие, опадания мидий и встряхивания устриц. Для данного носителя рекомендуется изготовление оттяжек из каната «Альбатрос» диаметром 32 мм. На середине оттяжки закрепляется натяжной буй объёмом 250-300 л (с двумя рымами). Длина боковой оттяжки равна тройному расстоянию от дна до хребтины. Например, если носитель установлен на глубине 20 м и хребтина проходит на расстоянии 5 м от поверхности, т.е. 15 м от дна, то длина боковой оттяжки равна 45 м.

Удобной и эффективной в работе подповерхностного носителя является комбинированная оттяжка, в состав которой входит натяжной буй на 300 л и подвешенный балласт из цепей общим весом 200 кг. Применение таких оттяжек позволяет компенсировать неточности выставления массивов, а также облегчить извлечение хребтины на поверхность при выполнении текущих технологических работ. Положительные достоинства комбинированных оттяжек компенсируют их сравнительно высокую стоимость.

Вертикальные оттяжки необходимы для предотвращения перемещения хребтины, как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Без вертикальных оттяжек, снабжённых основными буями (300 л), хребтина образовывала бы значительные изгибы, как по глубине, так и в горизонтальной плоскости. Действительно, хребтина подповерхностного носителя может находиться в горизонтальном положении на глубине 5 м, только в случае строгого уравнивания веса мидий и канатов набором наплавов, что практически не реально. Поэтому хребтина должна либо всплыть на поверхность, либо лечь на дно. Буй вертикальной оттяжки не позволяет хребтине лечь на дно, а якорь оттяжки – предотвращает всплытие хребтины. Вертикальные оттяжки, в количестве 5 шт., изготавливаются из капронового каната диаметром 25 мм. Концы оттяжек заделываются в коуши; длина вертикальной оттяжки равна расстоянию между хребтиной и дном.

Якорная система достаточно сложная и состоит из подвижных бетонных якорей, массой по 650 кг, соединённых цепью с неподвижными промежуточными массивами, массой по 2,5 т. Длина цепи – 10 м. Подвижные якоря крепятся к вертикальным оттяжкам скобами. Боковые оттяжки носителя закрепляются на концевых бетонных якорях массой по 5 т. Допускается изготовление наборных якорей. Желательно бетонные якоря усилить свайными якорями (анкерами), изготовленными из трубы длиной 2,5 м и диаметром 150-200 мм. Трубу загоняют в грунт вибратором, либо замывают гидромонитором, как об этом говорилось выше. Общее количество якорей - двенадцать: семь неподвижных, (из которых два – концевые) и пять подвижных.

Система наплавов состоит из основных плавучестей (5 шт.) объёмом по 300 л, установленных в вершинах вертикальных оттяжек;

промежуточных плавучестей объёмом по 50-60 л, которые устанавливаются в пролётах между основными плавучестями. Крайние основные плавучести играют роль головных буйёв. В каждом пролёте размещается, при достижении мидиями максимального веса, по 25 промежуточных наплавов, привязанных на расстоянии 1,5 м друг от друга. При этом расстояние между основными и промежуточными плавучестями равно 6 м. Промежуточные плавучести закрепляются на хребтине двумя концами, (чтобы предотвратить их вращение), либо через вертлюг, вместо которого можно употребить три звена цепи. Натяжные буи, объёмом по 300 л, закрепляются в середине боковых оттяжек двумя концами. Указательные буи (4 шт.) показывают глубину положения хребтины. Они устанавливаются в середине каждого пролёта. Их можно изготовить из трубы с заваренными торцами с рымами. Общее число наплавов – 111 единиц. Для предотвращения сдавливания наплавов в толще воды, они заполняются пенополиуретаном.

На подповерхностных носителях обычно устанавливают коллекторы и рукава длиной по 6 метров. Расстояние между рукавами – 0,5 м; расстояние между рукавом (коллектором) и основным бумом – 5 м. Нижние концы коллекторов, (но не рукавов) утяжеляются грузом с массой 2 – 4 кг, либо связываются попарно во избежание перепутывания.

Средний вес рукава с товарной мидией – 68 кг. Вес мидий 320 рукавов равен 18 т. Спецификация на материалы с указанием цен (2007 г.) приведены в таблице 15.

*Сборка подповерхностного носителя и монтаж его в море.*

1. Монтаж фермы можно выполнять двумя способами.

Предварительную сборку сделать на берегу, что облегчит, удешевит и ускорит весь процесс монтажа фермы. Для этого нужно закупить все материалы, из которых необходимо собрать следующие узлы: изготовить все хребтины из каната «Альбатрос» (или из полипропилена) длиной по 200 м с огонами на концах; сделать все боковые оттяжки из «Альбатроса» длиной, равной глубине минус 5 метров и умножить на 3, с огонами на концах.

Таблица 15. Спецификация материалов для изготовления  
подповерхностного мидийно-устричного носителя

№	Наименование	Кол- во	Цена за един., грн.	Общая цена, грн.
1	Хребтина, канат «Альбатрос» АО-ПП-Ст-32, длина 206 м	1	20 за м	4120
2	Оттяжка, тот же материал, длина 45 м	2	20 за м	1800
3	Буй, заполнение полиуретаном, объёмом 300 л	5	1200	6000
4	Канат капроновый Ø 26 мм, длина 17м	5	5 за м	425
5	Цепь, калибр 22, длина 10 м	5	600	3000
6	Цепь, калибр; 22, 3 звена	2	10	20
7	Кольцо такелажное, калибр 30	2	100	200
8	Скоба СА-50	22	50	1100
9	Коуш на канат, Ø 32 мм	6	90	540
10	Буй, заполнение полиуретаном, объём 50 л	104	250	26000
11	Буй натяжной, заполнение Полиуретаном, объём 150 л	2	750	1500
12	Конец для подвязки наплавов, Ø18, длина 2,5 м	208	12,7	2642
13	Верёвка капроновая, Ø6 мм	20 кг	25 за кг	500
14	Буй указательный (из трубы, диаметром 150 мм)	4	180	720
15	Якорь бетонный, 5т	2	1700	3400
16	Буй указательный	4	200	800
17	Якорь бетонный, 2,5 т	5	700	3500
18	Подвижный якорь, бетон, 650 кг	5	370	1850
19	Коуш на канат, Ø26 мм	10	70	700
20	Рукав сетной, длина 1920 м	1920	0,5 за м	960
	<b>Итого:</b>			<b>59777</b>

В средних частях боковых оттяжек привязать натяжные буи, объёмом по 300 л; эти оттяжки с помощью скоб соединить с 5-ти тонными якорями. К 2,5-тонным якорям с помощью скоб и 10-ти метровых цепей присоединить подвижные якоря по 650 кг; к подвижным якорям скобами присоединить вертикальные оттяжки из капронового каната. На верхних концах вертикальных оттяжек закрепить буи объёмом по 300 л. Так как в море эти буи будут находиться на расстоянии 5 м от поверхности, к ним нужно привязать временные сигнальные буйки прочным капроновым фалом длиной 6-7 м. Во время дальнейшего монтажа с помощью этого фала буи будут подниматься на поверхность. Головные вертикальные оттяжки находятся по краям носителя и при монтаже присоединяются к боковым оттяжкам и к огонам хребтины. Промежуточные вертикальные оттяжки находятся в средней части носителя. Постановка носителя производится с борта специализированного судна длиной 14-16 м, оснащённого лебёдкой, с низким бортом и с двумя бортовыми блоками (ролами), а также устройствами, необходимыми для работ с хребтиной (подвязывание коллекторов, наплавов, рукавов).

2. Поставить на место только одни якоря без оттяжек. Это более дорогой и сложный путь, так как он потребует выполнения объёмных водолазных работ, участия судна с грузовой стрелой (лебёдкой) для затягивания буёв под воду и т.д. Но даже и в этом случае нужно на берегу соединить цепями 2,5-тонные якоря с 650 кг якорями и ко всем якорям (или части якорей) подвязать сигнальные буйки, что облегчит труд водолазов.

Этот способ можно использовать без затягивания сроков сбора спата, если имеется возможность предварительной постановки коллекторов в море отдельно, независимо от строящейся фермы. Допустим, что в море установлено гидротехническое сооружение (стационарная платформа, вышка, причал, мол и т.д.), где можно закрепить коллектора, либо выставить временный ярус, на который можно навесить коллектора для сбора мидийной молодежи. В этом случае можно монтировать ферму без излишней спешки с расчётом,

что после её монтажа коллекторы с уже осевшими и подросшими мидиями будут перенесены на ферму для дорашивания.

После завершения всех предварительных работ, непосредственно перед постановкой фермы, переходят к разметке акватории в соответствии с рекомендациями, приведенными выше.

#### *Постановка якорной системы.*

Рассматриваем 1-й вариант постановки. Итак, до постановки якорей к ним должны быть присоединены оттяжки с буями. На концах оттяжек, выполненных из каната «Альбатрос», закреплены коуши. К основным якорям массой по 5 т присоединяем скобами боковые оттяжки, на середине которых уже установлены натяжные буи. Свободный конец оттяжки временно подвязываем к натяжному бую.

К промежуточным якорям, с помощью скоб и 10-ти метровой цепи, присоединяем подвижные якоря и вертикальные оттяжки с буями. Так как буи вертикальных оттяжек не доходят до поверхности на 5 м, к буям подвязывается фал длиной 6 м с поплавком на конце.

Постановка якорей осуществляется согласно схеме расположения якорей в последовательности, наиболее приемлемой для капитана плавкрана или судна.

#### *Завершение монтажа.*

После выставления якорной системы плавкран отпускают и приступают к постановке хребтин, а затем коллекторов, промежуточных и указательных буёв. Важно уточнить, что на канате «Альбатрос» нельзя допускать появления «барашек», от которых может пойти разрушение каната. Поэтому хребтины должны быть намотаны на барабаны, или уложены на палубе судна восьмёрками. Хребтина при монтаже сматывается с вращающегося барабана или подаётся с бухты «восьмёрка». В работе участвует судно длиной 16-20 м и маломерный катер, например «Прогресс». В начале работы судно подходит к крайней вертикальной оттяжке и поднимает 300 литровый головной буй с помощью сигнального буйка и фала. Катер «Прогресс» отвязывает конец оттяжки от натяжного буя и подаёт конец оттяжки на судно, где его соединяют с помощью скобы с кольцом вертикальной оттяжки. Затем судно идёт в направлении противоположного края носителя, разматывая при этом хребтину. По мере продвижения судна через каждые 20 м подвязывают временные

буи, поддерживающие хребтину на поверхности. Дойдя до последней вертикальной оттяжки, продельвают те же операции, что и в первом случае.

Оставшиеся три вертикальные оттяжки подвязывают к хребтине следующим образом: поднимают оттяжку с буюм до поверхности; ниже бую на 2 м подвязывают конец, с помощью которого оттяжку поднимают ещё выше, после чего конец закрепляют. Буй снимают, и свободный конец оттяжки оборачивают вокруг хребтины и завязывают выбленочный узел. После этого буй вновь прикрепляют к оттяжке. Носитель готов для подвязки на него коллекторов и промежуточных буюв. Для этой операции хребтину поднимают и заводят её в два блока, установленных вдоль борта. Продвигаясь вдоль хребтины, привязывают коллектора и промежуточные буй.

#### *Донный носитель.*

Носитель типа «Донный мидийный носитель» по своей конструкции и по особенностям его обслуживания существенно отличается от рассмотренных выше носителей. В его структуру не входит обычная плавающая хребтина, ни боковые и вертикальные оттяжки, а также тяжёлые якорные массивы. Для его постановки и обслуживания не требуется участия плавкрана или сравнительно крупных судов. Организовывать ферму на основе донных носителей можно и на больших глубинах, до 50-60 м. Однако оптимальные глубины для этих носителей: 20-30 м. Если сократить высоту арок носителя, тогда появляется возможность эксплуатации акватории с меньшими глубинами, но при условии, что расстояние верхнего бую до поверхности моря будет не менее пяти метров.

Донный мидийный носитель предназначен для подращивания мидий в открытом море, а также в защищённых бухтах. Максимальный вес урожая: 2,5 т. Если вместо рукавов с подращиваемыми мидиями, на носителе закрепить коллектора, тогда носитель можно использовать для сбора спата мидий. Внешне носитель представляет собой синусоиду (или ряд арок), верхние части которой удерживаются в толще воды кухтылями, объёмом по 11 л, а нижние части удерживаются на дне металлическими (балласты), либо бетонными грузами массой по 80-100 кг (рис.68).

По длине синусоид привязываются рукава с мидийным спатом, который дорращивается в рукавах до коммерческого размера.

Носитель состоит из 20 арок; ширина арки у основания – 5 м, следовательно, общая длина носителя составляет 100 метров. Длина каната, образующего арку – 33 м, а всех арок – 660 м. Материалы для изготовления носителя приведены в таблице 16.

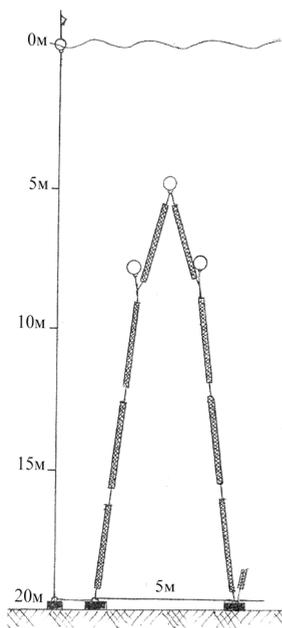


Рис. 68. Устройство донного носителя.

Следует отметить, что конструкция этого носителя напоминает советские «непрерывные коллекторы», применявшиеся на Чёрном море в 80-е годы.

*Изготовление и постановка носителя.*

Отметим, прежде всего, что носитель отличается сравнительно невысокой производительностью, что связано с ограниченным объёмом наплавов, способных удерживать урожай во взвешенном состоянии.

Увеличение объёма наплавов неминуемо ведёт к увеличению веса якорей, а, следовательно, и к необходимости приобретения более крупного судна. Соответственно можно изготовить миниатюрный вариант донного носителя, для постановки и обслуживания которого можно использовать обычный ял, снабжённый портиком и грузовой балкой (см. раздел о специализированных плавсредствах).

Изготовление носителя начинается с подготовки хребтины, которую удобно сделать заодно с вертикальным канатом, идущим к сигнальному буйку. Однако в качестве вертикального каната можно взять верёвку и тоньше, например Ø10 мм. Длина рабочей части хребтины равна 100 м. Хребтину размечают марками через каждые 5 м, то есть в местах подвязывания к хребтине несущего каната и грузов. Затем приступают к разметке несущего каната: 660 м разбивают марками на 20 частей (по 33 м каждая). К середине каждой из двадцати частей привязывают кухтыль, который под

водой сформирует вершину арки. Остальные два кухтыля привязывают, отступив влево и вправо от центрального кухтыля на 4 м, что проделывают для всех арок.

Таблица 16. Спецификация материалов на изготовление донного носителя (цены на материалы относятся к 2007 г)

Наименование	Кол-во	Цена за единицу, грн.	Общ. цена, грн.
Несущий канат, канат капроновый Ø16 мм; длина 660 м	660 м	4 за м	2640
Хребтина, канат капроновый Ø16 мм; длина 100 м	100	4 за м	400
Кухтыль, объёмом 11 л	60	30	1800
Рукав сетной, длина 480 м	480	0,5 за м	240
Верёвка капроновая Ø6 мм	10 кг	25 за кг	250
Груз 80 кг (под водой)	21	70	2470
<b>Итого:</b>			<b>7800</b>

Разметка акватории производится как обычно, причём точное измерение глубин – не обязательно. Носители выставляются параллельно к берегу, иначе течение может укладывать арки с рукавами на дно, где они могут заливаться и быть доступными рапане. Непосредственно перед постановкой носителей буйками отмечают точки начала и окончания каждого носителя.

Постановку носителя удобно производить с кормы небольшого судна или понтона, на борт которого грузятся хребтина, несущий канат, груза, сигнальный буй с верёвкой, поводцы для подвязки грузов, арок и рукавов или коллекторов, а также рукава со спатом. Кроме этого, во избежание дрейфа судна под воздействием ветра и течения, рекомендуется в месте постановки носителя предварительно установить проводник. Проводник ставится на два якоря и поддерживается на поверхности поплавками. Якоря проводника должны быть достаточно тяжёлыми, особенно якорь, в направлении которого будет вручную протягиваться судно.

Вначале к постановке готовится первая арка, для чего к ней подвязываются рукава со спатом и груза. Затем стропуют первый груз крюком, который самопроизвольно отдаётся, когда груз касается дна, либо опускается на двойной верёвке, один конец которой отдают, после достижения грузом дна. По мере опускания первой арки готовится к постановке следующая арка и т.д. Продвижение судна осуществляется с задержками; периодически приходится натягивать хребтину для обеспечения нормального (хорошо расправленного) положения носителя и, при этом, не отклоняться от заданного направления. Именно для этих целей и рекомендуется использование проводника. К самому последнему грузу привязывается капроновая верёвка длиной 5 м с якорем указательного буйка, а затем и сам буёк, который желательно привязать через вертлюг.

*Сравнительный анализ мидийных носителей различных типов.*

В данной книге приводятся четыре типа мидийных носителей вместо одного, так сказать, самого оптимального. Однако опыт показывает, что не существует универсального типа носителя, так же как и универсальной технологии выращивания, оптимально пригодных для всех случаев. При разработке проекта морского хозяйства анализируется каждая конкретная ситуация, которая характеризуется набором, присущих ей свойств. Причём, имеются в виду не только гидрологические свойства акватории, но и целый ряд других: объём и особенности рынка сбыта, финансовые возможности фермера, проблемы охраны фермы от расхитителей, технические возможности имеющихся плавсредств и береговой базы, наличие квалифицированных кадров, требования смежных организаций – морепользователей и т.д. С другой стороны, каждый из рассматриваемых носителей обладает своими достоинствами и недостатками, оценка которых зависит от рассматриваемой ситуации. Окончательный выбор типа носителя может быть сделан по совокупности критериев, характеризующих носитель с разных сторон.

*Экономический аспект.* Производительность носителя характеризуется, прежде всего, его несущей способностью, которая определяется суммарным объёмом наплавов. Каждый литр наплава способен удерживать в воде 4 кг мидий. Экономическим показателем

конструкции носителя может служить «цена литра» наплавов, которая равна отношению стоимости материалов, из которых состоит носитель к суммарному объёму наплавов. Как следует из таблицы 17, полупогруженные и поверхностные носители обладают самой дешёвой несущей способностью.

Таблица 17. Стоимость материалов различных носителей, приведенная к одному литру наплавов («цена литра»)

№	Наименование	«Цена литра», грн./литр
1	Поверхностный	$11138/1650 = 6,75$
2	Подповерхностный	$59777/6700 = 8,92$
3	Полупогруженный	$15130/2770 = 5,46$
4	Донный	$7800/660 = 11,82$

Эта характеристика наиболее высока для донных и подповерхностных носителей, но это не означает, что такие носители не целесообразно использовать. Вспомним, что для их постановки и подъёма применяются дешёвые небольшие суда, оснащённые ручной лебёдкой. Соответственно для обслуживания таких судов достаточно иметь небольшой причал, поэтому себестоимость выращивания мидий может оказаться вполне приемлемой.

*Технологический аспект.* Немаловажное значение при выборе носителя имеет его технологичность, а именно, простота монтажа в море и текущее обслуживание, в том числе подъём урожая. Отметим ещё раз, что постановка и обслуживание данных носителей осуществляется без участия водолазов. Наименьшие сложности представляет постановка донного носителя, а наибольшие – подповерхностного. Однако донный носитель, ввиду его ограниченной доступности, представляет ряд неудобств при обслуживании, точнее при пересаживании мидий в сетные рукава и при контроле состояния мидий.

Недостатком донного носителя является необходимость своевременного подъёма носителя на поверхность, иначе под тяжестью выросших мидий, он может частично, либо полностью

лечь на грунт, (чему также способствует и течение). Возможно и образование жемчуга в мидиях, находящихся у дна.

Наиболее лёгок в обслуживании поверхностный носитель, у которого хребтина легко извлекается на поверхность, что в свою очередь, позволяет использовать небольшие суда с лебёдками малой грузоподъёмности и без особых усилий контролировать состояние будущего урожая. Количество наплавов на поверхностном носителе всегда остаётся постоянным, что также упрощает технологию выращивания. Несколько труднее обслуживать полупогруженные носители, снабжённые тяжёлыми и натянутыми хребтинами. Ещё труднее устанавливать и работать с подповерхностными носителями, требующими участия квалифицированной бригады и относительно крупных судов (дл. 16-20 м) с лебёдками грузоподъёмностью 6-8 т.

*Штормоустойчивость.* Все рассматриваемые носители являются штормоустойчивыми, однако подповерхностные носители продемонстрировали наибольшую надёжность во время сильных штормов и урагана. По нашим наблюдениям высокой штормоустойчивостью обладает и полупогружённый носитель, при условии, что на нём установлено минимальное количество наплавов. На этот носитель не следует привязывать лишние наплава, которые будут снижать его штормоустойчивость, да и свободно плавающие наплава быстро отрываются и теряются. Все привязанные наплава должны принимать вертикальное положение и должны быть погруженными в воду на половину своего объёма.

*Другие критерии.* Марикультура часто вступает в конкурентные отношения за акваторию с индустрией отдыха (парусный спорт, морской туризм, рекреация). Конкуренции можно избежать, если использовать подповерхностные и донные носители, которые не мешают движению маломерных судов и не портят морской пейзаж.

Немаловажный фактор: хищение выращиваемых моллюсков и средств выращивания. Наименьшей доступностью для расхитителей обладают донные и особенно подповерхностные носители. Последние, ввиду их громоздкости, представляют максимальные трудности для грабителей. Поверхностные носители устанавливают на охраняемой акватории.

В заключение отметим, что окончательный выбор типа носителя остаётся за самим фермером. Мы рекомендуем начинающим

фермерам использовать поверхностные носители как наиболее простые в изготовлении, монтаже и особенно в обслуживании. Подповерхностные носители рекомендуются опытным мидиеводам, планирующим создание крупных и высоконадёжных хозяйств (500 т в год и более). Начинающий фермер, располагающий минимальными финансовыми средствами, может создать небольшое хозяйство (20-30 т) из донных носителей, для обслуживания которых можно использовать понтон с портиком и ручной лебёдкой. По-видимому, наиболее массовым станет полупогружённый носитель, обладающий в большей или меньшей мере достоинствами носителей остальных типов.

*Примерная структура морской фермы.*

В качестве примера возможной фермы рассмотрим морское хозяйство производительностью 1000 т мидий в год. Организацию морской фермы предполагается осуществить в перспективном для развития марикультуры районе: в Каламитском заливе (Западный Крым) на акватории площадью 31,2 га (поверхность моря), либо 50 га (площадь дна под фермой). Основной упор при выборе носителя делается в данном случае на штормоустойчивость, а также на испытание разных носителей с целью дальнейшей оптимизации структуры фермы.

Количество носителей разных типов и их производительность приведены в таблице 18.

Таблица 18. Структура морской фермы и производительность отдельных участков

№	Носитель	Производительн., т/год	Кол-во, шт.	Общая производит., т/год
1	Полупогружённый	10	50	500
2	Поверхностный	7	30	210
3	Подповерхностный	20	15	300
	<b>Итого:</b>			<b>1010 т</b>

Стоимость всех материалов, используемых для строительства фермы, указана в таблице 19.

Таблица 19. Стоимость материалов, идущих на изготовление морской фермы

№	Носитель	Стоимость, грн.	Кол-во, шт.	Общая стоим., грн.
1	Полупогруженный	15130	50	756500
2	Поверхностный	11138	30	334140
3	Подповерхностный	59777	15	896655
	<b>Итого:</b>			<b>1 987 295</b>

Кроме затрат на приобретение материалов, к расходам на организацию фермы следует приплюсовать затраты на:

- промер глубин и разметку акватории;
- частичную сборку мидийных носителей на берегу;
- постановку плавкраном якорной системы;
- монтаж фермы в море;
- ограждение акватории буями;
- транспортные расходы.

Таблица 20. Финансовая смета расходов на организацию морской фермы (расценки 2005-2006 гг.)

№	Наименование	Цена, грн.
1	Материалы для фермы	1 987 295
2	Промер глубин и разметка акватории	30000
3	Частичная сборка мидийных носителей на берегу	15000
4	Постановка плавкраном якорной системы	350000
5	Монтаж фермы в море	65000
6	Сетные рукава для подращивания мидий	60 000
7	Устричные садки	130 000
7	Ограждение акватории	15000
8	Транспортные расходы	20000
9	<b>Итого:</b>	<b>2 672 295</b>

Итак, расходы на организацию только морской фермы составили 2 672 295 грн.

#### **2.1.4. Технология выращивания мидий**

В мировом мидиеводстве практикуются различные способы выращивания мидий. По способу получения молоди мидийные хозяйства подразделяют на полуцикличные (сбор спата в море) и полноцикличные (искусственное получение спата в питомниках). О разнообразии технических средств и соответствующих способах выращивания кратко говорилось в разделе о технических средствах. Выбор способа определяет оптимальную технологию (биотехнику) выращивания мидий.

Имеющийся уже на Чёрном море опыт свидетельствует о целесообразности применения технологии полуциклических хозяйств и выращивании мидий в подвешенном состоянии в толще воды. Действительно, в период массового размножения личинки мидий обычно встречаются в достаточных количествах в водах прибрежной зоны и по-прежнему обильно оседают на коллекторы. Это даёт возможность отказаться от сложной и дорогой технологии полноциклического хозяйства, однако перед сбором личинок в море необходимо экспериментально определить места их наиболее интенсивного оседания на предлагаемые им поверхности (субстраты). Мидий гораздо предпочтительнее выращивать в толще воды, а не на дне или в придонном слое. Они в этом случае не заиливаются, лучше омываются течением, приносящим корм и кислород; лучше защищены от хищников (рапаны и донных рыб), менее поражены паразитами, быстрее растут и имеют более нежное мясо, не засоренное песком и жемчугом. В этом случае имеется возможность значительного увеличения урожайности в пересчёте на единицу площади поверхности моря, так как мидии выращиваются в объёме воды, а не на поверхности дна.

Если же у фермеров возникнут трудности в регулярном и надёжном снабжении мидийного хозяйства спатом, его можно будет получать в искусственных условиях, как это описано в конце раздела, посвящённому работе в устричном питомнике. Технология получения спата мидий принципиально не отличается от технологии

получения устричного спата. Особенности производства мидийного спата достаточно подробно изложены сразу же после описания технологии получения устричного спата.

Технологический процесс полуциклического способа выращивания включает следующие этапы: 1 - сбор спата; 2 - подращивание спата; 3 - пересадка спата с коллекторов в рукава; 4 - дорощивание мидий до товарного размера (5 см); 5 - съём урожая; 6 - обработка мидий; 7 - упаковка, хранение и транспорт готовой продукции. Рассмотрим подробно каждый из этих этапов.

#### *Сбор спата.*

Это – начальный и важнейший этап, закладывающий основу будущего урожая. Для этого важно тщательно выполнить предварительную работу: выявить места для надёжного сбора спата; изготовить и подготовить к работе коллекторы; установить мидийные носители, (если они ещё не установлены), на которые подвешиваются чистые коллекторы, либо коллекторы с уже осевшим спатом на дорощивание.

Известно, что личинки мидий распределены в море неравномерно. Их концентрация в морской воде зависит от удалённости от отнерестившихся мидий, течений, глубины, температуры воды, наличия корма, стадии развития личинок и т.д. Результаты исследований, проводившихся сотрудниками отдела марикультуры ИнБЮМ, позволили выявить основные факторы, определяющие интенсивность оседания личинок мидий на искусственные поверхности, в том числе и на коллекторы. Среди этих факторов, пожалуй, важнейший – это концентрация личинок на стадии великонхи с глазком.

В странах с развитым мидиеводством и устрицеводством, например, во Франции, местная печать публикует данные о концентрации личинок в прибрежных водах, что позволяет фермеру своевременно подготовиться и успешно провести «каптаж» - сбор спата.

Интенсивность оседания зависит также от материала коллектора, механических особенностей поверхности, так как личинки предпочитают шершавые, особенно ворсистые поверхности, успевшие слегка покрыться нитчатыми водорослями. Другие важные факторы: температура морской воды; глубина погружения

коллекторов; подвижность воды (турбулентность); солёность воды; интенсивность освещения.

Важно отметить, что на недавно выставленный коллектор, изготовленный из синтетических материалов, личинки не оседают. Для коллекторов из капроновых б/у сетей и канатов период «вымывания» составляет 1 месяц, а для нового капрона – минимум 2 месяца. В течение этого периода токсичные соединения вымываются из коллекторов, которые затем обрастают микрофлорой, после чего становится возможным прикрепление личинок мидий. В морской воде коллекторы покрываются организмами – обрастателями: мшанками, губками, гидроидами, асцидиями, морскими жёлудями (ракушковыми рачками), водорослями и другими организмами. Они, как правило, не мешают оседанию личинок мидий. Исключение составляют сине-зелёные водоросли, досаждающие и рыбакам, которые их называют «слизняками», а также мшанки. Водоросли покрывают слизистой шубой коллектор и препятствуют личинкам прикрепляться к его поверхности. Особенно это характерно для защищённых акваторий со слабым водообменом и подвергающихся загрязнению бытовыми стоками. На участках с достаточно интенсивным водообменом, сине-зелёные водоросли хоть и встречаются на коллекторах, но они развиваются слабее и практически не влияют на оседание мидий. Мшанка (колонии животных организмов) хрупкой серой коркой покрывает коллектора, и личинки мидий оседают прямо на колонии мшанок. Затем, по мере отмирания колоний, они опадают вместе с сидящими на них мидиями.

Личинки очень плохо оседают на изделия из полиэтилена и полипропилена и предпочитают натуральные материалы (кокосовый канат, дерево, железо, раковины мидий и устриц и т.д.).

Обычно в защищённых бухтах наиболее интенсивное оседание личинок на искусственные поверхности происходит в верхнем слое воды до 1 м и особенно интенсивно - от 0 до 10 - 20 см. У открытых берегов максимум оседания приходится на более глубокие слои. Например в акватории бухты Ласпи (Крым) оптимальная глубина от 5 до 7 м, а в районе Карадага - от 12 до 18 м. Сроки весеннего и осеннего оседания редко повторяются в разные годы. Принято считать, что основное весеннее оседание происходит в первой декаде

мая, а осеннее - в ноябре. На коллекторы мидийного хозяйства МЧП «Дон Комп» (выход из бухты Стрелецкой, г. Севастополь) личинки мидий интенсивно оседали в следующие сроки:

2000 год: в течение мая; 25 октября; 10 ноября;

2001 год: конец апреля - начало мая; начало июня; начало ноября (от 0 до 1 м);

2002 год: 25 апреля - 5 мая; 20 мая; 1 - 5 июня; 15 - 20 июня; 12 - 15 ноября (от 0 до 1 м, а глубже оседание проходило значительно слабее);

2003 год: 5 - 15 февраля (на разных глубинах); 23 - 27 марта (очень интенсивное оседание по исследовавшимся глубинам от 0 до 7 м);

2009 год: нерест мидий - в конце февраля; оседание ожидается - в конце марта.

Следует подчеркнуть, что ранее, начиная с 1985 года, мы никогда не наблюдали интенсивного оседания личинок мидий в феврале, либо в марте. В средние «нормальные» годы основное оседание происходило в конце апреля начале мая и менее интенсивное: в конце октября - начале ноября. Кроме этого, личинки оседают и в первой половине лета. Предполагается, что это оседают личинки мидий, обитающих на глубоководных банках (на глубинах 40 - 60 м), где прогрев воды и нерест наступают позже. Фермер, по тем или иным причинам, может опоздать к периоду интенсивного оседания личинок, тем не менее, личинки постепенно заполняют коллекторы в последующие периоды «вялого» оседания. Однако к тому времени коллектора, как отмечалось выше, будут заняты другими организмами - обрастателями, конкурирующими с мидиями за субстрат: губками, мшанками, усоногими раками, гидроидами и т.д. Мидии садятся прямо на некоторых своих конкурентов, частично вместе с ними опадают на дно, но в итоге выходят победителями и образуют на коллекторе плотное поселение. В конечном итоге фермер, опоздавший на пик оседания личинок, всё равно получит спат, но ценой потери одного года, в лучшем случае – нескольких месяцев.

В летние месяцы интенсивно оседают личинки другого двустворчатого моллюска митилястера (*Mytilaster lineatus*), спат которого почти не отличается от спата мидий. Обильное оседание

митилястера может ввести фермера в заблуждение и заставить выполнять ненужные технологические работы. Митилястер внешне очень похожий на мидию, но из-за своих малых размеров не представляет коммерческой ценности. Поэтому важно научиться различать этих моллюсков. Во-первых, имеются различия в форме раковины: у митилястера заострённый край в большей степени похож на клин, чем у мидии. У мидии стороны клина несколько округлены, а у митилястера они ровные. Во-вторых, если осматривать через увеличительное стекло поверхность раковины митилястера, то можно заметить, что поверхность сплошь покрыта мелкими ямочками, как после накатки. У мидий поверхность раковины более гладкая.

Желательно предусмотреть возможность извлечения коллекторов из воды после их вымачивания с целью уничтожения организмов – обрастателей при просушивании коллекторов на воздухе. После просушивания необходимо стряхнуть мшанку с коллекторов, если она обильно покрыла их поверхность. Коллектора вновь выставляют в море примерно за 10 дней до предполагаемого срока оседания мидий.

Для определения оптимальных мест сбора спата нужно изготовить и установить в разных участках экспериментальные коллекторы, состоящие из собственно коллектора (верёвка, лучше старая, или полоса из трала шириной 5 - 10 см), к которым с одного конца подвязывается груз, примерно 10 кг, а с другого поплавков. С помощью экспериментального коллектора можно прозондировать всю толщу воды от дна и до поверхности. Такую процедуру необходимо провести как для весенне-летнего, так и осеннего оседаний. Нужно также принять во внимание, что «урожайные» на спат годы могут смениться неурожайными, поэтому окончательные выводы делают после нескольких лет работы на данной акватории.

В последующие годы личинки мидий будут оседать на растущих в рукавах мидий и на технические средства выращивания (хребтину, наплава). Использование этого спата, а, возможно, и спата, растущего на корпусах плавсредств, балках и стенках причала и т.д., позволит частично либо полностью решить проблему спата и значительно сократить объём специальных мероприятий по сбору спата, описанных в данном разделе.

### *Подращивание спата.*

В начале цикла выращивания, количество наплавов на носителе должно быть минимальным (наплава всегда должны быть частично притоплены). Осевших мидий оставляют на тех же коллекторах для подращивания, после чего их пересаживают в рукава. Практика показывает, что рост спата характеризуется сильной разнородностью. Кроме этого, к растущим мидиям добавляются вновь оседающие моллюски, в результате чего поселение мидий на коллекторе оказывается сформированным разноразмерными моллюсками. Поэтому возникает необходимость сортировки спата по размерам, для заполнения рукавов одноразмерными особями. Спат, осевший весной (апрель-май), лучше всего пересадить в рукава в августе-сентябре. К этому времени поселение мидий будет состоять из моллюсков длиной от 10 до 35 мм. Их можно рассортировать на две группы: мелкие, т.е. до 20 мм и крупные, т.е. свыше 25 мм.

Рассмотрим некоторые различия традиционной черноморской и европейской технологий выращивания мидий, о чём кратко уже говорилось выше. В 70-х и 80-х годах в СССР и в Болгарии стали появляться экспериментальные, а затем и полупромышленные мидийные хозяйства, применявшие малопроизводительную технологию периодического сбора урожая. Принцип этой технологии заключался в следующем: в море выставляли мидийные сооружения, как правило, различные модификации «Непрерывного коллектора» (СССР) или «Звезда» (Болгария), затем, через 2 года коллекторы с мидиями извлекали для съёма урожая. При этом оказывалось, что 80% урожая приходилось на моллюсков, осевших позже и не достигших товарного размера. Мелких мидий обычно высыпали в море или реке - перерабатывали на кормовую муку, либо гидролизат. Большинство современных черноморских мидийных ферм Украины и России продолжает применять эту устаревшую технологию. Технология, описываемая в данной книге, базируется на использовании сетных рукавов для дорощивания мидий, что практикуется мидиеводами Западной Европы. Процесс выращивания при этом удаётся механизировать (отделение мидий от коллекторов, их промывка и сортировка на размерные группы с последующим заполнением рукавов). Потери за счёт мелких мидий исключаются, а

реализация товарных моллюсков осуществляется на протяжении всего года, а не раз в два года.

Если мидий не пересадить в рукава, то возможны потери в результате их опадания. Пересаживаемых мидий можно разбить по размерам на три размерные группы. Для сортировки мидий можно изготовить сортировальный стол, эскиз которого показан на рисунке 69.

Мидии вводятся в рукав с помощью трубки, на которую натягивается рукав (рис. 70). В данном случае используется универсальный рукав, пригодный для заполнения мидиями разных размерных групп. Мелкие мидии задерживаются тонкими нитями и не выпадают из рукава.



Рис. 70. Заполнение сетного рукава мидиями.

В дальнейшем, под водой, мидии активно двигаются, раздвигают тонкие нити и выходят на наружную поверхность рукава, к которой прикрепляются биссусом.

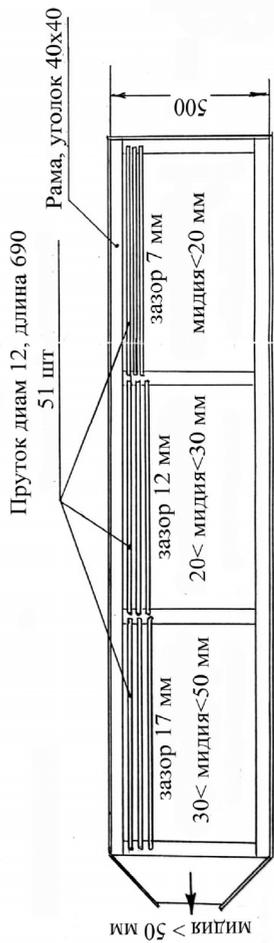
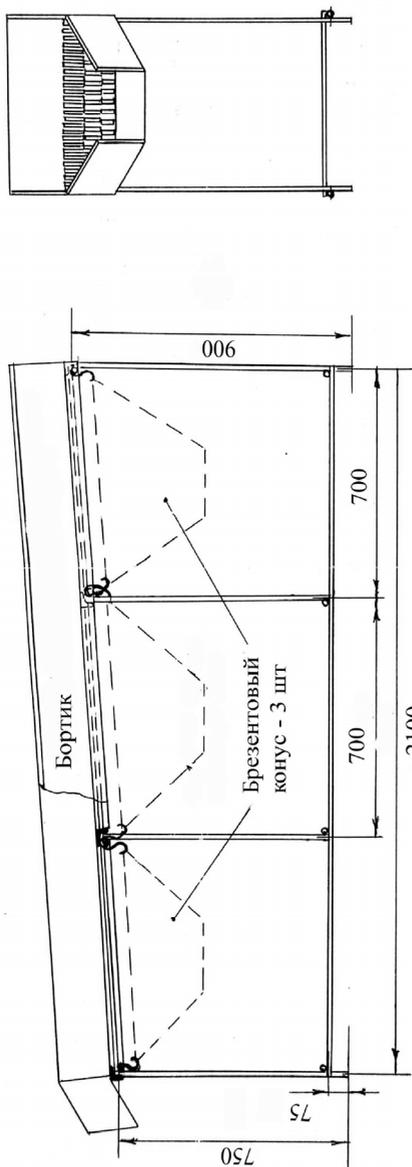


Рис. 69. Стол для ручной сортировки мидий по размерам.

При выращивании мидий в рукавах можно руководствоваться данными, представленными в таблице 21.

Таблица 21. Ориентировочные данные для распределения по рукавам мидий, снятых с коллектора

Длина мидии, мм	Диаметр трубы, мм	Размер ячеей, мм	% от общего количества
Менее 30 мм	60	20	30
30 - 45	80 - 100	40 - 50	60
45 -70	120 - 140	50 - 60	10

Примечание: в последнем столбце указано (в процентах) распределение по размерам мидий одного коллектора.

Перед выращиванием мидий полезно сделать ориентировочные расчёты требуемых объёмов спата и затрачиваемых материалов. Например, для того, чтобы получить 1000 т мидий коммерческого размера, нужно иметь 200 т спата. Спат помещают в рукав длиной 5 м. Заполненный спатом рукав весит 12 кг, следовательно, 1 м рукава  $12:5 = 2,4$  кг. Всего нужно  $200000:2,4 = 83333$  м рукава. Бобины с сетным рукавом в Италии выпускают длиной по 1500 и 2000 м, следовательно, нужно купить 56 или 42 бобины. Изготовить придётся  $83333:5 = 16667$  рукавов. Если рукава подвешивать через каждые 0,4 м, то рабочая длина хребтины составит:  $16667 \times 0,4 = 6667$  м, для чего потребуются загрузить 67 полупогружных носителей. Погонный метр рукава с товарной мидией весит 12 кг.

После подращивания в рукаве в течение 2-4 месяцев, часть мидий пойдёт на реализацию, а остальных - нужно будет пересадить в рукав с ячейёй 40-50 мм. Для этого потребуется меньше рукавов, всего 40% от первоначального количества, т.е. 17-23 бобины.

Но можно руководствоваться и другой схемой: спат получают, как обычно, на коллекторах и затем подращивают его до тех пор пока не появятся первые мидии товарного размера. Затем мидий сортируют; товарных отправляют на реализацию, а для нетоварных используют в основном рукав для мидий размером 30-45 мм и, в меньшей степени, для мидий менее 30 мм.

### *Обработка урожая.*

Выращивать мидий в течение нескольких лет не целесообразно по разным причинам. Во-первых, увеличение мяса в растущих моллюсках происходит особенно интенсивно в течение первого года выращивания, а в последующие годы продукция создаётся в основном в процессе развития гонад (репродуктивных органов). Эта продукция почти полностью теряется во время нереста, поэтому урожай придётся снимать только перед размножением мидий. Во-вторых, по мере старения мидий увеличивается доля соединительных тканей и мясо становится жестче, т.е. менее качественным. В-третьих, за счёт увеличения периода выращивания растёт и себестоимость продукции. Возникает вопрос: «До какого размера выращивать мидий»? Товарный размер мидии зависит от способа её потребления или переработки. Иногда мидий перерабатывают на муку, которая поступает на животноводческие фермы в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных, особенно птиц. В этом случае можно выращивать мидий до 1-3 см, т.е. без пересадки в рукава.

Французские мидиеводы, выращивающие мидий на открытых акваториях Средиземного моря, работают следующим образом: спат размером 0,5-4 см они покупают или собирают на свои коллектора. Его сортируют по размерам и помещают в рукава длиной от 3 до 7 м. При этом, в зависимости от размера мидий, погонный метр рукава (исходный вес) весит от 1 до 5 кг/м. На 100 – метровую хребтину подвешивают 180-200 рукавов. В зависимости от начального размера спата, продолжительность выращивания в рукавах составляет от 4 до 12 месяцев. Напомним, что по мере роста мидий, подвязываются дополнительные наплава, уравнивающие растущий урожай. За период подращивания погонный вес рукава увеличивается на 6-10 кг. Например, если размеры спата находились в пределах 1-2 см, а начальный вес рукава был 1,5 кг/м, то через 6-8 месяцев подращивания рукав будет весить 8 кг/м, а через 10-12 месяцев – 10 кг/м. Более крупные мидии (3-4 см), с начальным весом рукава 4 кг/м, через 4 месяца подращивания становятся товарными; при этом рукав весит 8 кг/м. Если их подращивать еще в течение 5-6 месяцев (для получения крупных мидий), тогда рукав будет весить 10 кг/м.

Используя эти данные можно рассчитать годовую производительность собственной фермы. Например, рассчитаем годовую производительность полупогружённого носителя, несущего 200 рукавов длиной по 5 м. Если начальный вес погонного метра был 1,5 кг/м, а конечный (через 10-12 мес.) - 10 кг/м, то увеличение веса мидий через 10-12 месяцев на одном погонном метре составит:  $10 - 1,5 = 8,5$  кг. Производительность носителя за данный период:  $8,5 \times 5 \times 200 = 8500$  кг за 10-12 месяцев. Ориентировочно годовая производительность равна 10 т/год при использовании рукавов длиной по 5 м. Производительность носителя можно регулировать, изменяя длину рукава и их общее количество. Увеличивая длину рукава, мы увеличиваем производительность носителя, но при этом возникают трудности работы с длинными рукавами, для преодоления которых нужно вводить соответствующее оборудование. Рукав с мидиями весит несколько десятков килограмм и на его подъём приходится затрачивать значительные усилия. В странах с развитым мидиеводством эту операцию механизмируют с помощью специальных транспортёров (рис. 71).



Рис. 71. Съём урожая с поверхностных носителей (Венецианский залив, Италия).

Увеличение количества рукавов, например до 250, может оказаться в этом случае более эффективным мероприятием. Однако, на акваториях с высокой динамикой вод, это может привести к соударениям рукавов и опаданию части мидий. Поэтому фермер опытным путём должен найти оптимальное расстояние между рукавами и оптимальную их длину.

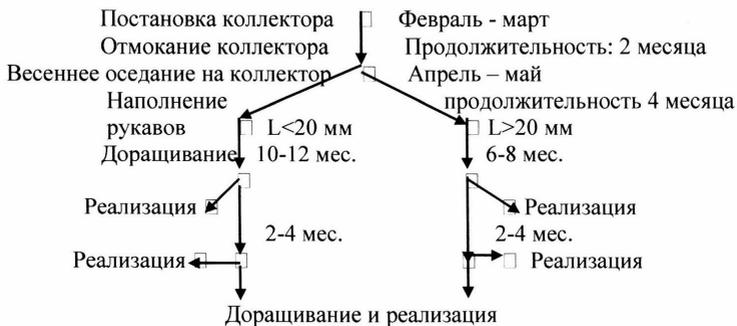
Из собственного опыта французские фермеры определили, что 600 коллекторов длиной по 8 м дают количество спата, достаточное для обеспечения пяти 200-метровых носителей или десяти стометровых. При этом минимальный вес спата на коллекторе – 5 кг/м, а минимальная биомасса всего собранного спата:  $5 \times 8 \times 600 = 24\ 000$  кг.

Президент Федерации марикультуры Италии г-н Марио Буссани, во время своего пребывания в Севастополе в 2005 году ознакомил нас с технологией выращивания мидий в Средиземном море. Используемые мидийные носители принципиально не отличаются от описанного в данной книге поверхностного носителя. Но имеются конструктивные отличия: итальянские наплава более объёмны - 500 л и несут они не две, а три хребтины, т.е. это тройной носитель. Количество пролётов между носителями равно 9, а в наших – 10 пролётов. Технология выращивания сводится к следующему:

- Если оседание личинок произошло в октябре, то спат оставляют на коллекторах до марта, а в марте его отделяют и помещают в сетные рукава с ячейёй 20 мм; длина рукава 4 – 4,5 м. Если личинки осели в ноябре, то их переносят в рукава в апреле. Уточним, что диаметр рукава 60 мм (он натягивается на пластиковую трубку диаметра 60 мм). Мидии выходят из рукава на внешнюю поверхность и размещаются снаружи. Через 3-4 месяца мидий снимают, моют и сортируют. Мидии, превышающие 5 см, идут на реализацию в живом виде. Мидий размером 3-4,5 см помещают в рукав с ячейёй 40 мм (диаметр трубы 80-100 мм). В таких рукавах мидии подрачиваются ещё 2-3 месяца.
- Если личинки осели весной, их оставляют на коллекторах до тех пор, пока мидии в среднем не достигли 30 мм. Затем с

мидиями работают так же, как и с мидиями осеннего оседания.

а) весеннее оседание личинок



б) осеннее оседание личинок

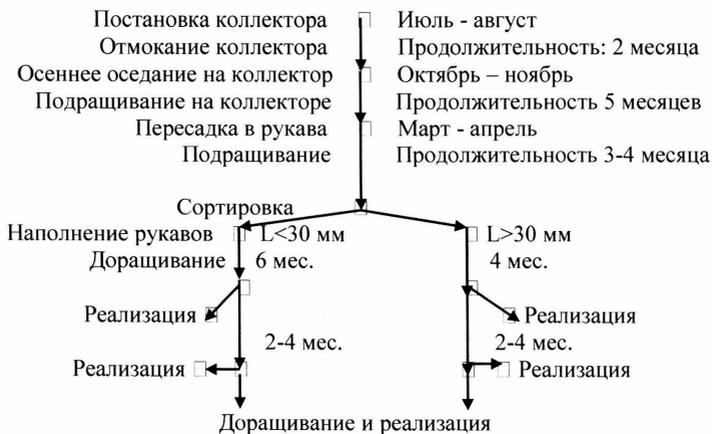


Схема технологического процесса непрерывного выращивания мидий.

Некоторые замечания практического характера по итальянской технологии: 1. После выхода мидий на внешнюю сторону рукава, они очень прочно прикрепляются к нитям дели и первые два месяца держатся крепко, но затем, после наращивания определённой биомассы, сила прикрепления ослабевает и происходит их опадание. Необходимо периодически контролировать крепость прикрепления мидий и вовремя их пересаживать. 2. При выращивании особо крупных мидий используют рукава с ячейёй 50-60 мм (диаметр трубы 120-140 мм). 3. Рукава привязывают к хребтине капроновой верёвкой диаметра 4 мм; расстояние от хребтины до сетного рукава – 0,5 м. Расстояние между рукавами 30-40 см. 4. Во время работы на ферме расстояния на носителе измеряют не рулеткой, а четвертью, шириной кулака, локтем, размахом рук и т.д.

Несущая способность итальянского носителя: рукав с товарной мидией весит 25 кг. В пролёте между двумя буйами размещают 15 рукавов ( $15 \times 25 = 375$  кг). На установке имеется три параллельных пролёта:  $375 \times 3 = 1165$  кг. Всего на носителе 9 пролётов:  $1165 \times 9 = 10,5$  т. Можно выполнить проверку несущей способности по суммарному объёму наплавов: 10 наплавов по 500 л = 5000 л. Один литр удерживает 4 кг мидий находящихся под водой, таким образом, носитель способен удержать 20 т мидий. Из этой цифры нужно вычесть вес канатов, верёвок, наплавов и рукавов под водой, который будет менее 1 т.

Черноморский опыт выращивания мидий в рукавах пока не достаточен для разработки чётких рекомендаций по срокам и продолжительности подращивания спата разных размерных групп. Исходная информация для планирования сроков разных этапов процесса выращивания содержится на схеме, приведенной на предыдущей странице. Схему можно также рассматривать в качестве графика работ на ферме. Каждый фермер должен сам разработать для себя программу подращивания спата, причём с учётом желаемых сроков реализации, (когда спрос максимален) и качества реализуемой продукции, (когда выход мяса максимален). Для оптимизации технологии выращивания необходимо вести рабочий журнал, в который должна регулярно заноситься вся технологическая информация: начальные размеры спата, длина и погонный вес рукава, индекс кондиции мидий, продолжительность

подрасщивания и конечные показатели (размеры мидий, индекс их кондиции, погонный вес рукава). В конце года подводится итог, определяется производительность носителей и выбирается оптимальная технология. Рекомендуемые размеры спата: от 1 до 4 см; продолжительность подрасщивания – 2-6 месяцев. Если слишком мелкий спат будет просыпаться сквозь ячеи дели, нужно внутрь рукава (с помощью трубки) ввести газетную бумагу, между краями которой должна оставаться щель 2 см для притока свежей воды. Газета предотвратит выпадение мидий, а через несколько дней она растворится, и мидии смогут самостоятельно переместиться на наружную поверхность рукава.

Снятый с коллекторов спат, также как и урожай мидий вообще, нуждается в обработке: разбивке мидийных друз, промывке мидий, их сортировке. Эти операции на крупных хозяйствах механизированы, а на мелких - выполняются вручную. Причём, осуществление этих работ возможно как на береговой базе, так и на специально оборудованных судах, либо понтонах. Подробное описание операций по обработке урожая и соответствующего оборудования дано в разделе о береговой базе.

Во Франции, а также в странах Юго-Западной Европы, мидий принято готовить вместе со створками, что придаёт блюду праздничный и специфический вид, характерный для морепродуктов. Для таких блюд, в том числе пиццы, нельзя использовать ни слишком мелких, ни слишком крупных мидий. Для приготовления блюд из мидий со створками, оптимальным размером являются мидии 3-4 см. В Испании – самой крупной производительнице мидий в Европе (300 тыс. т в год), половину урожая перерабатывают на консервы, на изготовление которых берут моллюсков размером 6 - 9 см. В СССР, было принято готовить блюда из мяса мидий, предварительно извлечённого из моллюсков, а створки шли в отходы. Товарный размер мидии в СССР считался равным 5 см, реже – 4 см.

В настоящее время западные традиции потребления морепродуктов всё больше распространяются в странах СНГ, особенно в крупных городах. Поэтому, например в Москве, спрос на живую мидию выше, чем на варёно-мороженое мясо мидий. Товарным размером сейчас считается 5 см, однако не исключено, что

он снизится до 4 см, что более приемлемо для ресторанов, готовящих мидий со створками.

Итак, на Чёрном море в настоящее время мидий выращивают до достижения длины моллюском 5 см, на что требуется 12-18 месяцев. Однако товарный размер - это необходимое условие для реализации, но не достаточное. Мидия должна иметь ещё и соответствующий индекс кондиции, характеризующий наполненность моллюска мясом. Индекс максимален перед нерестом и минимален – после нереста. При достижении мидиями товарного размера необходимо проверить индекс кондиции. Но такую проверку проводят на морском хозяйстве регулярно, что позволяет определить наиболее и наименее благоприятные сроки для реализации мидий. Разумеется, что сроки снятия мидий на реализацию зависят от содержания в них мяса, что в свою очередь зависит от цикла размножения. По нашим наблюдениям, в нормальный по климатическим параметрам год, сроки следующие:

Снятие урожая: с 15 февраля по 20 апреля;  
с 1 июля по 10 ноября.

Мидии наилучшие: с 15 марта по 15 апреля;  
с 15 сентября по 15 октября.

Мидий не снимать: с 25 апреля по 1 июня; с 15 ноября по 20 декабря.

Однако указанные сроки перемещаются, в зависимости от климатических условий года, поэтому необходим регулярный контроль содержания мяса в выращиваемых мидиях.

*Измерение индекса кондиции мидий.*

В настоящее время у мидиеводов отсутствует единый универсальный индекс кондиции (ИК) и каждый для себя выбирает наиболее удобный. Чаще всего в качестве ИК берут отношение сырого веса мяса к внутреннему объёму раковины. Такой ИК хорошо характеризует степень заполненности объёма раковины мясом. Для измерения ИК нужно вначале измерить объём моллюска, опустив его в мерный сосуд с водой. Затем аналогично измеряется объём обеих створок и, отняв вторую величину из первой, получают объём внутренней полости раковины. Определяют вес мяса взвешиванием, слегка обсушив его фильтровальной бумагой. Вес мяса, выраженный

в граммах, делят на объём полости в миллилитрах и полученную величину умножают на 100, что и соответствует ИК.

В связи с тем, что изменения содержания мяса вызваны процессами размножения, а именно увеличением веса гонады до нереста и её резким уменьшением во время нереста, целесообразно следить за изменениями веса гонад. Если вес гонады разделить на общий вес всего мяса и полученную величину умножить на 100%, то получим гонадный индекс (ГИ), который также хорошо характеризует качество урожая.

Применяется также индекс состояния (ИС), который равен отношению веса сухого мяса к весу раковины. Однако для получения сухого веса мяса необходим сушильный шкаф, при отсутствии которого можно брать сырые веса мяса и раковины.

Применяют, хотя и редко, индекс кондиции (ИК), представляющий собой отношение сухого веса мяса к длине мидии.

Хорошим критерием является и, так называемый, «выход мяса», который получают в результате деления веса мяса на сумму весов мяса, раковины и межстворчатой жидкости. Частное от деления умножают на 100 %. Выход мяса можно определять как для сырой мидии, так и «бланшированной». В первом случае живую мидию открывают ножом, введя лезвие ножа в отверстие выхода биссуса из раковины. Во втором – мидий нагревают до момента открытия створок.

Все перечисленные величины являются удельными и показывают, сколько мяса приходится на единицу объёма, либо веса, либо длины мидии, что делает эти характеристики сопоставимыми для всего размерного ряда моллюсков.

Следует отметить, что ещё до снятия урожая, фермер должен обзавестись техническими условиями (ТУ) и технической информацией (ТИ) на приготовление продукции из мидий. Эти документы могут быть разработаны в ОАО «Югрыбтехцентр» в г. Севастополе, согласовываются в СЭС и утверждаются Государственным департаментом рыбного хозяйства Министерства аграрной политики Украины.

Принципиально технология выращивания мидий на разных типах носителей не имеет различий: сбор спата (каптаж); предварительное подращивание спата на тех же коллекторах до 1-3

см; пересадка спата в рукава и дорачивание до товарного размера. Однако имеются свои особенности реализации этой технологии при работе на каждом из уже описанных носителей, что рассматривается ниже.

*Поверхностный носитель.*

Если в нашем распоряжении находится незагруженный носитель, тогда всю рабочую часть хребтины следует загрузить коллекторами. Для этого хребтину цепляют кошкой на расстоянии 1,5 м от наплава и приподнимают её над водой на высоту, удобную для выполнения работ. Если судно оборудовано ролами, хребтину заводят на ролы, что позволит продвигаться вдоль хребтины, оснащая её коллекторами. В противном случае хребтину удерживают двумя кошками, отдалёнными друг от друга на максимально возможное расстояние, внутри которого подвязывают коллектора и рукава через каждые 40-60 см (рис. 72).



Рис. 72. Подготовка поверхностного носителя к вывешиванию рукавов.

Коллектора не должны подниматься течением, поэтому их притапливают грузилами с подходящим весом. Если же хребтины заняты рукавами, коллектора подвязывают под наплавами таким образом, чтобы они не касались друг друга. Рукава с мидиями подвязываются аналогично.

*Полупогруженный носитель.*

Обслуживание данного носителя сложнее, чем предыдущего, оборудованного лёгкими и слабо натянутыми хребтинами. Если незагруженный поверхностный носитель можно оснастить коллекторами, используя обычный (специально не оборудованный) ял, то для выполнения работ на полупогруженном носителе необходимо специальное судно с установленными вдоль борта ролами и двумя лебёдками (возможно ручными), грузоподъёмностью по 800-1000 кг каждая. Оптимальным судном в данном случае является катамаран, описание которого приведено в разделе о плавсредствах.

Судно оборудовано двумя грузовыми балками, установленными вдоль рабочего борта на достаточном расстоянии друг от друга. Под балками находятся ролы, а каждая балка снабжена ручной лебёдкой. С помощью подъёмных устройств поднимают хребтину и устанавливают её в ролы. Двигаясь вдоль хребтины, подвязывают, либо отвязывают (обрезают) коллектора, рукава, буи.

*Подповерхностный носитель.*

Хребтина носителя проходит на глубине 5 м. Поднять её на поверхность можно, зацепив хребтину кошкой, либо поднимать хребтину за рым указательного буйа. В последнем случае указательный буй должен быть выполнен из металлической трубы, а канат, несущий буй, должен выдерживать нагрузку в 5 т. На хребтине может находиться значительная биомасса мидий. Поднимается и подвижный груз с цепью и, кроме этого, для подъёма хребтины на 6-7 м потребуется преодолеть сопротивление структур, растягивающих и удерживающих хребтину. Поднятая хребтина заводится на ролы, после чего выполняются текущие работы. По мере роста урожая особое внимание приходится уделять подвязыванию промежуточных кухтылей.

*Донный носитель.*

Технология выращивания мидий на данном носителе принципиально отличается от предыдущих, в которых технологический процесс можно рассматривать как непрерывный. Здесь же процесс имеет периодический характер: заполняют рукава мидиями требуемого размера и выставляют их в море вместе с носителем. Через определённое время всю установку извлекают вместе с урожаем: процесс выращивания завершён.

Поднятый урожай мидий подвергается обработке: разбивке друз, промывке, сортировке, упаковке и т.д., что является завершающим технологическим этапом, который рассматривается в разделе «Береговая база».

#### *Влияние мидийной фермы на среду.*

В связи с развитием, хотя и очень медленным, мидиеводства и устрицеводства на Чёрном море становится актуальной задача прогноза влияния мидийно-устричной фермы на окружающую среду.

Ферму можно рассматривать в качестве пелагического, (то есть находящегося в толще воды) рифа, который, в отличие от обычного донного рифа, охватывает своим влиянием практически всю толщу воды. Различают следующие аспекты влияния: гидрологический, гидрохимический, гидробиологический и др. Рассмотрим последний аспект, т.е. влияние, производимое населением фермы в процессе жизнедеятельности.

Основное назначение мидийной фермы – преобразование естественных кормовых ресурсов (одноклеточных водорослей) в высококачественное сырьё для производства пищи, корма, лекарственной и технической продукции. Важными функциями мидийных хозяйств являются также мелиорация водной среды и эдификаторная (строительная) роль, характерная для искусственных рифов (искусственные поверхности для заселения сопутствующими организмами, убежища для них, места для откорма и размножения). Поселения моллюсков на ферме увеличивают скорость оборота вещества и тем самым повышают общую продуктивность акватории. Личинки мидий и устриц, продуцируемые на ферме в массовых количествах, служат кормом для зоопланктёров и повышают надёжность функционирования мидиеводства за счёт увеличения репродукционного потенциала (т.е. производства молоди).

Количественно связи фермы со средой можно описать, изучая балансы вещества и энергии между поселениями моллюсков и внешней средой. Получаемые балансы и являются основой для составления прогнозов влияния крупных марихозяйств на природные экосистемы, а также расчётов планируемой производительности марихозяйств.

Для целей прогноза в качестве основных приняты скорости потребления и выделения различных веществ пока ещё только мидиями. Значения скоростей этих величин для различных сезонов получены на экспериментальной мидийной ферме, на которой мидии достигали товарного размера за 18 месяцев. Процессы потребления корма и кислорода, выделения неусвоенной пищи в твёрдой и растворенной формах, а также скорости роста моллюсков (по результатам исследований) представлены в виде уравнений зависимостей скоростей этих процессов от массы тела моллюсков.

На основе энергетического баланса экспериментальной фермы площадью 0,5 га, содержащей 2500 коллекторов определено, что за годичный период выращивания мидии потребляют 2840 кг сухого корма, 873 м<sup>3</sup> кислорода и выделяют 1220 кг фекалий. За 16 мес. выращивания урожай составил 46,1 т, что на 2-3 порядка превышает биомассу мидий естественной банки площадью 1 га.

Опускающиеся на дно фекалии и псевдофекалии содержат органическое вещество, которое потребляется донными грунтоедами (детритофагами). Но если плотность размещения моллюсков будет слишком высока, тогда на дне начнёт скапливаться мидийный ил, который называют также «биоотложениями». Иногда толщина биоотложений измеряется метрами и может представлять потенциальную угрозу для ближайших пляжей, которые могут загрязняться илом во время штормов. Однако мидийный ил можно рассматривать и в качестве ценного ресурса. В США вдоль берегов Нью-Джерси и Лонг Исланда его залежи добываются фермерами и используются в качестве удобрения. В районе острова Принца Эдварда толщина мидийного ила колеблется от 1,5 до 7,5 м. Его добывают с помощью драг, установленных на плотках. Поднятый ил содержит органические вещества, известь, фосфаты и калий и используется для удобрения кислых и истощённых почв.

Морские фермеры, поднимающие из воды коллектора и рукава с мидиями, либо садки с устрицами, вынуждены отмывать моллюсков и оборудование от серого ила, образованного в результате жизнедеятельности моллюсков. Если фермер сможет технически организовать сбор этого ила, например в отстойнике – в этом случае, фермер сможет производить дополнительную продукцию (удобрение) и, при этом, не будет ухудшаться прозрачность морской воды.

### **2.1.5. Плавсредства для обслуживания морской фермы**

Работа на морской ферме отличается своей спецификой: подъём из воды тяжёлых хребтин с урожаем (нужны грузоподъёмные устройства). Возможная обработка урожая в море параллельно с выполнением ремонтных работ, для этого нужна оборудованная рабочая площадка. В процессе работы судно может оказаться над другими носителями, которые нельзя повреждать винтом, поэтому судно должно иметь малую осадку и обладать соответствующей вместимостью и грузоподъёмностью для транспортировки урожая на базу. Кроме этого, судно должно быть устойчивым к качке и высокоманевренным. Обеспечить выполнение всех перечисленных требований в одной конструкции – практически не реально. Обычно находят некий компромиссный вариант в виде широкого плоскодонного судна с малой осадкой (рис. 73).

Такое судно раскачивается на волне, поэтому морские работы выполняют в достаточно спокойную погоду. Но и на берегу всегда много работ, осуществление которых и планируется на штормовые дни.

Другая проблема: поиск, либо оборудование места стоянки судна. Тихая, защищённая от штормовых волн бухта, может располагаться слишком далеко от фермы. На переходы тратится горючее и рабочее время, от чего неизбежно возрастает себестоимость продукции. Возможно, что придётся упорно искать нестандартное решение: ставить судно на мёртвый якорь, на бочку; использовать в качестве судна грузовую машину амфибию; либо катер с откидными колёсами, который из воды вытаскивается лебёдкой или тягачом; установить на своём причале подъёмное

устройство, для подъёма судна на берег; проложить рельсы для вытаскивания судна на берег с помощью тележки и лебёдки и т.д.



Рис.73. Мидийные суда в порту г. Триест, Италия.

При выборе типа и размеров плавсредства для мидийной, либо устричной фермы нужно решить, прежде всего, вопрос о том, где и как будет осуществляться обработка моллюсков: на береговой базе или в море. Каждый из вариантов имеет свои преимущества и недостатки. Однако, в целом, предпочтительнее обработку моллюсков выполнять, хотя бы частично, в море. Соответственно необходимо приобрести плавсредство достаточно просторное, позволяющее размещение на борту технологического оборудования и склада товарных моллюсков. Обычно это же судно используется и при ремонте и монтаже фермы, например для натягивания хребтин. Поэтому оно должно быть оснащено достаточно мощными

лебёдками. Конечно и тип носителей, установленных на ферме, так же определяет выбор основного судна.

Кроме основного плавсредства, нужно иметь небольшое вспомогательное, позволяющее выполнять оперативные задачи: срочные выходы при проникновении посторонних лиц на ферму; проведение регулярных осмотров состояния фермы; выполнение лёгкого ремонта, выполнение научно-исследовательских работ и т.д. Для этих целей хорошо иметь ял со стационарным либо подвесным двигателем.

Суда, работающие на морских фермах, должны отвечать ряду технических требований, а именно:

- устойчивость к бортовой качке;
- рабочая палуба судна должна быть просторной, например 4 x 10 м;
- осадка судна должна быть мала, например 0,8 м;
- высота борта низкая, хотя бы с одного (рабочего) борта;
- судно должно быть высокоманёвренным. Это требование очень важно, учитывая, что судну придётся маневрировать между рядами носителей при воздействии ветра, волнения и течений. Желательно судно оборудовать двумя двигателями, либо водомётным двигателем, облегчающим выполнение разворотов;
- судно должно быть оснащено лебёдкой (краном). Европейские суда снабжены гидравлическими артикулярными (складывающимися) кранами на 6 тонометров. В европейском мидиеводстве получили распространение гидравлические приводы, обеспечивающие функционирование не только лебёдок и грузовых кранов, но и машин для разбивки друз мидий, их сортировки и промывки, а также работы забортных транспортёров (подъём рукавов).

Типичные размеры судна: длина -13,5 – 14 м; ширина - 5,6 – 5,7 м; осадка - 0,8 м. Для обслуживания подповерхностных носителей выпускают суда длиной 16-20 м (рис. 74).



Рис. 74. Судно плавбаза для работы с подповерхностными носителями и обработки мидий в открытом море (Франция).

Со стороны рабочего борта судно оборудуется двумя порталами, в верхней части которых установлены два блока для тросов лебёдок; в нижней части порталов установлены ролы, в которые заводится хребтина (рис. 75).

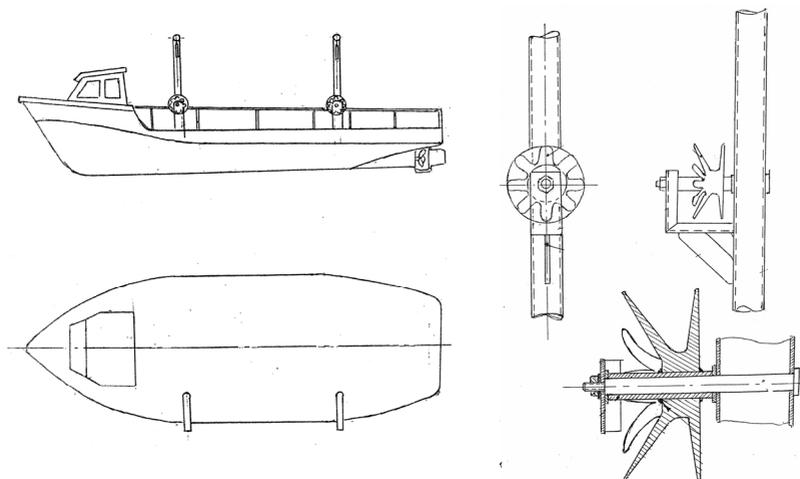


Рис. 75. Расположение порталов и блоков на судне, обслуживающем мидийно-устричные фермы. Справа показана установка рола, с внешней ребордой в виде «ромашки».

Ро́лы имеют некоторые конструктивные особенности, не допускающие наматывание на них коллекторов, рукавов, поводков и т.д. Как видно из рисунка, внешняя реборда ролов имеет вырезы, в которые входят поводки рукавов, и, при поворачивании рола, свободно сходят с него. Перед каждым ролом устанавливается ограждение, отодвигающее от него коллектора, садки и т.д. (на рисунке не показано). Ограждение делается из катанки диаметром 16 мм; оно имеет вид двух дуг, причём нижняя дуга огибает рол в горизонтальной плоскости, а верхняя дуга проходит чуть ниже верхней части реборды рола. Обе дуги свариваются вместе своими концами, которые затем привариваются к горизонтальной планке, служащей основанием ограждения.

Отечественная промышленность не выпускает суда, отвечающие перечисленным требованиям. Поэтому для обслуживания мидийно-устричных ферм по заказу ИнБЮМ и ООО «НИО Марикультура» разработан Крымским экспертно-проектным бюро «Корвет-Юг» проект самоходного катамарана длиной 8 м и шириной 4,5 м (рис. 76).

Судно проектировалось для обслуживания мидийных и устричных ферм, состоящих из поверхностных, полупогруженных, либо донных носителей, либо носителей аналогичных конструкций. Данный катамаран не предназначен для работы с подповерхностными носителями. Официальное название типа судна: «Стальной палубный катамаран типа «А», с носовым и кормовым порталами с грузоподъёмным устройством, с фальшбортом в носу и леерным ограждением палубы по корпусу». Район плавания судна: 4-й прибрежный (П4), что соответствует прибрежной зоне с удалением от берега до 1 км. Обслуживание морской фермы возможно при силе ветра не выше 4-х баллов и высоте волны – не более 0,3 м. Основные размеры: длина корпуса - 8,00 м; ширина одного корпуса – 1,20 м; ширина максимальная – 4,50 м; высота борта – 1,20 м; осадка с грузом – 0,6 м; водоизмещение с грузом – 6,4 т; вес груза – 1,5 т. Площадь рабочей палубы: 6,3 х 4,5 м. Обшивка корпуса выполнена из листовой стали толщиной 4 мм, палубы – 3 мм. По правому борту устанавливается рабочий стол длиной 6 метров, который предназначен для отделения мидий от коллекторов и рукавов, а

также для набивки рукавов одноразмерными мидиями. Рабочий стол также предназначен для работ с устрицами. По левому борту устанавливается сортировальный стол.



Рис. 76. Катамаран конструкции ИнБЮМ – ПКБ «Корвет Юг» на автомобильном прицепе. Вид с кормы: видны два портала и два рола, установленные вдоль левого борта.

Восемь герметичных отсеков корпуса обеспечивают непотопляемость судна; выполнены также расчёты остойчивости судна при работе на ферме под полной загрузкой. Вдоль борта катамарана, под двумя порталами, установлены рола, на которые, с помощью двух ручных лебёдок (грузоподъёмностью по 0,95 т) заводится хребтина, что позволяет снимать и подвешивать коллектора и садки с устрицами без применения водолазного труда. Между порталами натягивается тент для защиты персонала от дождя и солнца. Для повышения надёжности ходовой установки, катамаран

оснащен двумя подвесными двигателями мощностью по 12 л.с. каждый. Проект утверждён Регистром Судоходства Украины. Строительство и оборудование катамарана в 2008 году обошлось в 165 тыс. грн.

При освоении работ на плантации с использованием катамарана, пожалуй, наиболее трудным и важным является первый пробный выход на ферму.

До первого выхода на ферму вся команда (4-5 человек) должна иметь достаточно чёткое представление о предстоящей работе. Первый день должен быть учебным; его цель:

1. научиться **полностью** готовить судно к работе; отработать подход к носителю;
2. научиться поднимать хребтину лебёдками из воды и ставить хребтину на ролы;
3. перемещаться вдоль хребтины;
4. выполнять обработку мидий и устриц на борту.

Ясно, что для первого дня нужно выбрать день с хорошей погодой и с минимальным волнением, когда слабый ветер дует со стороны берега.

Предварительно нужно подготовить и погрузить на катамаран необходимое оборудование:

- две кошки с верёвками;
- два весла;
- верёвки разного диаметра 10-16 мм, длиной по 3 – 10 м;
- сетные мешки для промывки мидий – 2 -6 шт.;
- багры с длинными ручками – 2 шт.;
- металлическое ведро с верёвкой (для подъёма морской воды на борт);
- швабра;
- инструменты: молотки, плоскогубцы, гаечные ключи, зубило, ножи;
- сеточник (т.е. верёвка диаметром 4-6 мм);
- рабочие рукавицы;
- запас буёв, коллекторов и рукавов для набивки мидиями.

Для первого раза нужно выбрать крайний носитель, либо другой самый удобный носитель, то есть такой, к которому подойти будет

не сложно, а его хребтина не слишком провисла и проходит не глубоко, так как подвязано достаточное количество буйков.

Двигаться к носителю нужно по течению (или по ветру) и до подхода к носителю развернуть катамаран параллельно хребтине и выключить двигатели, привести лебёдки в рабочее положение (вытравить по три метра троса). Далее течение или ветер будет приближать катамаран к носителю. Для того чтобы катамаран не развернуло (он должен быть всегда расположен параллельно хребтине и повернут к ней рабочим бортом), нужно, чтобы на корме и на носу находились рабочие с вёслами, выравнивающие положение катамарана.

Дальнейшие работы необходимо выполнять быстро и слаженно, иначе течение пронесёт мимо хребтины и всё придётся начинать сначала. Как только катамаран приблизится на расстояние 3-4 м до носителя, следует сразу же бросать кошку с верёвкой и цеплять хребтину. Лучше, если одновременно использовать две кошки – так будет надёжнее и быстрее. Сразу же необходимо поднять хребтину как можно ближе к поверхности и, после этого, быстро закрепить верёвки кошек на стойках порталов. В это же время нужно зацепить хребтину кошками лебёдок (трос лебёдок должен быть заранее вытравлен) и тянуть лебёдками хребтину вверх. При извлечении хребтины из воды могут оказаться полезными багры.

Завести хребтину на роля и для страховки прихватить её верёвками к стойкам лебёдок, (чтобы хребтина не сорвалась с рол в море). После этого сделать перерыв, посмотреть насколько надёжно хребтина держится на ролах. Если течение или ветер наваливает судно на носитель – хребтина не будет соскакивать с рол; в противном случае катамаран будет «отрываться» от хребтины. Кроме этого, течение должно относить коллектора в сторону от катамарана, а не под него и на винты. Всё это говорит о важности выбора правильного направления подхода судна к носителю. Итак, если осмотр показал, что начальный этап работ выполнен успешно, можно отцепить кошки лебёдок и отдать страховочные верёвки. Включить двигатель и попробовать двигаться вдоль хребтины.

Достигнув нужного участка хребтины, судно остановить; сделать страховку хребтины. Снять (отвязать или отрезать)

коллекторы с мидиями и выполнить необходимые работы по проверке состояния поводков буёв, коллекторов и рукавов. После заполнения рукавов мидиями, их вывешивают на том же месте. Эта операция сразу же отмечается в полевом дневнике.

Работа с мидиями заключается в следующем:

- подъём коллекторов или рукавов на рабочий стол. Поднимают коллектор 2-3 человека: отвязывают или обрезают верёвку (поводок), затем двое тянут коллектор из воды и передают его третьему человеку. Он (третий) заводит коллектор на рабочий стол, а двое продолжают вытягивать коллектор из воды, в то время как третий продолжает укладывать коллектор на рабочем столе. Это самая трудоёмкая операция. Возможно, что придётся ограничить длину коллектора 4 м или придумать механизацию подъёма коллекторов из воды. Но частично коллектор можно вытаскивать и теми же лебёдками. В Европе для подъёма тяжёлых рукавов на палубу применяют специальные транспортёры, что показано на рис. 71.
- Отделение мидий от коллектора. Это проделывают те же 2-3 человека. Если снятые мидии слишком заилены и обросли, их засыпают другие 2 человека в сетной мешок и промывают мидий за бортом. Пока они занимаются промывкой, а потом сортировкой, первые 3 человека вытаскивают очередной коллектор.
- Промытых мидий сортируют на сортировальном столе. Товарных мидий засыпают в сетные мешки и подвешивают их за бортом. Нетоварных мидий засыпают в рукава и сразу же подвязывают к хребтине.

После завершения работ судно приводится в порядок. Палубу моют с помощью ведра и швабры.

Ниже приводится примерная схема выполнения на катамаране типичных работ по обработке устриц:

1. Подъём хребтины и постановка её в ролы. Далее все действия выполняются как в случае работ с мидиями.
2. Снятие садков. Снимаются все садки (например, итальянские типа *Ostriga*), находящиеся в полёте между блоками. В

случае проведения работ на катамаране это составит 6 батарей садков, в каждой по 5 садков; всего 30 садков. Вес батареи будет достигать 50-60 кг. Поэтому на этой операции работают 2 человека.

3. Разборка садков и их очистка. Как только на палубе появилась первая батарея, два других работника её разбирают и ставят грязные садки с неочищенными устрицами на разделочный стол. Устриц высыпают на стол. Садки чистят металлической щёткой и промывают морской водой. Машины для чистки садков данного типа пока не выпускаются. Во Франции устриц выращивают в плоских конвертах, поэтому их машины рассчитаны на чистку конвертов.
4. Чистка и сортировка устриц. Когда поднимут все садки на палубу, вся бригада (4-5 человека) включается в работу по очистке и сортировке. Для этого разделочный стол должен быть достаточно длинным, а лучше иметь два стола по 3-4 м каждый. Устриц сразу разделяют на товарных и нетоварных.
5. Заполнение садков нетоварными устрицами. Нетоварных устриц слегка очищают от крупных обрастателей. Для этой цели годятся моечные мешки, либо моечная бочка (как для мидий). После промывки, устриц раскладывают в очищенные садки. На нижних ярусах садков плотность размещения устриц должна быть ниже, чем на верхних.
6. Более тщательная очистка товарных устриц и их помещение в тарные ящики. Устриц, предназначенных для реализации, тщательно очищают. На первой стадии очистки их надо помыть в моечных мешках (или бочке). Затем, если на берегу нет моечной машины, нужно отчистить устриц щётками из пластмассы. Отмытых товарных устриц помещают в сухие ящики, например овощные. При хранении устриц вода не должна скапливаться на дне ящика. В тоже время устрицы не должны пересыхать, поэтому их лучше укрыть влажным брезентом или тряпкой. В период работы на судне, чистых товарных устриц можно держать за бортом в тех же сетных мешках, что и для мидий.

7. Подвешивание садков с устрицами для их дорастивания. Вывешивают батареи садков на хребтину и, если требуется, добавляют наплава, или уменьшают их количество. Важно, чтобы буй принимал вертикальное положение.
8. Переходят вдоль хребтины на новое место и цикл повторяется. Обычно садки, хребтина и буи сильно обрастают мидиями. Нужно мидий отделять, собирать в сетные мешки и опускать их за борт катамарана. Затем делается переход на мидийный носитель, где мидиями заполняются рукава и подвешиваются к хребтине.

Конечно, строительство катамарана не является единственным вариантом решения проблемы плавсредства. Можно, например, приобрести готовое судно в странах с развитым мидиеводством. Если позволяют финансовые возможности, можно организовать покупку во Франции судна-плавбазы (atelier mytilicole flottante), полностью оснащённого современным технологическим оборудованием, позволяющим выполнять механизированные операции по обслуживанию ферм открытого моря и обработку моллюсков на борту (рис. 74). Стоимость алюминиевого судна с оборудованием 300 000€.

Технические характеристики типового французского судна для мидийной фермы:

- длина 15 м;
- ширина 5,06 м;
- осадка 0,5 м;
- высота борта по носу 0,55 м;
- высота борта по миделю 0,35 м;
- водоизмещение 8,8 т;
- водоизмещение с грузом 18,9 т;
- двигатель VOLVO Diesel AQAD 41/A – 200 cv;
- номинальная мощность 147 kw (до 3600 об.).

Покупка судна позволит наладить выпуск аналогичных судов на верфях Украины.

Итальянские суда для мидиеводства изготавливаются из пластика. По краю борта проходит окантовка из нержавеющей стали. Судно оснащено гидравлической системой, позволяющей подключать устройства для подъёма рукавов с моллюсками на

палубу и их обработку (промывка, сортировка, набивка рукавов). Поэтому судно имеет на борту полный набор оборудования, необходимого для выращивания и обработки мидий.

Судно снабжено двумя порталами, на которых вверху закреплены блоки, а внизу установлены гидравлические лебёдки, грузоподъёмностью 1 т каждая. Данное оборудование предназначено для подъёма из воды основного каната (хребтины) и удержания его вблизи борта в процессе выполнения работ.

Судно снабжено тентом для защиты работающих людей от солнца и дождя.

Длина судна:

- 10 м +/- 2 м;
- ширина: 4 +/- 1 м;
- осадка: 0,6 – 0,8 м.

## Глава 3 УСТРИЦЕВОДСТВО

### 3.1. Технология выращивания устриц в полноциклических хозяйствах

К настоящему времени коммерческое устрицеводство на Чёрном море всё ещё практически отсутствует. Экспериментальное выращивание устриц осуществляются в Севастополе: ИнБЮМ; МЧП «Дон-Комп»; «Государственном океанариуме»; на ЮБК, пос. Кацивели: ООО «ЯХОНТ ЛТД»; в России, Большой Утриш: НЭКМ (Научно – экспериментальный комплекс марикультуры)

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 времён. 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 прикрепились 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.

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 завершила разрушение устричных запасов в 60-е и особенно в 70-е годы – раковинная болезнь, вызванная морским микрогрибом *Ostracoblae 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.

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.

Ранее выращивание этой устрицы практиковалось только в Японии, затем в Корее и Китае. Позже она была завезена в Австралию, Новую Зеландию, Европу, Чили, западное побережье США и Канады.

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 °С. 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.

В 1985 г. были доставлены на побережье Северного Кавказа ещё четыре партии устриц различного возраста. В 1989 г в район Керченского пролива завезли 2000, а в 1990 г. - 4000 штук устриц. В 1991 г. в Джарылгачский залив и в Керченский пролив доставили

соответственно 10 000 и 4000 экземпляров. В 1992 г. часть устриц из Керченского пролива (по 200 экз.) перевезли в озеро Донузлав и в Карадагский заповедник (Карадагское отделение ИнБЮМ НАН Украины). В 1986 и 1992 гг. небольшие партии устриц были перевезены из лагуны у мыса Большой Утриш (Северный Кавказ) в район бухты Ласпи и размещены в экспериментальном хозяйстве ИнБЮМ. Итак, устрицы *C. gigas* были завезены в 12 различных мест, общим количеством 20 000 – 25 000 экз.

В Чёрное море интродуцировали *C. gigas* не только из Дальнего Востока. Имеется сообщение, что в НЭКМ (Большой Утриш) были также доставлены устрицы - производители из атлантического побережья Франции.

Следует отметить, что и в Румынии производились работы по акклиматизации и выращиванию гигантской устрицы.

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 полноцикличной технологии, само производит посадочный материал, который выращивает до товарного размера.

Спат, в относительно небольших количествах (десятки тысяч штук), можно заказать в ИнБЮМ НАНУ, а в больших (сотни тысяч штук) – в зарубежных питомниках, сведения о которых содержатся в Интернете. Для закупки спата требуются следующие документы:

1. Контракт на поставку (supply contract) на английском и русском или украинском языках.
2. Накладная (movement document).

3. Ветеринарный сертификат страны экспортёра, составленный на двух языках: страны экспортёра и украинском языке ([www.vetcontrol.org](http://www.vetcontrol.org)).
4. Сертификат происхождения.
5. Сертификат качества.
6. Разрешение (дозвіл РСДВК). Державний департамент ветеринарної медицини Міністерства аграрної політики України + Certificate of specification.
7. Выполнить согласование в представительстве экобезопасности.
8. Согласовать закупку спата в рыбоохране.
9. Иметь предварительную договорённость с таможей.
10. Счёт.
11. Аттестация устричной фермы (покупателя) местной лабораторией ветеринарной медицины.

Ориентировочные цены на спат: 15 - 20 евро за 1000 шт., задерживаемых сортировальной решёткой с ячейёй 6-10 мм.

Ниже подробно рассматривается полноцикличное выращивание устриц, включающее этап полуцикличного выращивания. Развитие личинок устриц рассмотрено в разделе, описывающем биологию устриц, поэтому в данной главе рассматриваются только технические и технологические аспекты. Приведенная ниже схема даёт общее представление о составных компонентах полноцикличного выращивания (рис. 77).

### **3.1.1. Получение спата в питомнике**

В данном разделе описывается технология получения устричного спата. Однако в конце раздела приведена информация по производству спата мидий. Эта информация изложена сжато, так как технология получения мидийного и устричного спата принципиально не различаются.

Процесс выращивания начинается в питомнике – своеобразном «родильном доме» и «детском саде» 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.

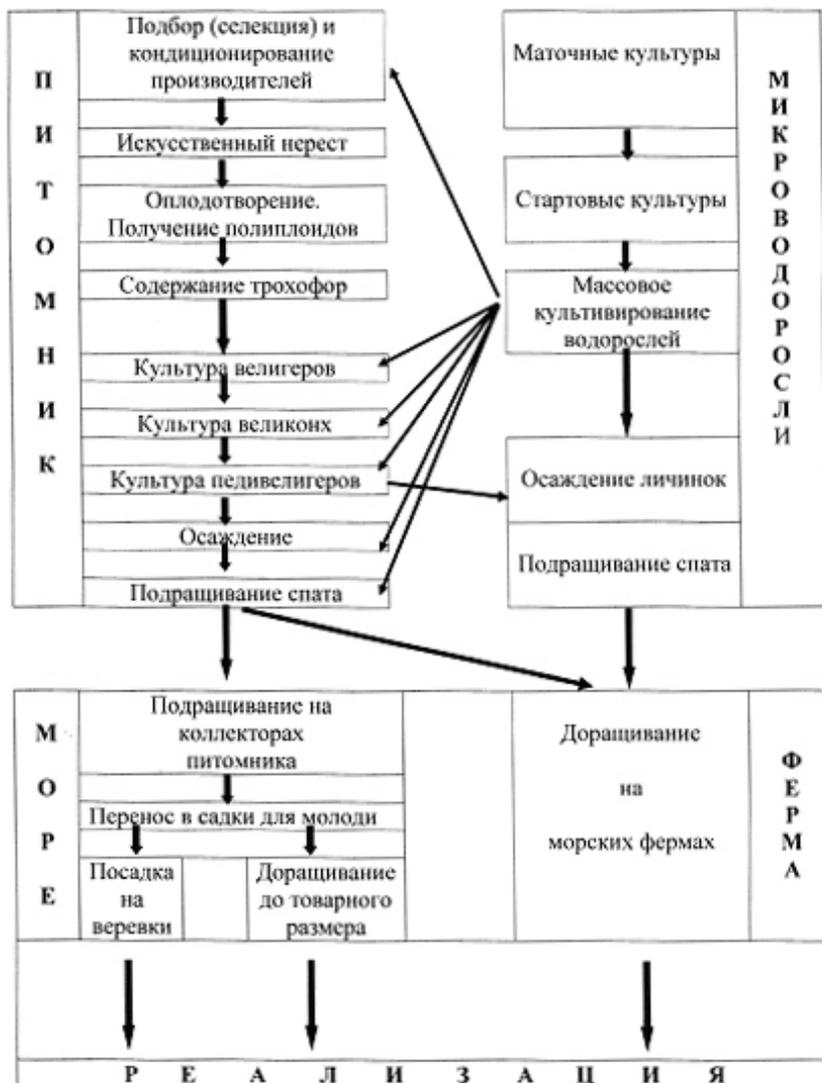


Рис. 77. Схема полноциклического выращивания гигантской устрицы.

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.

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. Однако устричные питомники ИнБЮМ и МЧП «Дон-Комп» снабжаются водой, забираемой с глубины 6 м при общей

глубине 12-17 м. 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.

Следует отметить, что высокоэффективная биотехника производства спата в питомнике разработана нами с учётом опыта мирового устрицеводства; она запатентована и внедрена сотрудниками ИнБЮМ, двое из которых (кандидаты биологических наук А.В. Пиркова и Л.В. Ладыгина) за эту разработку были награждены золотыми медалями Международной организации интеллектуальной собственности. Данную методику могут освоить специалисты, имеющие биологическое образование и навыки работ с микрообъектами (микроводорослями, личинками, гаметамы и т.д.). Для примера, рассмотрим питомник с годовой производительностью 4 млн. экз. устричного спата в год, в котором - 1,5 млн. экз. производится для собственного выращивания и 2,5 млн. экз. - для поставок в другие устричные хозяйства.

### *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. осадения 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 (рис. 78).*

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.

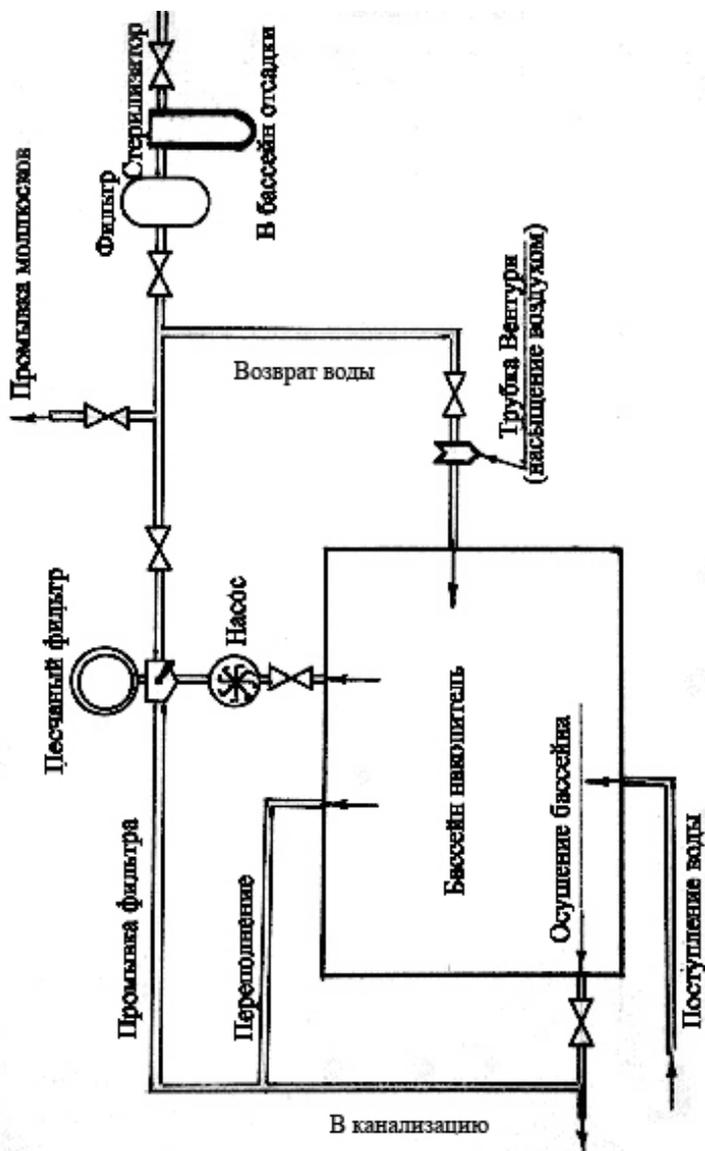


Рис. 78. Участок водоподготовки и распределения морской воды

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 м<sup>3</sup>/час;
- подача воды в накопительный бассейн объёмом 50 м<sup>3</sup>;
- предварительное аэрирование воды в накопительном бассейне;
- предварительная очистка воды фильтрационной установкой (песчаный фильтр и центробежный насос), производительностью 10 м<sup>3</sup>/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 м<sup>3</sup> в сутки. Подача этой воды на участки выращивания и осадения 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 м<sup>3</sup>/сут.).

## 2. Компрессорное хозяйство.

Данный участок состоит из двух воздуходувок производительностью 90 м<sup>3</sup>/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°C, 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 °С). 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 ИнБЮМ 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 ИнБЮМ, несколько отличается от технологии, применяемой, например, в питомниках Франции. В частности, в питомнике ИнБЮМ производителей переносят на участок для кондиционирования во второй декаде июня, когда температура воды на глубине нахождения устриц составляет 18°C. 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 ИнБЮМ 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 ( $C_{14}H_{19}N_5O_2 \cdot H_2SO_4$ ) 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 150 x 50 x 15 см, высота уровня воды – 10 см. Предпочтительно, чтобы дно аквариума было тёмным – это позволит различать вымётываемые 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 ячеи 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 ячейей 20 мкм и выдерживают яйцеклетки в течение 2 час. в воде, после чего их переносят в баки.

В соответствии с отработанной технологией в ИнБЮМ, 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 (x 100). 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. яиц./л.

#### *5. Выращивание личинок.*

Трудно предложить несложную стандартную и в тоже 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 ИнБЮМ применяют баки собственной конструкции объёмом 125 л; рабочий объём – 100 л (рис. 79).



Рис. 79. Баки ( $V = 125$  л) для выращивания личинок устриц и ванны ( $V = 450$  л) для оседания педивелигеров и подрачивания спата в экспериментальном питомнике ИнБЮМ.

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.

Мы вначале приводим подробное описание технологии выращивания личинок в промышленных питомниках, а затем описываем технологию, применяемую в ИнБЮМ, которая, на наш взгляд, более приемлема в условиях Чёрного моря. Читатель (потенциальный устрицевод) должен владеть полной информацией, которая ему поможет быстрее достичь успеха в нелёгком деле получения качественной молоди устриц в контролируемых условиях питомника.

В промышленных питомниках личинок выращивают в баках гораздо большего объёма: от 1 до 10 м<sup>3</sup> (рис. 80). В американских

питомниках объёмы баков для личинок достигают 40-50 м<sup>3</sup> при концентрации личинок 2-3 тыс. экз./л.

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.



Рис. 80. 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 протока 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 ячейёй 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. 22). Для изготовления сит можно использовать пластмассовые тазики с вырезанным дном (рис. 81). 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 22. Подбор сит для сортировки личинок по размерам

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



Рис. 81. Личинки гигантской устрицы, собранные на сите в питомнике ИнБЮМ 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 биноклем и, полученное число умножают на объём воды в сосуде (в данном случае на 10 000).

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. tricornutum* + *D. viridis* - 150-200 тыс.кл/мл.

В питомнике ИнБЮМ 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 ИнБЮМ 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.

#### б. 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 глазком». 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 «микросколки» (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 дорашивания 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 осаднения 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 осаднения личинок на коллекторы. Все оборудование, которое будет использоваться при осаднении личинок должно предварительно в течение двух месяцев вымачиваться в морской воде. Процесс осаднения производится в

ваннах, либо в бассейнах разного объёма, в которых устанавливаются коллекторы.

В питомнике ИнБЮМ, 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. 82).

Дно цилиндров затянато ситом размером ячеи 150 мкм. На сите равномерно рассыпают крупку из устричных створок из расчета 130 мг осколков на см<sup>2</sup> 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 осадения личинок на коллекторы должны быть обеспечены следующие требования:

- объём ванны должен быть заполнен коллекторами;
- максимальное количество вносимых личинок: 1 млн. /м<sup>3</sup>;
- 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 осадения 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 осадения личинок.

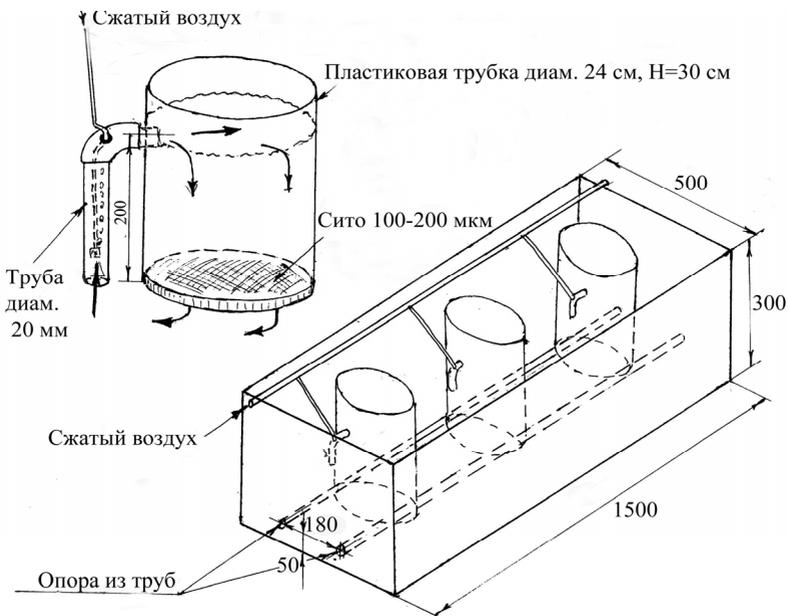


Рис. 82. Устройство для осадения личинок устриц на крупку.

Для успешного проведения осадения 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.

#### 7. *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 осадения личинок на крупку – в выростные цилиндры, размещённые в лотках (рис. 83).

В первом случае осуществляется интенсивная аэрация воды в ванне, а во втором – непрерывный проток воды через лотки со спатом. Оптимальная плотность размещения спата в ваннах промышленных питомников: 200 г/м<sup>3</sup>. 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 (ИнБЮМ) в августе спат размером 2–3 мм выставляют в море на дорастивание. Перед выставлением на ферму на каждый коллектор с осевшим спатом надевают сетчатые рукава (например, пошитые из дели), с размерами ячеек 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°С.

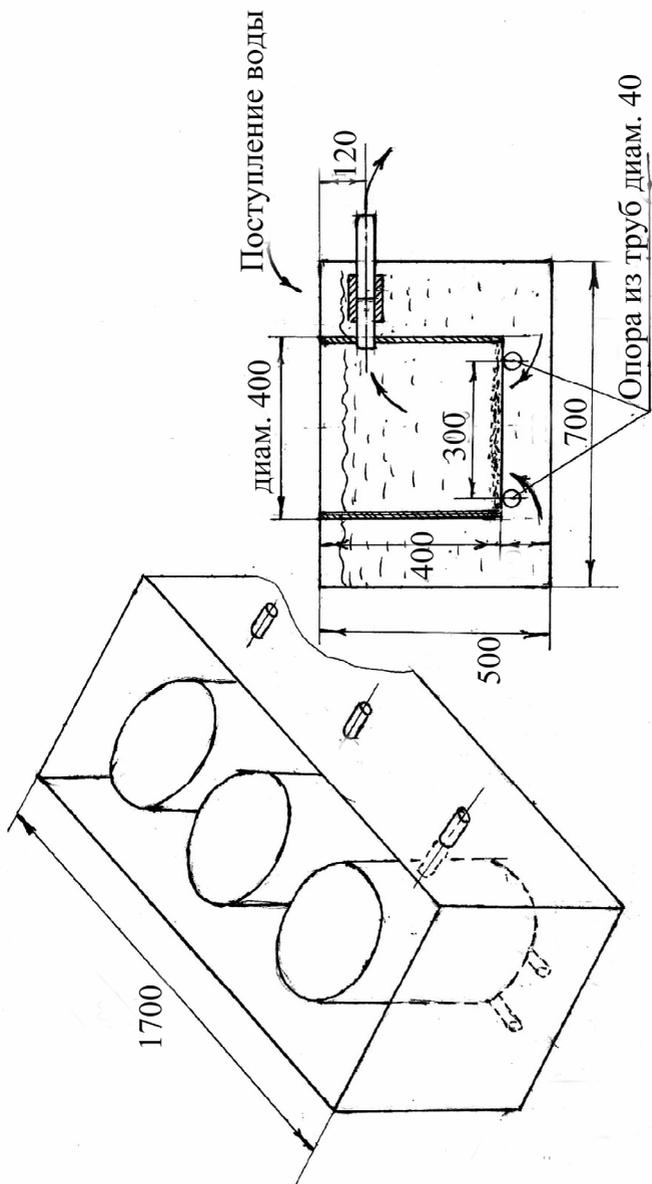


Рис. 83. Устройство для подрачивания слата в питомнике.

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 забортной 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.

*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.

В 2002-2005 гг. начало нереста в лабораторных условиях ИнБЮМ отмечалось в период с 21 по 27 июня при температуре морской воды 22,5-23,5°C. Предполагаем, что нерест начнётся 21 июня. За 40 дней до этой даты следует приступить к подготовке производителей к нересту (кондиционирование и выдержка без корма).

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 великонок 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.

### **3.1.2. Получение мидийного спата в условиях питомника**

#### *Отбор производителей.*

Работы по культивированию личинок мидий и получению спата целесообразно начинать в периоды массового размножения мидий в природных условиях: в марте-апреле и сентябре – ноябре. Отбор моллюсков обычно проводят по внешним признакам: форме и окраске раковины и темпу роста. Для получения личинок с высоким темпом роста и высоким уровнем выживаемости, в качестве производителей отбирают мидий с темно-синей раковинной, обитающих в относительно чистых акваториях. Производители должны быть, как минимум, трех размерных классов (например, 40 – 45; 46 – 50; 51 – 55 мм), что требуется для обеспечения необходимого количества самок и самцов, так как, даже при равном соотношении полов, часть моллюсков могла отнереститься ранее в природных условиях.

#### *Температурная стимуляция нереста мидий.*

После механической очистки раковин мидий от обрастания, их промывают в пресной воде, ополаскивают фильтрованной морской водой, ножницами обрезают биссус и распределяют отдельно по

одной в ёмкости объемом 500 мл с профильтрованной морской водой. Мидий, отобранных в весенний сезон, при температуре воды в море 8°C, помещают в морскую воду при 17°C. При проведении опытов в осенний сезон, когда температура воды в море составляет 17°C, мидий, после предварительного охлаждения при температуре 8 – 10°C в течение 2 – 3 час. (без воды), распределяют по ёмкостям с профильтрованной морской водой температуры 17°C. При более высокой температуре воды, например, при 22°C, происходит нарушение процессов мейоза в оплодотворенных яйцеклетках, что является причиной низкой выживаемости на ранних личиночных стадиях. Обычно нерест начинается в течение часа от начала стимуляции; первыми нерестятся самцы, затем - самки. Яйцеклетки в воде легко различимы, часто оранжевого или розового цвета; после вымета они зависают в толще воды, а затем оседают на дно. Сперматозоиды равномерно распределяются по всему объему воды. Суспензия сперматозоидов молочно – белого цвета.

#### *Оплодотворение.*

При оптимальной температуре воды жизнеспособность гамет сохраняется в течение нескольких часов. Для обеспечения высокой выживаемости личинок, оплодотворение проводят в течение двух часов после нереста. Перед оплодотворением с помощью микроскопа необходимо оценить зрелость яйцеклеток. Яйцеклетки должны быть без ядер, округлой формы. При проведении индивидуального скрещивания отбирают яйцеклетки от одной самки и сперматозоиды от одного самца. В групповом скрещивании количество яйцеклеток от каждой самки должно быть примерно одинаковым, как и количество сперматозоидов от каждого самца. Яйцеклетки подсчитывают в камере Богорова с помощью микроскопа (например, МБС – 9, увеличение 98), предварительно сконцентрировав их в объеме 250 мл, отбирают трижды по 1 мл; определяют среднее значение и умножают на объем суспензии. Количество сперматозоидов определяют в камере Горяева под микроскопом (увеличение 200), предварительно обездвигив их в парах формалина, затем, с учетом разбавлений, подсчитывают количество сперматозоидов в 1 мл. Отобранные яйцеклетки переносят на сите с размером ячеек 56 мкм в профильтрованную морскую воду ( $V = 1$  л). К суспензии яйцеклеток добавляют определенный объем суспензии

сперматозоидов и равномерно перемешивают. При соотношении яйцеклеток и сперматозоидов 1:10, оплодотворение проходит без полиспермии. Процесс оплодотворения и эмбрионального развития мидий контролируют при помощи микроскопа. Через час объем воды доводят до 10 л и подключают аэрацию. Эмбриональное развитие проходит при плотности посадки 30 тыс. яйц./л.

Для предотвращения полиспермии, при невозможности предварительного подсчета половых клеток, через 15 мин. после оплодотворения, яйцеклетки собирают на сите (размер ячеи 56 мкм), промывают и переносят в профильтрованную морскую воду с аэрацией.

#### *Выращивание личинок.*

В зависимости от поставленных задач, объем ёмкостей для выращивания может составлять от 1 до 100 л и более. Культивирование личинок проводят в профильтрованной морской воде при температуре  $18 \pm 2^\circ\text{C}$  и постоянной аэрации. В течение первых двух недель обмен воды в сосудах с личинками проводят ежедневно, а затем через сутки при помощи сита с размерами ячеи меньшими, чем размеры личинок. Также при помощи сита с разными размерами ячеи проводят сортировку личинок по размерам.

Корм личинкам необходимо выдавать ежедневно, начиная с трехсуточного возраста. В качестве корма личинкам на стадии велигера дают смесь микроводорослей *Is. galbana* + *Monochrysis lutheri* концентрации 40 тыс.кл./мл при соотношении клеток 1:1. Начиная с недельного возраста, в корм личинкам необходимо включать еще *Ph. tricorutum*; при этом общая концентрация водорослей составляет 40 тыс.кл./мл, что по сырой биомассе соответствует 3,58 мг/л. На стадиях великонхи и педивелигера корм также состоит из трех видов микроводорослей: *Is. galbana* + *M. lutheri* + *Ph. tricorutum* при соотношении клеток 1:1:1 и концентрации 50 тыс. кл./мл, что соответствует сырой биомассе 6,40 мг/л.

Оптимальная плотность личинок, определённая методом многофакторных экспериментов, на стадии велигера - 10 тыс. лич./л; на стадии великонхи - 5 тыс. лич./л. «Глазок» появляется у личинок на стадии великонхи (225 мкм). При длине раковины более 250 мкм - появляется нога. Размер «глазка» педивелигеров, готовых к оседанию – 11 x 9 мкм.

### *Оседание.*

В природных условиях педивелигеры мидий оседают преимущественно на нитчатые субстраты, как естественные – макроводоросли, так и искусственные – веревки, предварительно вымоченные в морской воде. Они предпочитают оседать в места, с уже сформированными друзьями мидий. Кроме этого, природный фитопланктон представляет собой сбалансированный по составу корм. Вероятно, такие условия способствуют быстрому завершению метаморфоза мидий.

В лабораторных условиях нами пока еще не отработаны оптимальные условия, необходимые для осадения педивелигеров. В экспериментах по изучению наследования качественных признаков у мидий, оседание педивелигеров продолжалось в течение двух недель. После выделения первичного биссуса, некоторые ювенильные особи снова откреплялись и ползали в поисках нового субстрата. В дальнейшем их темп роста был намного ниже, чем у спата, осевшего на коллекторы мидийной фермы.

*Пример расчёта основных параметров устричного питомника.* Данный пример приводится в качестве иллюстрации расчётов потребностей в основном оборудовании, корме и фильтрованной морской воде. Экономическое обоснование минимальной производительности питомника может сделать фермер, базируясь на затратах и на схеме приводимых здесь расчётов.

Условимся, что годовая производительность предполагаемого питомника мощностью 4 млн. штук устричного спата в год, из которых – 1,5 млн. - для собственного выращивания и 2,5 млн. - для поставок в другие устричные хозяйства. Учитывая значительные капитальные затраты, связанные с организацией питомника, можно полагать, что питомник, производящий 4 млн. штук спата в год, вряд ли окажется рентабельным.

#### Оборудование:

- Баки для личинок объёмом по 500 литров. Конечная концентрация личинок 2000 экз./л. Поэтому бак будет содержать 1 000 000 личинок готовых к оседанию. Учитывая отход личинок во время оседания, нужно готовить к оседанию 8 млн. педивелигеров. Поэтому необходимо иметь 16 баков, из которых 8 баков будут с

личинками и 8 баков будут подготовлены к пересадке личинок, то есть они будут залиты профильтрованной водой.

- Ванны для осаждения личинок объёмом по 1,8 м<sup>3</sup> рассчитаны для внесения 2 млн. личинок. Всего нужно 4 ванны. Вместо ванн можно построить бассейн объёмом 10 м<sup>3</sup>.
- Аквариумы на 100 л для кондиционирования производителей – 2 шт.
- Устричные коллекторы (дисковые из пластмассы). Предположим, что на каждую сторону диска садится 50 личинок, то есть всего на диске 100 личинок. В одной ванне садится 1000 000 личинок, что потребует 10 000 дисков. Всего на один цикл (4 ванны) требуется 40 000 дисков.

Остальное оборудование приведено в описании питомника.

*Расчёт потребностей в фильтрованной морской воде.*

Используется вода, прошедшая через фильтр с порами 1 мкм. Ежедневно заполняются 8 баков по 500 литров; ещё 500 литров используются на мытьё баков и 500 литров на нужды участка по выращиванию водорослей. Таким образом, суточный расход составляет 5 м<sup>3</sup>

*Расчёт объёмов выращиваемых кормов.*

Приведенные ниже расчёты выполнены на основе рекомендаций, разработанных в экспериментальном питомнике ИнБЮМ. Состав корма и его концентрация изменяется в процессе роста личинок устриц, продолжающегося в течение 4 недель:

*1 неделя.* Выдаётся ежедневно корм изохризис и хетоцерос в соотношении 2:1. Концентрация корма в баке с личинками 100 000 кл/мл. В один бак выдавать: 100 млн. кл/л × 500 л = 50 млрд. клеток (32,5 млрд. изохризиса и 17,5 млрд. хетоцероса). Если концентрация изохризиса в культуральной среде 9,8 млн. кл/мл, то для получения 32,5 млрд. клеток нужно взять 3,3 литра культуры. Соответственно культуры хетоцероса: 17,5 млрд.: 1,8 млн. = 9,7 литра культуры хетоцероса.

*2 неделя.* Выдаётся изохризис и хетоцерос в соотношении 1:1. Концентрация корма в баке с личинками 150 000 кл/мл. В один бак выдавать 75 млрд. клеток (37,5 млрд. изохризиса и 37,5 млрд. хетоцероса).

*3 неделя.* Выдаётся изохризис, хетоцерос и добавляют дуналиэллу и тетраселмис. Концентрация корма в баке с личинками 200 000 кл/мл. В один бак выдавать 100 млрд. клеток: 45 млрд. изохризиса, 45 млрд. хетоцероса, 5 млрд. дуналиэллы и 5 млрд. тетраселмиса.

*4 неделя.* Выдают те же водоросли и к ним добавляют скелетонему или талассиозиру. Концентрация 200-250 000 кл/мл. Всего нужно 100-125 млрд. клеток.

Выше приведены данные по количеству кормов, выдаваемых в один бак. Выращивание личинок начнётся с четырёх баков, (все велигеры разместятся в 4 баках). Поэтому данные, полученные для первой недели, нужно умножить на 4; для последующих двух недель данные выдачи корма нужно умножать на 6 (в работе 6 баков); для последней (четвёртой) недели – умножить на 8.

Осаждение личинок будем производить на дисковые коллекторы, собранные в гирлянды. Гирлянды длиной по 2,5 м включают 250 дисков диаметром по 100 мм. Гирлянды размещаются в четырёх ваннах объёмом по 1,8 м<sup>3</sup> (длина 3 м; ширина – 1,2 м; высота – 0,5 м). По ширине ванны устанавливаются 10 горизонтальных рядов гирлянд. По высоте ванны гирлянды располагаются на четырёх уровнях. Всего в ванне размещается 40 гирлянд или 10 тыс. дисков. В ванну вносят 2 млн. педивелигеров с глазком, что должно обеспечить прикрепление и метаморфоз 1 млн. устриц, то есть получение 1 млн. штук спата.

В каждую ванну ежедневно вносится корм (смесь изохризиса, хетоцероса, тетраселмиса, скелетонемы); 0 концентрация водорослей в ванне до 200 тыс. кл/мл. Объём ванны равен 1,8 м<sup>3</sup> (1800000 мл), следовательно, нужно внести: 1 800 000 x 200 000 = 360 млрд. клеток. Для получения дневного расхода эту цифру нужно умножить на 4. Процесс осаднения будет продолжаться в течение 3 - 5 сут.

#### *Структура и оборудование питомника.*

После достаточно подробного описания технологии производства спата в условиях питомника представляется

целесообразным дать более точное описание оборудования и материалов, применяемых в питомниках. Ниже предлагаются два варианта: 1) питомник, ориентированный на выполнение только производственных задач и 2) питомник, являющийся подразделением «Регионального центра марикультуры», который, кроме выполнения чисто производственных задач, включает и обучение морских фермеров (практика) и лабораторию контроля качества продукции.

Итак, питомник производительностью 4 млн. штук спата в год состоит из следующих отделов:

- водоподготовка (отдельное строение) .....25 м<sup>2</sup>;
- содержание, кондиционирование и нерест производителей, а также осажение личинок..... 20 м<sup>2</sup>;
- выращивание личинок .....50 м<sup>2</sup>;
- подращивание спат до 10 мм ..... 20 м<sup>2</sup>;
- массовое культивирование микроводорослей (в больших объёмах) и содержание маточных и стартовых культур..... 20 м<sup>2</sup>;
- лаборатория для подготовки сред, микроскопических наблюдений, контроля биотехнических процессов ..... 20 м<sup>2</sup> ;
- склад оборудования и материалов ..... 20 м<sup>2</sup>.

**Итого:** .....150 м<sup>2</sup>

Спат можно подращивать снаружи здания (в проточных лотках под навесом). В этом случае понадобится 130 кв. м. крытых помещений. Второй, третий и четвёртый отделы можно разместить в одном помещении.

Производственные и бытовые площади питомника, включающего обучение специалистов и контроль качества продукции:

- участок кондиционирования производителей; проведения нереста и осажения личинок.....25 м<sup>2</sup>;
- выращивание личинок .....50 м<sup>2</sup>;
- подращивание спата.....30 м<sup>2</sup>;
- содержание маточных культур водорослей.....10 м<sup>2</sup>;

- наращивание культур.....20 м<sup>2</sup>;
  - выращивание водорослей в больших объемах.....30 м<sup>2</sup>;
  - микробиологическая лаборатория.....20 м<sup>2</sup>;
  - офис, выполнение «сухих работ».....15 м<sup>2</sup>;
  - учебный центр, выполнение «влажных работ».....30 м<sup>2</sup>;
  - бытовое помещение.....10 м<sup>2</sup>;
  - склад.....40м<sup>2</sup>.
- Итого: 280 м<sup>2</sup>.**

Стоимость здания питомника равна: 1040 грн. x 280 = **291200 грн.** Стоимость оборудования приведена в таблице 23.

Таблица 23. Смета затрат на приобретение основного оборудования для питомника (в грн.)

№	Наименование	Кол-во, шт.	Цена за ед.	Сумма
1	Насос погружной, 10 м <sup>3</sup> /час	1	3300	3300
2	Фильтрационная установка, 10 м <sup>3</sup> /час	1	5490	5490
3	Бассейн – накопитель, 50 м <sup>3</sup>	1	35000	35000
4	Бак для личинок, 0,5 м <sup>3</sup>	16	2400	38400
5	Ванна для осаждения личинок, 1,5 м <sup>3</sup>	4	4250	17000
6	Проточный УФ - стерилизатор type G1 PVC производительность 0,5 – 2 м <sup>3</sup> /час	1	7400	7400
7	Компрессор (воздуходувка) FPZ SCL 1,5 CV до 90 м <sup>3</sup> /час	1	6750	6750
8	Фильтр фарфоровый 0,2 мкм	2	795	1590
9	Система фильтров картриджей	2	3200	6400
10	Бокс микробиологический	1	15000	15000

Продолжение таблицы 23.

11	Микроскоп	3	4290	12870
12	Кондиционер	5	2200	11000
13	Ванна для подращивания спата	10	1200	12000
14	Стеллаж для водорослей	5	800	4000
15	Стойка со светорешёткой	10	1100	11000
16	Весы аналитические ВЛР - 200	2	3900	7800
17	Стол лабораторный	6	2440	14640
18	Стол для влажных работ	2	1700	3400
19	Электрошкаф сушильный	2	2940	5880
20	Стол письменный однотумбовый	5	800	4000
21	Персональный компьютер	4	4100	16400
22	Шкаф лабораторный	3	2850	8550
23	Химическая посуда (набор)	1	5000	5000
24	Химреактивы (набор)	1	3000	3000
25	Коллектор устричный	500000	0,18	90000
26	Дистиллятор ДЭ-25	1	5490	5490
27	Весы технические Т-1000	2	770	1540
28	Шкаф вытяжной стандартный	1	8500	8500
	<b>Итого:</b>			<b>361400</b>

Финансовые затраты на организацию питомника:  
**291200 + 361400 = 652600 грн.**

### 3.1.3. Телекаптаж

Телекаптаж был разработан и применен в США в 1982 году в Кембридже (Horn Point, Environmental Laboratories), а затем распространился в Канаде и Западной Европе. Телекаптаж или проведение на расстоянии каптажа (осаждения личинок на коллекторы) – это метод, который позволяет получать спат устриц с использованием личинок, перевезенных из питомника на устричную ферму. Личинок возрастом до трех недель на стадии педивелигера, собирают на фильтр, заворачивают в стерильную влажную холщевую ткань и помещают в специальную упаковку, в которой их

перевозят на устричные хозяйства. Вместе с личинками прибывает и корм в виде сконцентрированных до пасты кормовых микроводорослей. Поскольку в Чёрном море личинок черноморской и гигантской устриц можно получать только в питомниках, телекаптаж является важным способом расселения устриц по устричным фермам, расположенным в различных районах побережья. Возможно строительство одного-двух мощных питомников, которые могли бы обеспечить все устричные фермы страны качественным посадочным материалом.

Преимущества телекапжа:

- Выбор наиболее удачного периода для проведения работ.
- Лучшее использование ресурсов природной среды, например, использование чистой весенней воды, богатой фитопланктоном.
- Удобство и дешевизна транспортировки живого материала (личинки находятся вне воды; посылка занимает незначительный объём).
- С посылкой поступает корм (нет проблемы кормов).
- Улучшение качества спата, перспективного для генетической селекции.

Телекаптаж не требует подробных знаний по биологии, но рекомендации по его проведению необходимо строго выполнять, что является залогом получения хороших результатов.

Выше уже говорилось, что перед оседанием, личинка плавает с помощью вельума в поисках твёрдой поверхности. Затем она оседает на поверхность и передвигается по ней, с помощью ноги, подыскивая подходящее для прикрепления место. Как только место найдено, устрица начинает раскачиваться вперёд-назад и влево – вправо, выпуская при этом содержимое биссусной железы. Затем она поворачивается на левую створку и приклеивается к капле, которая затвердевает в течение нескольких минут. С этого момента устрица уже не перемещается.

Хранение личинок в холодильнике без воды в течение 2 сут. при температуре 6-8°C не влияет на их выживаемость после оседания. Высота раковины и диаметр «глазка» могут быть использованы в качестве критериев оценки пригодности педивелигеров для

перевозки при низкой температуре. Критические значения высоты раковины составляют 325,5 мкм, а диаметр глазного пятна – 14 мкм.

После прикрепления завершается метаморфоз личинок. Нога, вельм и «глазок» исчезают; жабры развиваются. Молодая устрица секретирует раковину, которая простирается над субстратом и прикрепляется к нему. Устрица снова способна питаться.

Для проведения телекапжа требуется следующее оборудование:

- Две ванны (примерно на 1000 л).
- Термоизоляционный материал (пенопласт).
- Две установки регулируемого подогрева воды (мощностью 500-1000 ватт).
- Система аэрирования (аквариумные мембранные насосы или воздуходувка, распылители).
- Насос (наполнение ванн).
- Фильтр на 10-25 мкм.
- Цилиндры диаметром 500 мм с ситом размером ячеи 200 и 500 мкм.
- Эрлифт: трубка - распылитель на 50 мм.
- Парафин для покрытия внутренней поверхности цилиндров.
- Подставки под сито и цилиндры.
- Микроосколки раковин, размером 300-400 мкм.
- Термометр.

#### *Дополнительное оборудование.*

Одно ведро, проградуированное на 10 л и используемое только для телекапжа; пипетка на 1 мл; 1 лупа; 1 маленькая губка, 1 большая губка; сито на 300 и 400 мкм для сортировки микроосколков; сито на 400 и 700 мкм для сортировки устриц.

#### *Сборка оборудования.*

Новое оборудование (цилиндры, трубки, уголки, ванны, электронагреватели и т.д.) должно обязательно предварительно выдерживаться как минимум в течение двух месяцев в морской воде (с регулярной сменой воды). Это необходимо для вымывания из оборудования продуктов, токсичных для личинок.

Непосредственно перед работой оборудование должно быть тщательно вымыто пресной водой и высушено.

Микроосколки, отсортированные через сито с порами 200-300 мкм, должны быть промыты в пресной воде для удаления очень мелких частиц. Подготавливают микроосколки за несколько недель до телекаптажа; после промывки их высушивают и хранят сухими.

Чтобы предотвратить интенсивное оседание личинок на стенки цилиндра, его покрывают расплавленным парафином с помощью кисти, нанося тонким слоем. Опыт показывает, что парафин отлипает через несколько дней, но для проведения оседания личинок этого времени достаточно. На один цилиндр диаметром 500 мм требуется 250 г микроосколков.

*Подготовка (кондиционирование) микроосколков.*

В отличие от каптажа на коллекторы, каптаж на микроосколки не требует выдерживать их длительное время в морской воде. Достаточно рассыпать микроосколки на сито и оставить на ночь (перед проведением оседания) в фильтрованной морской воде. Отметим, что некоторые фирмы, поставляющие личинок, рекомендуют выдержать осколки в морской воде в течение 3 дней.

*Плотность размещения личинок.*

На 1 млн. личинок нужны два цилиндра диаметром 500 мм, т.е. 500 000 личинок на цилиндр (сито).

*Проведение оседания (каптажа)*

Накануне операции, непосредственно перед днём каптажа заполнить ванну фильтрованной морской водой через фильтр с порами 10 мкм.

Солёность воды должна быть близкой к солёности воды в питомнике поставщика. Температура воды в ванне должна быть между 23 и 27°C; оптимальная – 25°C. Следует проследить, чтобы температура была одинаковой во всех частях ванны (хорошо установлена продувка). Если это не так, то установить в углу ванны эрлифт, но так, чтобы пузырьки воздуха не попадали под сито.

Если ванна оборудована автоматическим подогревом, тогда датчик температуры должен находиться на удалении от нагревателя и вблизи от поверхности.

Цилиндры с ситом (см. рис. 82) должны быть установлены в толще воды с хорошей через них циркуляцией.

Должна быть включена система аэрирования (эрлифт), что обеспечит хорошую циркуляцию воды и равномерное распределение

температуры. Не допускать попадания пузырьков воздуха под сито. Можно сделать небольшие отверстия по нижнему краю цилиндра, через которые будет уходить воздух.

*Получение и контроль качества личинок.*

Личинки поставляются в изотермических ящиках, в которые вкладываются пакеты со льдом (или другим охладителем), что обеспечивает температуру от 4 до 15°C.

Личинки помещены на кофейный фильтр, завёрнутый во влажный холст с целью предохранения их от высыхания.

После получения личинок нужно проверить их качество и соблюдение условий пересылки. Конкретно нужно проверить следующее:

- Температура в посылке должна находиться в пределах 4-15°C.
- Цвет личинок должен быть от тёмно-коричневого до чёрного.
- Запах отсутствовать.
- Проверка плавательной активности личинок: для этого поместить несколько личинок, (взяв, например, на кончике ножа) в сосуд с водой при 20-25°C. Через несколько минут можно увидеть, как они начнут перемещаться. Если по истечении часа плавание личинок не будет наблюдаться, можно считать, что их качество не удовлетворительное.

При возникновении непредвиденных обстоятельств, или если не всё оборудование ещё готово, можно отложить проведение процесса оседания на сутки. Для этого необходимо поместить личинок в их фирменную упаковку и поставить в нижний отдел холодильника.

*Акклиматизация личинок.*

Личинки прибывают охлаждёнными, поэтому их надо акклиматизировать к температуре морской воды. Для этого холст с личинками в пластиковом пакете нужно оставить в помещении на воздухе на 20 мин.

Затем личинок перенести в 10-ти литровое ведро, наполовину наполненное морской водой, при температуре 18-20°C. Подождать 10 мин. и долить водой температуры 23-27°C. Подождать 10 мин. и долить воды доверху.

### *Подсчёт.*

Перемешать рукой весь объём воды в ведре, двигая энергично ладонь в вертикальном направлении. Взять 6 раз пипеткой на 1 мл пробы воды с личинками и вылить их на фильтровальную бумагу. Подсчитать с помощью лупы количество личинок в каждой пробе. Общее количество личинок определяется как среднее всех проб, умноженное на 10000.

### *Перенос личинок в воду.*

Перемешивая аккуратно содержимое ведра, распределить личинок по всем цилиндрам с помощью небольшого стакана. Возможно, что личинки будут склеиваться, образуя тяжи, что приводит к ошибкам при подсчёте. Однако это явление не является показателем плохого качества личинок.

Накануне вечером включить систему аэрирования морской воды.

Закрыть ванну (крышкой из полистирола); личинки избегают света во время прикрепления.

### *Обновление воды.*

Периодичность: полная смена воды должна осуществляться ежедневно.

Смена воды проводится, во-первых, с целью удаления продуктов метаболизма как личинок, так и кормовых водорослей, во-вторых, для акклиматизации маленьких устриц к природным условиям моря.

В идеале, (если это возможно), нужно использовать запасную ванну с фильтрованной водой той же температуры, как и в основной ванне. Цилиндры с личинками переносят в запасную ванну. Но при этом необходимо отмыть и прополоскать сита с личинками, цилиндры, трубки и т.д., а также устриц, которые могут цементироваться друг к другу.

Промыть губкой освободившуюся ванну, а затем прополоскать её морской водой. Наполнить вымытую ванну фильтрованной морской водой. Включить систему подогрева воды, для того чтобы на следующий день можно было перенести личинок в эту ванну.

### *Кормление.*

Кормят личинок водорослевой пастой, либо диатомеей *Skeletonema costatum*, выращиваемой в больших объёмах.

### *Водорослёвая паста.*

Некоторые питомники реализуют корм для личинок в виде водорослёвой пасты (сконцентрированный фитопланктон, с помощью центрифуги), которая хорошо хранится в холодильнике. Во время приобретения необходимо выяснить плотность пасты (количество клеток на грамм пасты; обычно это  $2 \times 10^9$  кл/г). Приводим дневные дозы корма-пасты на 1 млн. личинок (табл. 24).

Таблица 24. Суточные дозы выдачи корма (водорослевая паста) личинкам устриц (по дням)

	1-й	2-ой	3-ий	4-ый	5-ый	6-ой
Частота (раз/день)	2	2	2	2	2	2
Количество, (г пасты)	30	30	45	60	75	80

Пасту используют следующим образом:

- отобрать необходимое количество;
- растворить ее в воде, взятой из ванны;
- перемешивать до тех пор, пока окраска жидкости не станет гомогенной;
- распределить по всей ванне, **(но не в цилиндры)**.

### *Использование водоросли *Skeletonema costatum*.*

В таблице 25 представлены суточные дозы, выдаваемые на 1 млн. личинок при использовании культуры водоросли *S. costatum* с концентрацией 1,5 млн. клеток на миллилитр.

Итак, выдача корма производится 2 раза в сутки: утром, после замены воды, и вечером. Первая выдача корма делается через 0,5-1 час после переноса личинок. После внесения корма вода должна быть коричневой и постепенно становиться прозрачной ко второму кормлению.

Надо отметить, что в первые дни вода очищается в большей степени в процессе оседания водорослей на микроосколки, чем от поедания их устричным спатом.

Таблица 25. Суточные дозы выдачи корма (водоросль *Skeletonema costatum*) личинкам устриц (по дням)

	1-ый	2-ой	3-ий	4-ый	5-ый	6-ой
Частота (раз/день)	2	2	2	2	2	2
Объём (литры)	40	40	60	80	100	120

*Продолжительность телекаптажa.*

Для полного оседания личинок достаточно 48 часов. По истечении 5-7 дней при температуре 25°C спат достигает размеров 400-600 мкм.

Через 5 суток берут сито на 400 мкм и с его помощью отделяют устриц от оставшихся микроосколков и мёртвых личинок устриц.

Нельзя проводить сортировку через сито ранее, чем через 48 часов; в этом случае неизбежны потери личинок и не позже, чем через 5 дней, когда спат может начать склеиваться.

*Подращивание в титомнике.*

Устриц продолжают подращивать в ванне (цилиндрах), оборудованной эрлифтом до тех пор, пока они не достигнут размера 800-1000 мкм: продолжительность 7-8 дней при температуре 25°C. Через неделю примерно 50% устриц задерживается на сите 700 мкм, что позволяет разделить их на две группы в зависимости от размера.

В течение этого периода ежедневная порция корма (изначальное количество личинок 1 млн.) составляет 120-130 л *Skeletonema* или 95-100 г пасты, выдаваемой, как это было описано выше.

Постепенно на протяжении 24-48 часов нужно понизить температуру до таковой в проточных ваннах питомника. Удалить слабо растущих устриц (5% общего количества).

*Выращивание в проточном питомнике.*

Устриц, достигших размера 800-1000 мкм, переносят в цилиндр диаметром 500 мм, с размером ячеек сита 500-600 мкм (см. рис. 83).

Плотность посадки 200000 - 400000 экз./цилиндр. Вода в проточных ваннах проходит сквозь цилиндры в обратном

направлении, то есть снизу вверх. На выходе из ванны нужно предусмотреть фильтр, чтобы не допустить потери устриц.

*Обслуживание оборудования.*

Ежедневно промывать струёй воды цилиндры и сита до тех пор, пока устрицы достигнут размеров 10 мм, затем это делать через день.

Проводить сортировку устриц каждые 8-10 дней; составляя однородные группы. В процессе роста устриц надо пересаживать в цилиндры с большими размерами ячеек сита.

*Подсчёт осевших личинок и спата.*

Такой подсчёт необходим, для того чтобы определить насколько хорошо прошло оседание, причём в кратчайшие сроки.

Обычно устрицеводы предпочитают подрачивать устриц до тех пор, пока спат не будет задерживаться на сите 1250-1500 мкм, а затем уже выполняют первый подсчёт, то есть через три недели после начала работы с личинками.

Подсчёт определяется взвешиванием:

- 2-3 партии устриц по 500 штук, взвешиваются на весах с точностью до сотой грамма и определяют средний вес 1 устрицы;
- затем взвешивают всех устриц и рассчитывают их количество, после чего определяют выживаемость.

В питомнике во время оседания личинок выживаемость составляет 55-60%, а после подрачивания спата - 45-50%.

В процессе оседания 3-5% устриц склеиваются между собой.

### **3.2. Подрачивание устричного спата на ферме**

После периода предварительного подрачивания спата в питомнике, он поступает на морскую ферму для дораживания до коммерческого размера. Конструкция носителей устричной фермы аналогична носителям, применяемым в мидиеводстве. Если спат осаждали на коллекторы, их обтягивают сеткой, например овощной, которая предохранит устричную молодь от выедания хищными рыбами, а также утяжеляют грузом 2-4 кг. Затем коллекторы подвязываются самозатягивающимися узлами к хребтине носителя, где они остаются в течение 9 месяцев (до конца апреля – начала мая). На период осенне-зимних штормов коллекторы следует заглубить на

5-10 м. Необходимо периодически контролировать состояние коллекторов со спатом, особенно целостность защитной сетки и появление на коллекторах молоди хищной рапаны.

В мае подросший спат отделяют от створок, что сопровождается разрушением части спата, т.е. отходом, величина которого зависит от типа коллектора. Очень трудно отделяется спат, осевший на керамику, стекло, металл, черепицу, не покрытую известью и т.д. Наиболее легко спат снимается с гибких пластиковых (особенно полиэтиленовых) пластин. Но с таких пластин спат может самопроизвольно осыпаться и потеряться во время подрачивания в море. Для удержания осыпающегося спата, коллекторы обшивают мелкоячеистой делью. Однако дель быстро обрастает, поэтому её приходится чаще промывать.

Если спат поступает на ферму россыпью, т.е. в виде отдельных мелких моллюсков, его подрачивание производится в садках. В экспериментальном хозяйстве ИнБЮМ применяются два типа садков: 1) овощные ящики, зашитые сверху делью и 2) итальянские устричные садки типа «Ostriga» (рис. 84).

Обычно размеры спата, поставляемого питомниками находятся в пределах - 10-15 мм, поэтому он может просыпаться сквозь решётчатые стенки и днище садков. Для удержания спата в садке, его помещают в овощную мелкоячеистую сетку, которую следует зафиксировать в садке с помощью медных шпилек (рис. 85).

Следует отметить, что садки и сетка обрастают и заиливаются, что затрудняет поступление корма и кислорода к устрицам, поэтому, как только спат подрастёт (через 2-3 месяца), сетку необходимо удалить.

Спат рассаживают в дополнительные садки по мере его роста. Плотность посадки устриц в садке зависит от скорости течения, точнее, интенсивности водообмена в садке (табл. 26). В нормальных условиях, когда садки хорошо промываются водой можно ориентироваться на нормы британской фирмы GT Products (E-mail: [gtproducts@mistral.co.uk](mailto:gtproducts@mistral.co.uk)) для садков размером 450 x 525 x 150 мм.



Рис. 84. Устричные садки экспериментального морского хозяйства ИнБЮМ НАНУ.

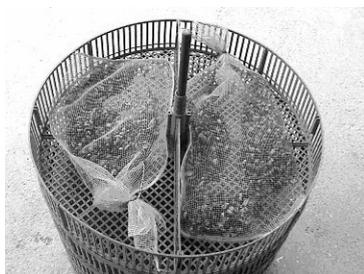


Рис. 85. Размещение спата в устричном садке.

Таблица 26. Размещение устриц в садках типа «Ostriga».

Высота устрицы, мм	Количество на садок, экз.
15-20	750
25-46	375
50-91	120

В садок «Ostriga» вмещается до 10 кг устриц товарного размера. При плотной посадке устриц ориентируют растущим краем вверх (рис. 86):



Рис. 86. Плотная посадка устриц в садке.

В районе Севастополя в конце октября – начале ноября, при достижении спатом размеров 35–40 мм, его отделяют от субстрата, разделяют сросшихся устриц и переносят их в садки. Для садков используют обшитые делью пластмассовые «овощные» ящики с отверстиями. Размеры садков – 37 x 28 x 10 см (I тип) и 47 x 28 x 11 см (II тип). Садки промываются морской водой со всех сторон, а устрицы свободно открывают створки для фильтрации; свободное расположение устриц не мешает их росту. При соблюдении этих условий устрицы достигают размера 85 – 120 мм за 1,5 – 2 года подращивания. Плотность посадки устриц приведена в таблице 27.

Таблица 27. Рекомендуемая плотность размещения гигантской устрицы в садках

Возраст устриц, год	Тип садка	Кол-во устриц в садке, экз.	Глубина положен. садка, м	Высота раковины, мм (средняя)	Живой вес, г (средний)
0,5	I	250	3 - 4	41,9±3,6	9,77±1,53
1	II	100	2 - 3	68,7±3,9	24,74±2,36
1,5	II	50	2 - 3	89,1±3,1	61,92±5,64
2	II	25 - 30	3 - 4	101±3,6	91,04±7,93

Разместить всех устриц в садках с соблюдением рекомендуемых плотностей не всегда представляется возможным. Но, если перегруженные садки выставлять на акваториях с сильным течением (1-2 м/сек), устрицы будут расти с приемлемой скоростью.

В промышленном устричном хозяйстве приходится размещать огромное количество спата, измеряемое миллионами штук (рис 87).



Рис. 87. Спат гигантской устрицы, предназначенный для размещения на ферме (Франция).

После интродукции гигантской устрицы в Черное море и распределения ее по марихозяйствам выяснилось, что темп роста устриц в Керченском проливе был в 1,5 раза ниже, чем у побережья Северного Кавказа и в 2 раза ниже, чем в Джарылгачском заливе. Товарного размера устрицы ( $H=80$  мм) достигали через 24 – 26 месяцев культивирования, в то время как в заливе Петра Великого (Дальний Восток) - через 15 – 20 месяцев после оседания личинок. Отметим, что в Черном море культивирование личинок и процесс оседания их на субстрат производился в лабораторных условиях, а на Дальнем Востоке сбор спата устриц осуществлялся

непосредственно в море. Поскольку определяющее влияние на темпы роста моллюсков оказывают экологические факторы, изучение роста устриц необходимо проводить в каждом районе размещения устричных хозяйств.

В бухте Карантинная (Севастополь) темп роста гигантской устрицы, дорастиваемой до товарного размера на глубине 3 - 4 м в садках при оптимальной плотности посадки, был неравномерным. С середины августа 2003 года (момент выставления спата в море) до декабря среднее значение высоты раковины увеличилось с 5 мм до 50 мм, т.е. в 10 раз (рис. 88).

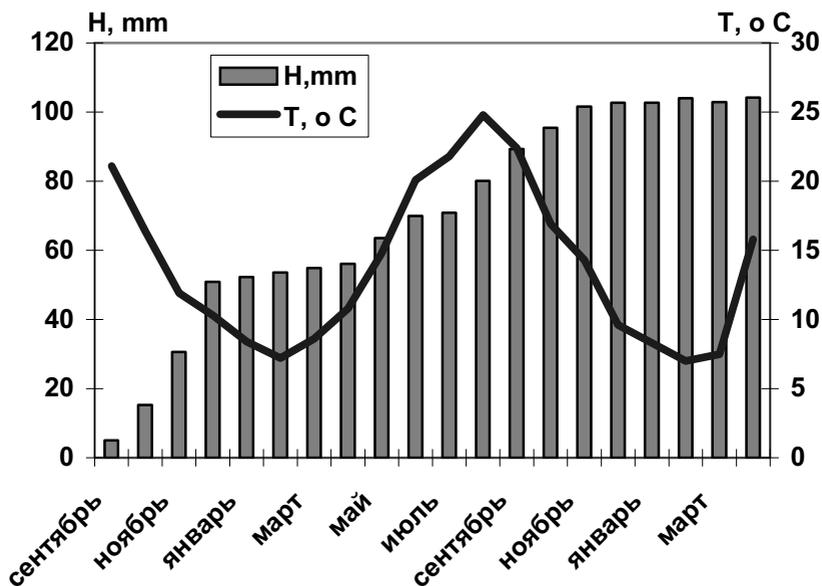


Рис. 88. Линейный рост (H, мм, увеличение высоты раковины) гигантских устриц, выращиваемых в бухте Карантинная (Севастополь, 2003-2004 гг.).

Остановка роста произошла зимой, начиная с декабря по февраль, когда температура воды понизилась с 10,3 до 8,6°С, средний общий вес составил 12,2 г. Возобновление роста было отмечено в середине марта при температуре воды выше 10°С. Вторая

остановка роста произошла в июне-июле в период максимальной нерестовой активности устриц. За период с августа до середины ноября (температура воды изменялась в пределах 24,8–14,3°C) среднее значение высоты раковины увеличилось на 30 мм и достигло 100 мм. То есть большинство устриц возраста 18 месяцев были товарного размера. Средний общий вес составил 91,32 г; вес мягких тканей – от 9 до 15 % от общего в зависимости от состояния зрелости гонад; вес раковины около 70% от общего веса.

В возрасте 2 года все устрицы достигли товарного размера. Высота раковины единичных особей составила 140 мм, а общий вес – 180 г. Однако среднее значение высоты раковины за 6 месяцев возросло незначительно, что связано с остановкой роста в зимний период и замедлением темпа роста в этом возрасте.

Таким образом, лимитирующими факторами линейного роста гигантской устрицы являются температура воды (ниже 10°C) и траты на размножение в нерестовый период. Поскольку основной прирост, составляющий 40% от товарного размера, устрицы достигают до первой остановки роста, усовершенствовать биотехнику выращивания можно за счёт расширения этого периода путём сокращения срока выращивания личинок.

#### *Качество товарных устриц.*

Соленость воды влияет на скорость роста устриц и на их вкусовые качества. Лучшими считаются устрицы, выращенные в воде соленостью от 20 до 30‰, в местах с небольшим и постоянным распреснением за счёт поступления речных вод. При солености 33 - 35‰, устрицы растут хорошо, но мясо их становится жестким. Это свойство было хорошо известно еще древним римлянам, которые выдерживали собранных в море устриц в небольших распресненных водоемах. Черноморская вода имеет солёность 16 - 18,55‰, что должно положительно отразиться на вкусовых качествах устриц. Во всяком случае, местная черноморская устрица обладает отличным вкусом, и это повышает её конкурентоспособность на рынке.

Одним из показателей качества устриц может быть, так называемый, индекс качества IQA, определенный по формуле:

$$IQA = (m_1/m_0) \times 100,$$

где  $m_0$  – общий вес (г) 20 устриц до вскрытия;  $m_1$  – вес (г) сырого мяса 20 устриц. Для устриц, рост которых показан на графике (см. рис. 88), индекс качества составил 8,33. Согласно значению этого индекса, товарного качества устрицы достигают, если  $6,5 < IQA < 9$ ; а у устриц особого качества этот индекс превышает 9 ( $IQA > 9$ ).

Так как вес мяса устрицы можно определить, только после её вскрытия, представляет интерес метод ориентировочного определения веса мяса живых устриц. Это можно сделать, определив живой вес устрицы ( $W_{\text{общ.}}$ ) и потом по простому уравнению вычислить вес мяса или мягких тканей ( $W_{\text{м.тк.}}$ ). Известно, что зависимость массы мягких тканей от общего веса описывается линейным уравнением:  $W_{\text{м.тк.}} = a + b \cdot W_{\text{общ.}}$ . Его параметры зависят от времени года (табл. 28).

Таблица 28. Зависимость массы мягких тканей от общего веса устриц

Дата	Параметры уравнения	W, г (средний, 1 экз.)	Коэф. коррел.	Кол- во, экз.
16.09.04	$W_{\text{м.тк.}} = -0,405 + 0,118 \cdot W_{\text{общ.}}$	62,92	0,91	10
10.11.04	$W_{\text{м.тк.}} = -1,34 + 0,098 \cdot W_{\text{общ.}}$	91,32	0,89	20
25.02.05	$W_{\text{м.тк.}} = 0,113 - 2,121 \cdot W_{\text{общ.}}$	97,35	0,88	23

При оптимальной плотности посадки большинство устриц, выращиваемых в Чёрном море, должны достичь товарного размера в возрасте 18 месяцев. Увеличивая продолжительность культивирования устриц до первой остановки роста, возможно сокращение сроков выращивания.

Биотехника выращивания устриц в садках сводится к следующим операциям:

1. периодической чистке садков;
2. пересаживанию подросших устриц в дополнительные садки;
3. удалению хищников (рапаны) и створок погибших моллюсков;
4. разъединению сросшихся устриц;

##### 5. изъятию устриц товарного размера для реализации.

Основное неудобство выращивания устриц в садках, особенно в бухтах, где течения очень слабы, состоит в необходимости частых их чисток от обрастателей. Организмы - обрастатели забивают щели и сильно снижают интенсивность водообмена в садках, вследствие чего рост устриц замедляется либо останавливается совсем. Поэтому устриц стараются выращивать вне садков, приклеивая их к верёвкам, где они хорошо оmyваются водой и не нуждаются в периодических чистках.

Приклеивают устриц на специальных столах, где их раскладывают рядами; сверху покрывают сетной полосой шириной 1-3 см, либо верёвкой толщиной 4-6 мм (рис. 89).



Рис. 89. Прикрепление устриц к верёвкам с помощью цемента.

Разводят в небольшом количестве быстро твердеющий цемент (марки **БТ**) и аккуратно (чтобы не заклеить устрицу) наносят комочки цемента на полосу или верёвку в места, под которыми находятся устрицы.

Можно использовать цемент других марок, но работы, при этом необходимо выполнять в тени в наиболее прохладном месте, где устрицы легко переносят содержание вне воды. Клеить устриц можно на деревянные рейки, катанку, капроновые верёвки и т.д. Комочки цемента, размером с грецкий орех, наносят ближе к замку, а не к открывающемуся краю. Сверху раскладывают верхний слой устриц. В итоге получаем полосу, с двух сторон обклеенную устрицами. Для поклейки годятся устрицы размером 2-4 см; расстояния между приклеенными устрицами 8-10 см.

Чрезвычайно важно следить за появлением в садках молодых рапаны. В настоящее время этот хищный моллюск стал массовым видом у берегов Чёрного моря. Плавающие в воде личинки рапаны оседают на твёрдые поверхности во второй половине лета – в первой

половине осени. Мелкие рапаны, едва достигшие 1 см, способны нападать на крупных устриц, просверливая отверстия размерами от 0,4 x 0,7 мм до 0,7 x 1,5 мм, через которые они вводят внутрь устрицы пищеварительные соки и хоботком втягивают жидкие полупереваренные продукты. Рапану можно удалять из садков путём визуального просмотра содержимого садков. Но можно изготовить металлическое сито с ячейёй 2,5 см, на котором будут промываться устрицы, в результате чего рапаны просыпаются вниз. Можно также садки с устрицами выдержать в течение 6-8 дней на воздухе при температуре не выше 15°C, что приведёт к гибели рапаны. Возможна также непродолжительная выдержка (1-2 сут.) устриц с рапаной в пресной воде. Однако последний вариант нуждается в экспериментальной проверке.

Неподвижное скопление растущих устриц постепенно превращается в единый ком сросшихся моллюсков, что не допустимо. Сросшихся устриц необходимо разъединять с помощью ножа, которым действуют как рычагом. Данная операция обычно сопровождается отходом устриц, особенно когда пытаются разъединить давно сцететировавшихся моллюсков.

Резюмируя технологию выращивания устриц в садках, можно утверждать, что чем чаще проводятся на ферме работы с садками, тем меньше потери и тем быстрее наступает период сбора урожая.

В отличие от мидий, устрицы данного вида не имеют единого коммерческого размера. Европейцы устриц потребляют в основном в живом виде, а среди потребителей имеются как любители мелких устриц, так и средних и крупных. Начинают продавать устриц, достигших всего 30-40 г, которые относятся к категории мелкие (*petites*), подкатегории 6 (таб. 29). Устрицы средние относятся к категории М (*moyennes*); крупные – к категории G (*grosses*); очень крупные к TG (*tres grosses*).

Для специалистов и читателей с биологическим образованием приводим сведения о возможностях генетического улучшения гигантской устрицы *Crassostrea gigas* и о получении гетерозисных личинок этой устрицы в питомнике ИнБЮМ НАН Украины. Читатели без специальной подготовки могут пропустить данный раздел, что не повредит им в понимании и усвоении содержания остальных разделов книги.

Таблица 29. Классификация товарных устриц по весу

Категория, подкатегория	Общая масса устрицы, г
TG TG1	110 и более
G G2	80 – 110
M	50 – 80
M3	65 – 80
M4	50 -65
P	30 - 50
P5	40 - 50
P6	30 - 40

### 3.3. Генетическое улучшение гигантской устрицы

*Получение гетерозисных личинок гигантской устрицы в питомнике ИнБЮМ НАН Украины.*

В настоящее время вид *C. gigas* состоит из множества популяций, географически разобщенных и не скрещивающихся между собой. В результате продолжительного естественного отбора в каждой популяции остаются генотипы, наиболее приспособленные к местным условиям, поскольку концентрация аллелей в популяции, ответственных за приспособленность, повышается с каждым поколением и соответственно снижается норма реакции генотипов на изменяющиеся условия существования. В каждой популяции также сохраняется высокий уровень гетерозиготности, как результат свободного скрещивания. При искусственном разведении устриц в питомнике маточное стадо - это небольшое количество индивидуумов, по сравнению с числом особей вида. В данном случае некоторые генетические варианты или вовсе отсутствуют, или присутствуют с нетипичной для вида частотой. Пополнение маточного стада особями, отобранными из природных популяций, позволяет избегать близкородственных скрещиваний, поскольку инбридинг может быть направлен против продуктивности. Однако сознательное применение инбридинга при выведении чистых линий является общим приемом селекции для улучшения пород. Высокая

плодовитость гигантской устрицы позволяет получать необходимое количество потомков при инбридинге.

Значительное преимущество потомков в росте и выживаемости, по сравнению с родителями, называется гетерозисом, а гетерозис возникает у гибридов, у которых родители имеют генотипические различия. Гибридные потомки являются гетерозиготными по большинству генов. Одна из характерных особенностей гетерозиса – наиболее сильное его проявление у гибридов первого поколения.

В питомнике ИнБЮМ для получения гетерозисных потомков в качестве производителей были использованы генетически дифференцированные устрицы: атлантической и черноморской когорты. Атлантическая когорта устриц была получена при скрещивании маточного стада питомника и устриц, отобранных из природных поселений по критерию формы и внешнего вида раковин. Черноморская когорта инбредных устриц была получена в результате многолетнего искусственного отбора и близкородственных скрещиваний в течение пяти лет. Коэффициент инбридинга, определенный согласно графику (Дубинин, 1985) составил не менее 0,8. Угнетающее действие инбридинга проявилось в снижении выживаемости на личиночных стадиях, особенно на стадии раннего велигера, а также в период перехода великонхи на стадию педивелигера. Отмечено аномальное развитие личинок в период формирования раковины (стадия D – велигера). Положительным эффектом при близкородственных скрещиваниях был факт выщепления летальных генотипов. Поскольку отход инбредных устриц, в основном, происходил на личиночных стадиях, то слабо приспособленные особи не вовлекались в последующие скрещивания. По результатам выживаемости личинок, полученных в 2003 и 2006 гг. (соответственно 25 и 21,4%) можно судить о том, что инбредный минимум достигнут, и дальнейшее снижение выживаемости в последующих инбредных поколениях происходить не будет. После оседания на субстрат и подращивания до товарного размера, темп роста и выживаемость инбредной линии гигантских устриц не отличались от таковых из естественных мест обитания.

*Содержание производителей и проведение скрещиваний.*

В 1998 г. из Карадагского отделения ИнБЮМ были переданы 25 экз. трехлетних *C. gigas* в качестве производителей, которые были

примерно 10-ым поколением устриц, акклиматизированных в Чёрном море. В 1999 г. в питомнике института (г. Севастополь) в результате группового скрещивания ( $10\text{♀} \times 1\text{♂}$ ) получено потомство гигантской устрицы. Ежегодно, начиная с 2000 по 2003 гг., личинок получали от скрещиваний потомков одних родителей (сибсов) и (или) при возвратных скрещиваниях (родителей с потомками). В качестве маточного стада использовали до 100 экз. устриц, а для скрещивания отбирали около 50 экз. возраста от 1 до 4 лет.

В марте 2004 г. из питомника SATMAR (Франция) был получен спат *S. gigas* высотой раковины около 15 мм. До половозрелости его дорастивали в выростном садке на мидийно-устричной ферме в бухте Карантинная (г. Севастополь).

В 2006 г. были проведены три типа скрещиваний: № 1 - между устрицами черноморской когорты (инбридинг); № 2 - между устрицами атлантической когорты (аутбридинг) и № 3 - перекрестное скрещивание, проведенное по схеме:

$\text{♀♀}$  черноморская когорта  $\times$   $\text{♂♂}$  атлантическая когорта;

$\text{♀♀}$  атлантическая когорта  $\times$   $\text{♂♂}$  черноморская когорта.

Кондиционирование производителей, стимуляцию их нереста и весь процесс выращивания личинок осуществляли согласно патенту № 76680 UA. Нерест каждого производителя проходил в отдельном сосуде с профильтрованной морской водой и аэрацией. Для скрещивания отбирали одинаковое количество яйцеклеток от каждой самки и сперматозоидов – от самцов. Личинок от скрещиваний № 1 и № 2 в течение двух суток от момента оплодотворения выращивали при плотности 50 тыс. лич./л; на стадии велигера – при 10 тыс. лич./л; на стадиях великонхипедивелигера – 5 тыс.лич./л. В скрещивании № 3 плотность посадки личинок на стадии велигера составила 30 тыс.лич./л, а на стадиях великонхипедивелигера – 15 тыс.лич./л.

Индекс формы раковины производителей рассчитывали по формуле:

$$IF = \frac{(H + t)}{L} \quad (1)$$

где Н – высота, мм; t - толщина, мм; L – длина, мм раковины устриц. Метрические характеристики устриц определяли штангенциркулем (до 0,1 мм).

Коэффициент вариации размеров личинок определяли согласно формуле:

$$CV = \frac{\sigma}{x} \times 100\% \quad (2)$$

У черноморской когорты устриц раковина более плоская, чем у атлантической (рис. 90).



Рис. 90. Черноморская (первый ряд) и атлантическая (второй ряд) когорты гигантской устрицы.

Об этом можно судить как по индексу формы, так и по показателю отношения высоты к толщине раковины. Так, у 73% черноморских производителей высота раковины больше толщины в 3-4,2 раза. Примерно такая же доля атлантических устриц, у которых высота раковины больше толщины в 1,41-3 раза.

*Сравнение темпа роста и развития гибридных личинок с личинками от других скрещиваний.*

Личинки, полученные при скрещивании черноморской когорты инбредных устриц с атлантической, по темпу роста и особенно

выживаемости на личиночных стадиях, значительно превосходили личинок от скрещивания атлантических или черноморских. Продолжительность выращивания личинок, от момента оплодотворения до оседания на субстрат, в скрещиваниях черноморских (№ 1) и атлантических устриц (№ 2) составила 25 суток, а в перекрестном скрещивании (№ 3) - 21 сутки. Среднесуточный прирост гибридных личинок за период выращивания в 1,2 раза превышал прирост личинок от двух других скрещиваний и составил 13 мкм/сут. На стадии велигера (возраст 2 – 10 сут.) темп роста личинок во всех скрещиваниях был аналогичным. На стадиях поздней великонхи и педивелигера гибридные личинки превосходили в росте на 4,7 мкм/сут. не только инбредных, но и личинок от скрещивания № 2. В этот же период во всех скрещиваниях было отмечено максимальное варьирование размеров личинок. Так, коэффициент вариации гибридных личинок составил 11,5%; в скрещиваниях № 1 и № 2 - соответственно в 2,2 и 1,5 раза выше.

На протяжении всего периода выращивания выживаемость гибридных личинок была максимальной. Если в скрещиваниях № 1 и № 2 максимальный отход (30 и 16,6% соответственно) отмечали в течение 7 суток от момента оплодотворения, а на 14 сутки культивирования в инбредном скрещивании осталось 52,6%; в аутбредном – 72,6%, то в скрещивании № 3 насчитывалось 93,8% личинок от исходного количества. Через три недели доля личинок в скрещиваниях № 1 и № 2 составила соответственно 32,3%, и 56,3%, а в третьем скрещивании - 86,4%. В этот период все гибридные личинки были готовы к оседанию. В двух других скрещиваниях до оседания личинок дорастивали еще 4 суток.

Описанный способ получения гетерозисных личинок гигантской устрицы *C.gigas* в питомнике отличается эффективностью и превосходит таковую от других скрещиваний в 6,7 - 8,2 раз. Эффективность в данном случае – это суммарное значение показателей превосходства гетерозисных личинок по скорости роста (в 1,2 раза), выживаемости (в 2,5 и 4 раза) при плотности посадки личинок в три раза превышающей оптимальные значения, при которых выращивали личинок от других скрещиваний.

### Способы получения полиплоидов.

Искусственно вызванная триплоидия – это один из генетических методов, направленных на повышение продукционных показателей устриц. В ядре соматических клеток триплоидных моллюсков имеется три набора хромосом ( $3n = 30$  хр.). По причине несбалансированности набора хромосом формирование половых клеток не возможно и потребляемая энергия идет на соматический рост. Линейный и весовой рост триплоидных устриц превышает рост диплоидных ( $2n = 20$  хр.) на 40 – 50 %. Поскольку триплоидные устрицы не дают потомства, их необходимо каждый раз производить в питомнике. Известно несколько способов получения триплоидных устриц:

- скрещивание диплоидных с тетраплоидными;
- ингибирование (торможение) первого мейотического деления: химическим (раствором цитохалазина В) или физическим способами (высоким давлением; при температуре воды, выше или ниже оптимального значения для оплодотворения).

Тетраплоидные устрицы можно получить при блокировании первого митотического деления оплодотворенных яйцеклеток одним из выше указанных способов (рис.91).

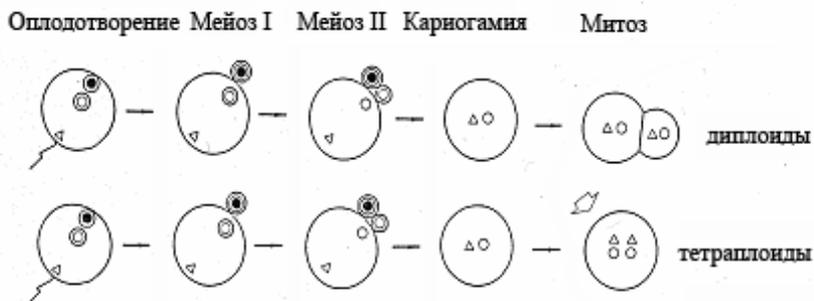


Рис. 91. Схема получения тетраплоидов.

Линейный рост тетраплоидных устриц может быть несколько ниже, чем диплоидных, но они могут и не отличаться по темпу роста. По форме раковины тетраплоидные устрицы не отличаются от диплоидных.

Напротив, у триплоидных устриц левая створка более выпуклая, чем у диплоидных. Она напоминает форму лодочки. Однако, точное определение пloidности возможно только цитокариологическими методами. Для сохранения производителей живыми, целесообразно оценивать пloidность по их половым клеткам.

*Получение тетраплоидов воздействием на оплодотворенные яйцеклетки водой аномальной температуры.*

Оплодотворенные яйцеклетки переносили в морскую воду и выдерживали при температуре 4°C (или 35°C) в течение 15 мин. Затем возвращали в воду 25°C. Количество тетраплоидов составило 46 - 60 %. Выживаемость полиплоидных личинок возрастает, при воздействии водой низкой температуры (рис. 92).

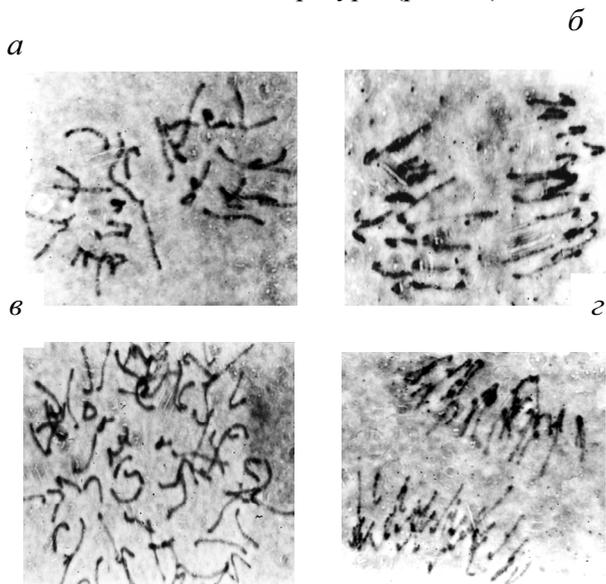


Рис. 92. Диплоиды ( $2n = 20$  хромосом): *а* – метафаза митоза; *б* - анафаза митоза и тетраплоиды ( $4n = 40$  хромосом): *в* - метафаза митоза; *г* - анафаза митоза гигантской устрицы, полученные в питомнике ИнБЮМ методом температурного шока (x 1575).

*Получение тетраплоидов при воздействии высоким давлением.*

В прибор, создающий давление 8 атм., помещали открытую пластмассовую пробирку с оплодотворенными яйцеклетками. Плотность посадки яйцеклеток - 50 тыс./л, продолжительность воздействия - 15 мин. Выход полиплоидов - до 60% .

*Получение триплоидов обработкой оплодотворенных яйцеклеток раствором цитохалазина В (СВ) (рис. 93).*

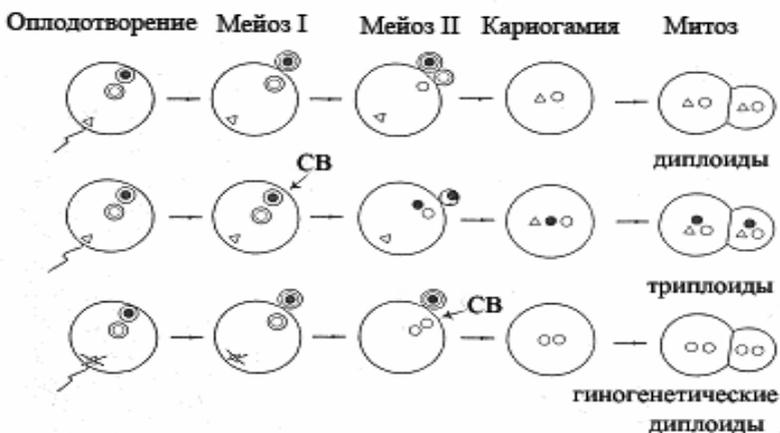


Рис. 93. Схема получения триплоидов и гиногенетических диплоидов.

Через 5 – 7 мин. после оплодотворения при температуре воды 20°C яйцеклетки переносили в 1 М раствор цитохалазина В (0,5 мг/л). Объем емкости – 500 мл; плотность посадки яйцеклеток -  $5 \cdot 10^6$  яйц/л. Продолжительность воздействия – 15 мин. Затем яйцеклетки промывали в течение 15 мин. в фильтрованной морской воде и переносили в емкость с фильтрованной морской водой и аэрацией. Эмбриональное развитие проходило при плотности посадки 50 000 яйц/л. При таком способе выход полиплоидов составил от 38 до 68%.

*Получение гиногенетических диплоидов.*

В случае необходимости сохранения и передачи потомкам только материнского генома, оплодотворение проводят инактивированной радиацией спермой и воздействием на оплодотворенные яйцеклетки цитохалазином В в период второго

мейотического деления (на 40 мин. после оплодотворения). Продолжительность воздействия прежняя (см. рис. 93).

### 3.4. Воспроизводство черноморской устрицы *O. edulis*

Как уже отмечалось, черноморская устрица отличается высокими вкусовыми качествами; её значительно проще экспортировать в Европу, так как европейский рынок по этой устрице не является насыщенным. Однако, при подращивании устриц на ферме, морская вода не должна превышать 19°C. Решение этого вопроса возможно технически, например, при заглублении в летний период садков с устрицами ниже сезонного слоя термоклина, либо при создании искусственного апвеллинга, поднимая глубинную воду за счёт энергии волн.

Биотехника культивирования устриц *O. edulis* принципиально не отличается от описанной технологии для выращивания гигантской устрицы и включает следующие этапы: отбор и кондиционирование производителей, получение, выращивание и осажение личинок, подращивание спата с последующим его переносом в море, наращивание кормовых микроводорослей.

В наших экспериментах для создания маточного стада были отобраны здоровые устрицы из бухты Казачья (Севастополь) и озера Донузлав (северо-западный Крым). Устриц содержали в садках (овощных пластмассовых ящиках, обтянутых делью), подвешенных на глубине 4-5 м. Кондиционирование производителей проводили в течение 5 и 6 дней с ежедневной сменой воды, подачей корма и постоянной аэрацией воды. Кормили микроводорослями: *Is. galbana*, *M. lutheri*, *D. viridis*, *Th. weissflogii* в соотношении клеток 2:1:1:1 суммарной концентрации 200 тыс.кл./мл. Личинок собирали при помощи сита с размером ячеек 140 мкм. Вынашивание устрицами личинок проходило в природных условиях. Их выход стимулировали плавным повышением температуры воды с 19 до 21°C. Видовую принадлежность проверяли по строению замкового края раковины велигеров. Выращивали личинок в плоскодонных емкостях объемом по 30 л при постоянной аэрации воды, плотности посадки 1,5 и 3,0 тыс. лич./л, концентрации корма от 50 до 150 тыс. кл./мл и с применением корма, состоящего из 5 видов микроводорослей.

Состав микроводорослей варьировал в зависимости от личиночной стадии. На стадиях продиссокох I и продиссокох II корм состоял из *I. galbana*, концентрация 50-100 тыс. кл./мл; на стадии великонхи - *I. galbana* + *M. lutheri*, концентрация 100 тыс.кл./мл, соотношение клеток 2:1; на стадии педивелигера – *I. galbana* + *D. viridis* + *Th. weisflogii*, концентрация 150 тыс.кл./мл, соотношение клеток 1:1:2. Смену воды в сосудах с личинками проводили ежедневно; личинок отфильтровывали через сито с размером ячеек 150, 180 и 220 мкм в зависимости от их размеров. Кондиционирование производителей и культивирование личинок проводили в фильтрованной морской воде (соленость 17,9 - 18 ‰; pH 7.9 - 8,0).

Количество личинок определяли при помощи камеры Богорова под бинокляром МБС-9, отбирая три пробы шпатель-пипеткой, предварительно сконцентрировав и равномерно распределив личинок в объеме 500 мл. Темп роста личинок изучали, измеряя высоту (Н, мкм) и длину (L, мкм) раковины с интервалом 2-3 суток (по 30 измерений). Подсчитывали средние значения Н и L (мкм), их доверительные интервалы ( $\pm i$ , мкм) и абсолютный прирост (мкм/сут.)

Оседание педивелигеров проходило на коллекторы, изготовленные из раковин мидий и пластмассовых пластинок (рис. 94), предварительно выдержанных в море в течение 2-х месяцев. Спат подращивали в питомнике до размеров 4-5 мм в ёмкости, объемом 500 л при ежедневной смене воды и подаче корма.

После подращивания спата в питомнике коллекторы со спатом были выставлены в море на дорощивание. Отделение от субстрата и распределение спата по садкам проводили через два месяца после оседания. В течение года изучали темп роста и выживаемость молоди в садках.

Отбор здоровых производителей наиболее важный этап биотехники, определяющий выживаемость личинок и молоди. Разработанные критерии отбора (по хрупкости раковины, скорости сокращения мускула-замыкателя, и наличию инфузорий в мантийной жидкости) дают возможность разделить производителей на условно здоровых и больных без вскрытия раковины. При неправильном отборе существует вероятность заражения культуры личинок раковинной болезнью и засорение её инфузориями, т.к. выход личинок и созревание спор гриба происходит при сходных

температурных условиях (19 – 22°C). У больных самок наблюдаются абортивные выметы яйцеклеток и несформированных личинок с низкой выживаемостью.



Рис. 94. Коллекторы с осевшим спатом черноморской устрицы.

Нерестовый период черноморской устрицы в природных условиях непродолжительный (июнь-июль). Плавное повышение температуры воды до 20-21°C, обильное питание (суммарная концентрация  $4,8 \times 10^9$  кл/устр.:сут.), ежедневная смена воды и постоянная аэрация – необходимые условия подготовки устриц к нересту в питомнике. Нерест происходил через 4 - 5 сут. от начала стимуляции. Вынашивание личинок продолжалось в течение 5 - 6 сут. при температуре воды 21,5°C. Выход (или "роение") личинок из супрабранхальной полости самок продолжался 5-6 сут. Максимальное количество выпущенных личинок наблюдали на третьей сутки (табл. 30). С каждым последующим днем размеры выпущенных личинок были крупнее и к концу срока "роения" их длина составила 176,0 - 179,0 мкм. Количество выпускаемых личинок увеличивалось при пересадке самок в чистую воду. Средняя

плодовитость самок составила 1 млн. 24 тыс. и 536 тыс. лич./самку и зависела от размеров самки.

Таблица 30. Продолжительность выхода личинок *O.edulis* из супрабранхиальной полости и их размеры

Т, сут.	1998			1999		
	Кол-во, тыс. лич.	Л, мкм (средн.)	Н, мкм (средн.)	Кол-во, тыс. лич.	Л, мкм (средн.)	Н, мкм (средн.)
5	85	155.5	136.5	—	—	—
6	240	166.0	147.3	75	162.2	147.2
7	2127	156.8	140.7	300	168.0	151.6
8	1520	167.4	151.1	1008	169.0	153.2
9	114	172.2	152.3	165	170.0	151.0
10	11	176.0	153.2	60	179,0	154.0

При известной продолжительности вынашивания личинок и сроках начала нереста, а также с целью получения более жизнестойких личинок в дальнейшем был исключен этап кондиционирования производителей. Создать необходимые условия для кондиционирования производителей в питомнике, аналогичные таковым в природных условиях, довольно сложно. Это связано с подбором качественного состава корма, как для производителей, так и личинок, находящихся в супрабранхиальной полости самок. Искусственное повышение температуры воды или слабая проточная система приводит к колебаниям растворенного кислорода и накоплению в воде продуктов жизнедеятельности. Все это может отразиться на выживаемости личинок.

Выращивание личинок до момента оседания на субстрат продолжалось 17 (в 1999 г.) - 18 (в 1998 г.) суток (табл. 31). Продолжительность планктонных стадий личинок зависела от среднесуточной температуры воды, которая изменялась в пределах 21,8 - 23,7 и 18,0 - 22,5°С соответственно в сезоны выращивания 1999 и 1998 гг. Плотность посадки личинок во втором случае была в два раза выше (1,5 и 3 тыс. лич./л). Эти два значимых фактора

определяли темп роста личинок. Концентрация и состав корма были аналогичны.

Таблица 31. Динамика роста личинок *O.edulis* в 1999 году

Т, сут.	L, мкм (средн.)	L, мкм (средн.)		Н, мкм (средн.)	Н, мкм (средн.)		Н/Л
		max	min		max	min	
1	189.0	189.0	154.0	153.2	175.0	140.0	0.90
3	224.0	224.0	168.0	161.0	203.0	161.0	0.87
4	224.0	224.0	175.0	182.0	196.0	157.0	0.90
5	222.0	222.0	182.0	182.0	201.0	168.0	0.90
6	224.0	224.0	196.0	186.3	203.0	175.0	0.90
7	231.0	231.0	203.0	191.7	213.0	182.0	0.90
10	294.0	294.0	203.0	212.9	280.0	182.0	0.90
12	308.0	308.0	203.0	221.6	294.0	182.0	0,87
14	350.0	350.0	203.0	248.5	308.0	182.0	0.91
17	350.0	350.0	210.0	266.0	315.0	189.0	0,90

Выделяют следующие планктонные стадии личинок устриц, связанные с изменением морфологии раковины: продиссоконх I, продиссоконх II, великонха и педивелигер. Продиссоконх I - это прямозамковая D-подобная личинка, образование которой начинается в супрабранхиальной полости самки. Эта стадия наблюдалась еще 3-5 дней в планктоне. Длина раковины личинок на стадии продиссоконх II около 200 мкм. Продолжительность ее 2-3 суток. Выпячиванием макушки начинается стадия великонхи. Форма личинки становится ассиметричной, правая створка больше левой. Максимальная длина великонхи 310-320 мкм, продолжительность стадии 6-11 сут. При длине раковины 322-336 мкм образуется глазок (пигментное пятно на внешней стороне мантии), расположенный примерно в средней части раковины, ближе к переднему краю. Через 4-5 сут. у личинок появляется нога - это стадия педивелигера (364 мкм). Процесс метаморфоза личинок и оседание на субстрат заканчивается через 4-7 сут. при длине раковины 370 - 390 мкм. Отношение высоты к длине раковины личинок в течение всего периода культивирования изменялось в пределах 0,87 - 0,91.

В 2001 г. от одной самки были получены личинки (опыт № 2), у которых средняя длина раковины достоверно отличалась от размеров личинок, полученных от трех самок (опыт №1): соответственно 182,0±7,0 мкм и 169,7±10,8 мкм (таблица 32).

Таблица 32. Изменение размеров (средних) личинок *O.edulis*, полученных от трех самок (№1) и одной самки (№2)

Т, сут	№1				№2				°С
	L, мкм	±i, мкм	H, мкм	±i, мкм	L, мкм	±i, мкм	H, мкм	±i, мкм	
1	170	11	–	–	182	7	–	–	18,5
3	171	22	157	23	191	17	170	14	18,5
5	178	30	162	26	195	15	172	20	18,5
7	189	29	169	22	202	20	184	17	18,3
10	211	23	–	–	232	24	–	–	17,5
12	219	35	196	24	246	30	214	27	17,0
14	232	37	199	35	250	36	216	36	17,7
17	246	43	216	42	277	48	233	37	18,5
19	249	38	218	43	285	41	254	46	19,5
21	272	48	239	34	293	45	259	43	20,0
24	298	71	268	64	316	64	285	62	20,5
27	312	63	277	68	326	60	290	61	21,5

Переход на последующие стадии и метаморфоз личинок в опыте №2 произошел раньше на 2-3 дня, чем в опыте №1. Выращивание личинок проводили в аналогичных условиях, поэтому влияние внешних факторов на различия в темпах роста можно исключить. Влияние материнского эффекта на темп роста и выживаемость личинок оказалось определяющим, т.к. личинки были получены в результате групповых скрещиваний: №1 - 3♀♀<sub>(1-3)</sub> скрестили с 3♂♂<sub>(1-3)</sub>; №2 - 1♀♀<sub>(4)</sub> скрестили с 3♂♂<sub>(1-3)</sub>. Рост личинок устриц в опыте №2 описывается линейной функцией:

$$L = a+b \cdot T,$$

где  $a = 187,4 \pm 13,09$ ;  $b = 5,25 \pm 0,85$  ( $r = 0,89$ ;  $P = 0,05$ );  $L$  – средняя длина раковины, мкм,  $T$  – возраст, сут. Абсолютный среднесуточный прирост личинок в опыте №1 был максимальным на 10, 14 и 21 сутки и составил 7,4; 6,3 и 11,5 мкм/сут.; в опыте №2 – на 10, 17 и 24 сутки и составил соответственно 10,1; 8,9 и 7,5 мкм/сут. Минимальный прирост был отмечен на 5, 12 и 19 в опыте №1 и на 5, 14 и 19-21 сутки в опыте №2, что совпадало с переходом личинок на последующую стадию развития.

Выживаемость личинок определяется степенью приспособленности их к внешним условиям. Отход может быть вызван повышением температуры воды. Так, в 1999 г. выживаемость личинок за период выращивания составила около 5%. Температура воды в течение всего периода культивирования не опускалась ниже 22°C, а на 10 день повысилась до 23,7°C. В данном случае прошел отбор особей, устойчивых к высокой температуре. Количество спата не превышало 1% от начальной численности личинок. Среднесуточная температура за сезон выращивания в 2001 году была 18,8°C. Выживаемость личинок на 24 сутки культивирования составила 36,1 и 40,0% соответственно в опытах №1 и №2. Максимальный отход прошел в период между 17 и 20 сутками культивирования (около 10%/сут.), что совпало с переходом личинок на стадию педивелигера. Среднесуточный отход в другие дни не превышал 2%. Оседание личинок закончилось на 33 сутки культивирования. Метаморфоз прошли 16,7 и 26,7% личинок соответственно в опытах №1 и №2. Через два месяца при поштучном отделении осевшего спата выявлено значительное уменьшение его количества по причине выедания мальками рыб.

Для получения в питомнике 20 тыс. экз. спата черноморской устрицы необходимо около 1100 литров морской воды;  $60,6 \cdot 10^9$  клеток *I. galbana*;  $15,0 \cdot 10^9$  клеток *M. lutheri*;  $15,6 \cdot 10^9$  клеток *D. viridis*;  $30,2 \cdot 10^9$  клеток *Th. weissflogii* не считая этапов кондиционирования производителей и подращивания спата в питомнике.

В 2000 г. подращивание спата в питомнике проходило в течение месяца. При достижении размеров 4 мм, молодь была выставлена в море в садки на дорастивание (табл. 33). Через год высота раковины увеличилась в 10 раз и составила в среднем 42 мм (max H=53 мм).

Среднесуточный прирост спата был максимальным в августе-октябре; минимальный прирост был отмечен в декабре-апреле. В этот период замедление темпа роста устриц связано с относительно низкой температурой воды (около 8°C).

Таблица 33. Рост спата устрицы *O.edulis*, осевшего в 2000 году

Размеры (среднее значение)	Дата						
	2000			2001			
	6.08	4.10	2.11	1.03	12.04	21.05	18.06
H, мкм	3.8	27.4	32.3	35.5	36.8	38.8	42.0
L, мкм	3.1	24.4	30.0	33.2	34.8	35.3	35.3
H/T, мкм/сут.	-	0.39	0.17	0.03	0.03	0.05	0.11
L/T, мкм/сут.	-	0.35	0.19	0.19	0.05	0.01	0.20

Опыты по получению молоди черноморской устрицы были успешно повторены в 2008 году. Личинки, осевшие на дисковые коллекторы и раковины гигантской устрицы и мидии, через 3,5 месяца подрощивания в море, были перенесены в садки (рис. 95).

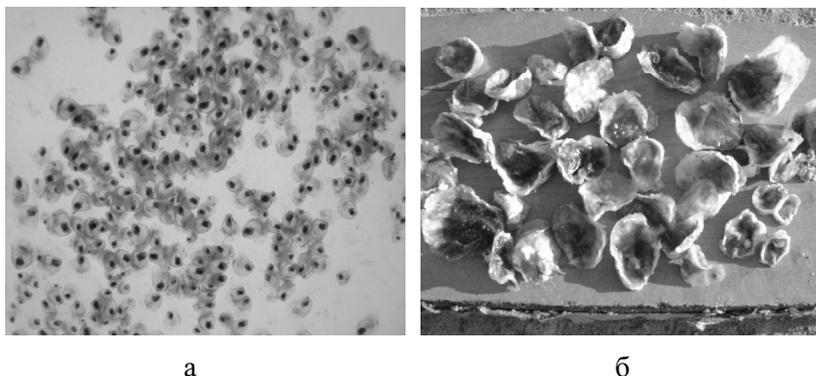


Рис. 95. Спат черноморской устрицы, а - возраст 1 месяц; б - возраст 5 месяцев.

В мае-июне прирост устриц увеличился примерно в 3,5 раза, по сравнению с зимним сезоном, но был ниже в 3 раза по сравнению с летне-осенним, т.к. в этом возрасте темп роста устриц уже замедляется. Таким образом, за первые пять месяцев культивирования размеры устриц увеличились до 32,3 мм. За последующий период прирост составил всего 10 мм. Товарного размера (50-60 мм) черноморские устрицы достигают в возрасте 2,5 года.

*Заключение.* Воспроизводство черноморской устрицы *O.edulis* возможно только в искусственных условиях, при получении личинок от здоровых производителей. Темп роста и выживаемость личинок, выращиваемых в питомнике, зависят от качественного отбора производителей, температуры воды, плотности посадки личинок, состава и концентрации корма. Равномерного оседания спата можно достичь при оптимальной плотности посадки педивелигеров и регулируя режим аэрации воды в период оседания личинок на субстраты. Темп роста спата устриц, подращиваемых в садках в море, определяется, в основном, сезонной динамикой температуры воды и плотностью их посадки.

## Глава 4

### КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Процесс выращивания микроводорослей в питомнике, созданным на базе ИнБЮМ НАН Украины, включает:

- подготовку питательных сред;
- хранение коллекции кормовых водорослей (маточные культуры);
- подготовку инокуляционного материала (стартовые культуры);
- массовое культивирование микроводорослей.

Основные этапы культивирования микроводорослей представлены на схеме (рис. 96).

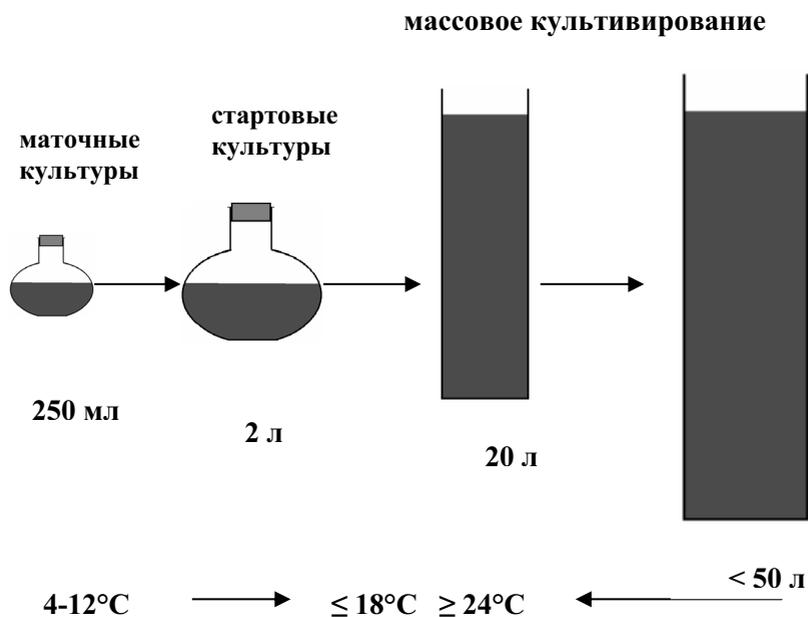


Рис. 96. Схема процесса производства микроводорослей.

#### 4.1. Подготовка питательных сред

Процесс интенсивного культивирования микроводорослей зависит от качества морской воды, используемой для приготовления питательной среды. Существует ряд способов обработки морской воды при выращивании одноклеточных водорослей:

1. фильтрация через мембранные фильтры с диаметром пор 0,45 или 0,22 мкм;
2. стерилизация при температуре 65 - 75°C;
3. автоклавирование;
4. химическая обработка гипохлоритом натрия (NaOCl).

Фильтрация морской воды через мембранные фильтры с последующей ультрафиолетовой стерилизацией и химическая обработка воды применяются в крупных промышленных питомниках.

Для ультрафиолетовой стерилизации морской воды используются специальные ультрафиолетовые лампы, смонтированные в жестком корпусе, внутри которого протекает вода, которая подвергается воздействию ультрафиолетового излучения (рис. 97).

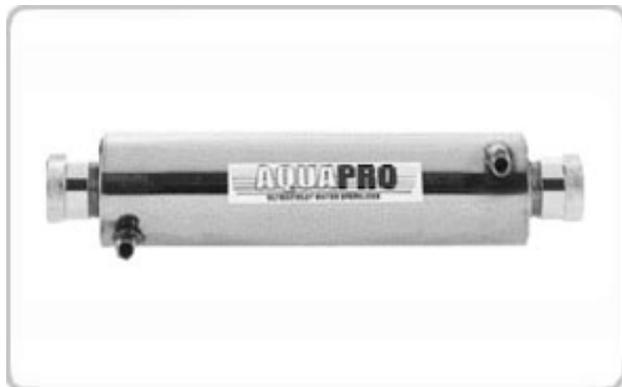


Рис. 97. Внешний вид ультрафиолетовой лампы.

Вода поступает через нижний патрубок ультрафиолетовой реакционной камеры и протекает вокруг мощной ртутной лампы,

термически защищенной кварцевой трубкой. Длина волны излучения ультрафиолетовой лампы 253 нм. Излучение разрушает молекулы ДНК в клетках бактерий и микроорганизмов, препятствуя их размножению. Выходящая через верхний патрубок вода стерилизована и готова к использованию.

Для химической стерилизации воды используется гипохлорит натрия, который добавляют в морскую воду из расчёта 20-50 мг/л. Химическая стерилизация продолжается не менее 1 часа в зависимости от объема культиватора, после чего проводится нейтрализация хлора с помощью бикарбоната натрия или тиосульфата натрия, с целью восстановления рН среды до 7,8-8,2.

Автоклавирование или влажная стерилизация паром обычно используется при культивировании микроводорослей в небольших объемах (5-6 л) и определяется размером автоклава, так как морская вода стерилизуется вместе с колбами. Автоклавирование происходит при температуре 120°C под давлением 2 атмосферы, в течение 30 минут.

Опыт нашей работы показал, что в небольших питомниках питательные среды целесообразнее готовить на фильтрованной и стерилизованной морской воде, что позволяет исключить заражение культур микроорганизмами. При очистке морская вода проходит через 4 фильтрующих элемента (фильтры – картриджи) с диаметром пор 20, 10, 5 и 1 микрон, после чего вода стерилизуется при температуре 75°C и обогащается питательными веществами (рис. 98).

При приготовлении питательной среды для коллекционных культур, вода трижды стерилизуется при температуре 75°C с интервалом в один день.

Водоросли хорошо растут на питательной среде обогащенной макро- и микроэлементами, которые вносят в морскую воду. К макроэлементам относятся азот, фосфор, калий. К микроэлементам – железо, марганец, медь, цинк, кобальт, бор, молибден. Источниками азота для водорослей могут быть азотнокислый калий или натрий, мочевины; источниками фосфора – одно- или двузамещенный фосфорнокислый калий или натрий, аммофос. Очень важно, чтобы в питательной среде наряду с натрием содержался калий, так как он ускоряет рост водорослей. При его отсутствии или недостаточном количестве рост микроводорослей тормозится.



Состав среды Конвея (в собственной модификации).

NaNO<sub>3</sub> - 200,0 г ; MnCl<sub>2</sub> · 4 H<sub>2</sub>O - 0,72 г ;  
NaH<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O - 40,0 г ; FeCl<sub>3</sub> · 6 H<sub>2</sub>O - 5,20 г ;  
H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> - 67, 2 г ; ЭДТА (трилон Б) 90,0 г ;

Раствор микроэлементов - 2 мл ;

H<sub>2</sub>O дистиллированная - 2 л.

Раствор микроэлементов:

ZnCl<sub>2</sub> - 2,1 г ; CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O - 2 г ;  
CoCl<sub>2</sub> - 2,0 г ; H<sub>2</sub>O дист. - 100 г ;

(NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub> Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> · 4 H<sub>2</sub>O - 0,9 г ;

Рабочий раствор: 1 мл/1л морской воды.

Состав среды Guillard F/2.

NaNO<sub>3</sub> - 75 г/л ;

NaH<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O - 5 г /л ;

Na<sub>2</sub> SiO<sub>3</sub> · 9H<sub>2</sub>O - 30 г /л.

Следы металлов:

FeCl<sub>3</sub> · 6 H<sub>2</sub>O - 3,50 г ;

Na<sub>2</sub>ЭДТА - 4,36 г.

Растворить в 900 мл дистиллированной воды.

Раствор микроэлементов - 1мл.

Раствор микроэлементов:

CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O - 0,98 г/100мл ;

Zn SO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O - 2,20 г/100мл ;

CoCl<sub>2</sub> · 6 H<sub>2</sub>O - 1,00 г/100мл ;

MnCl<sub>2</sub> · 4 H<sub>2</sub>O - 18,00 г/100мл ;

Na<sub>2</sub> MoO<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O - 0,63 г/100мл.

Витамины:

B<sub>1</sub> - 1 мг ;

B<sub>12</sub> - 1 мг ;

B<sub>6</sub> - 20 мг.

Витамины растворить в 1 л дистиллированной воды; отобрать 0,5 мл раствора витаминов и добавить к 1 л стерильной морской воды.

Рабочий раствор: 1 мл среды на 1 л морской воды.

Потребность микроводорослей в микро- и макроэлементах различна, поэтому при выращивании очень важно правильно подобрать питательную среду, благодаря которой можно получать максимальные биомассы. Например, при культивировании диатомовой водоросли Скелетонема важно, чтобы в состав питательной среды входил кремний, необходимый для развития клеточной оболочки. Поэтому нами используется питательная среда Guillard F/2, содержащая соли кремния.

Удельная скорость роста водоросли на среде F/2 на порядок выше, чем на среде Конвея (без кремния), и составляла соответственно 0,87 и 0,06 сут<sup>-1</sup> (рис. 99).

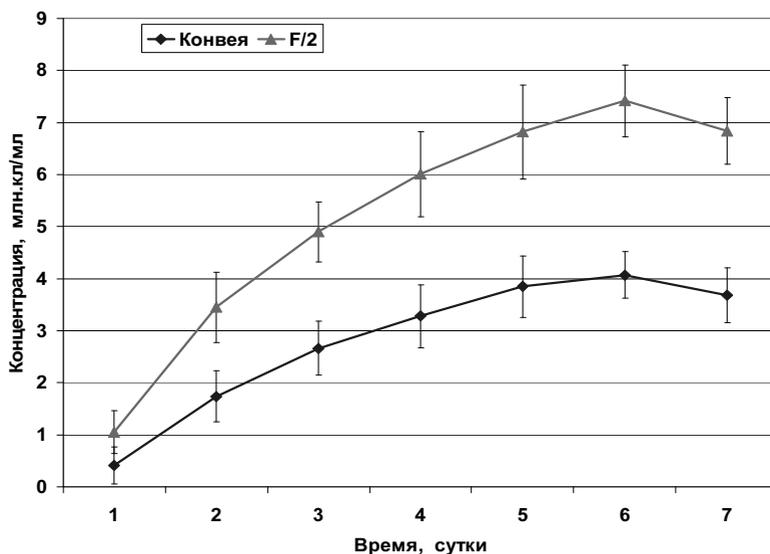


Рис. 99. Рост микроводоросли *Skeletonema costatum* на разных питательных средах.

Максимальная концентрация клеток культуры скелетонемы, выращиваемой на среде F/2 составляла 7,42 млн. кл/мл и 4,11 млн. кл/мл - на среде Конвея, а среднесуточный прирост соответственно: 1,72 и 1,34 млн. кл/мл·сут.

## 4.2. Хранение коллекционных культур

Коллекционные культуры (маточные культуры) хранятся в жидком состоянии в пробирках или круглых плоскодонных колбах объемом 100-250 мл, установленных в ламинарном шкафу (рис. 100).



Рис. 100. Коллекция кормовых микроводорослей в питомнике ИнБИОМ.

В шкафу производится регулярная стерилизация воздуха, поскольку одним из необходимых условий для содержания коллекционного материала является исключение его загрязнения микроорганизмами. Бактериальное загрязнение коллекционных культур может вызвать в дальнейшем загрязнение стартовых и массовых культур, что послужит причиной гибели личинок моллюсков на ранних стадиях развития. Поэтому пересевы культур должны осуществляться в специальных боксах, которые перед работой стерилизуют не менее 20-30 минут с помощью бактерицидных ламп. При отсутствии таких условий, пересев альгологически чистых культур можно проводить непосредственно в комнате без бокса над пламенем горелки или спиртовки. Коллекционные культуры могут храниться в течение 1 - 2 недель.

Длительность выращивания культуры водорослей без пересева в жидкой среде зависит от различных факторов: темпов роста водорослей, запаса питательных элементов в среде, температуры выращивания и т.п. Пересев культур золотистых и зеленых микроводорослей осуществляется через 10 - 12 дней, диатомовых через 7 дней.

При работе с коллекционными культурами необходимо соблюдать определенные условия:

- стерильность помещения, посуды, питательных сред. Посуду стерилизуют в сушильном шкафу при температуре не ниже 120°C; питательные среды стерилизуют в автоклаве согласно общепринятым правилам;
- при работе с различными типами водорослей (диатомовые, золотистые, зеленые) культивирование желательно проводить в изолированных отсеках, чтобы не загрязнять посевы других культур при совместном выращивании; если такой возможности нет, целесообразно пересевать водоросли в разные дни.

Маточные культуры хранятся при температуре 4-12°C, и при интенсивности света не более 1 клк, без аэрации и добавления углекислого газа. Их можно поддерживать как на жидких питательных средах (среда Конвея и среда F/2), так и на твердых агаризованных средах.

При хранении на агаризованной питательной среде небольшой объём культуры высевают в чашку Петри и распределяют посев по всей её поверхности. Чашку помещают на свет для роста, а при необходимости микроводоросли снова переводят на жидкую питательную среду. При таких условиях выращивания, культуры длительное время могут находиться в хорошем физиологическом состоянии. Обычно для хранения водорослей на агаризованных средах используют холодильный шкаф с температурой 4-12°C, освещаемый слабым источником света 300-500 люкс. На такой среде микроводоросли можно хранить в течение 3-х месяцев. На агаризованных средах водоросли растут медленнее, чем на жидких.

Длительно выдерживать водоросли без пересева не рекомендуется, так как даже на не богатой питательной среде они

могут прекратить рост в результате самоотравления продуктами жизнедеятельности. Признаками угнетения жизнедеятельности и прекращения роста могут быть пожелтение культуры, появление белесого оттенка или её помутнение.

Основное назначение коллекционных культур - обеспечение качественных линий стартовых культур.

### **4.3. Подготовка стартовых культур**

Через 1-2 недели маточные культуры переводят в стартовые (инокулят). Для этого 200-300 мл коллекционной культуры помещают в колбу объёмом 2 л, добавляют питательную среду и переносят на световую решетку для дальнейшего наращивания. Процесс культивирования стартовых культур проходит при температуре 20-22°C, интенсивности света 5 тыс. люкс и постоянной аэрации воздухом. Объём пересеваемой маточной культуры можно увеличивать, это позволит быстрее получить максимальную плотность стартовой культуры и сократить время ее культивирования. Основная задача стартовых культур - получение инокулята за короткий промежуток времени с целью его дальнейшего использования для массового культивирования микроводорослей.

Для наращивания стартовых культур необходимо иметь специальные стеллажи (желательно металлические) со стеклянными полками, которые оборудованы лампами дневного света (рис. 101). Лампы устанавливаются над верхней полкой, а также под каждой ниже следующей.

Культивирование водорослей происходит в течение 7-10 дней на питательной среде Конвея с повышенным содержанием железа. Железо занимает промежуточное положение между макро- и микроэлементами. Потребность водорослей в железе ниже, чем в азоте и фосфоре, но выше, чем в других микроэлементах. В процессе фотосинтеза железо выполняет важную регуляторную роль, так как входит в состав многих ферментов. Железосодержащие белки принимают участие в окислительно-восстановительных реакциях фотосинтеза, дыхания и углеродного обмена. Отсутствие или недостаток железа в питательных средах вызывает значительное

уменьшение продуктивности микроводорослей вследствие угнетения фотосинтетической активности, задерживает рост клеток и уменьшает количество хлорофилла.

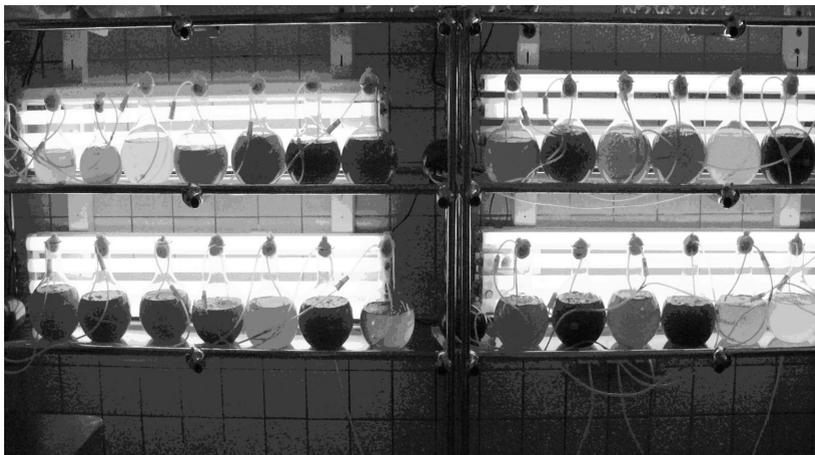


Рис. 101. Нарращивание стартовых культур в питомнике ИнБЮМ.

Стартовые культуры, в зависимости от видовой принадлежности, вырастают в течение разных промежутков времени. Так, для диатомовых и золотистых водорослей этот период составляет 5-7 дней, а для зеленых водорослей – 10 дней. Нарращивание инокулята необходимо продолжать до достижения сухой биомассы водорослей 0,3 г/л, 0,7 г/л и 0,5 г/л соответственно для *I. galbana*, *D. viridis* и *P. tricorutum*. В это время водоросли находятся в логарифмической фазе роста и достигают высокой плотности. Далее 1/3 часть их объема используют для начала выращивания новой стартовой культуры, а остальную - для наращивания больших объемов микроводорослей (массовое культивирование).

#### 4.4. Массовое культивирование водорослей

Развитие промышленного производства биомассы водорослей сопровождалось разработкой новых конструкций культиваторов, в которых происходит наращивание микроводорослей до высоких

концентраций. В зависимости от потребности питомника в корме, культивирование водорослей может осуществляться в культиваторах разного типа: сферические плоскодонные стеклянные колбы или оплетенные бутылки ( $V=20$  л), полиэтиленовые мешки, полиэтиленовые баки в стальной оплетке ( $V$  до 100 л). Крупные коммерческие питомники наращивают большие биомассы микроводорослей, поэтому объём культиваторов увеличивается до 480 л, и, как правило, они имеют цилиндрическую форму и изготовлены из прозрачного пластика, например полиэтилена. Для поддержания прочности таких культиваторов используют стальной каркас. Осветительные лампы устанавливаются внутри культиватора, что обеспечивает получение больших биомасс водорослей (рис.102).

Функционирование таких культиваторов возможно только при наличии поршневых или центробежных насосов. Однако крупномасштабные культиваторы имеют некоторые неудобства. При наращивании больших биомасс микроводорослей необходимо интенсивное перемешивание, для обеспечения равномерного питания водорослей, а это приводит к частичному разрушению клеток у большинства видов водорослей. Кроме этого, стенки культиваторов обрастают водорослями, поэтому после каждого цикла выращивания их необходимо очищать химическим способом.

Для питомника ИнБЮМ, рассчитанного на получение 100 тыс. экз. спата устриц, использование таких культиваторов нерентабельно. Поэтому в качестве рабочих культиваторов используются одноразовые полиэтиленовые мешки объемом 20 л (рис.103).

Их изготавливают из полиэтиленового рукава, основание которого запаивают. Мешки устанавливают по обе стороны световой решетки из люминесцентных ламп ЛД – 40, расположенных горизонтально.

Мешки используются одноразово, так как к внутренней поверхности могут прикрепляться отмершие клетки водорослей и вызывать бактериальное заражение культур.

Они удобны в эксплуатации и отвечают требованиям, предъявляемым к культиваторам закрытого типа.

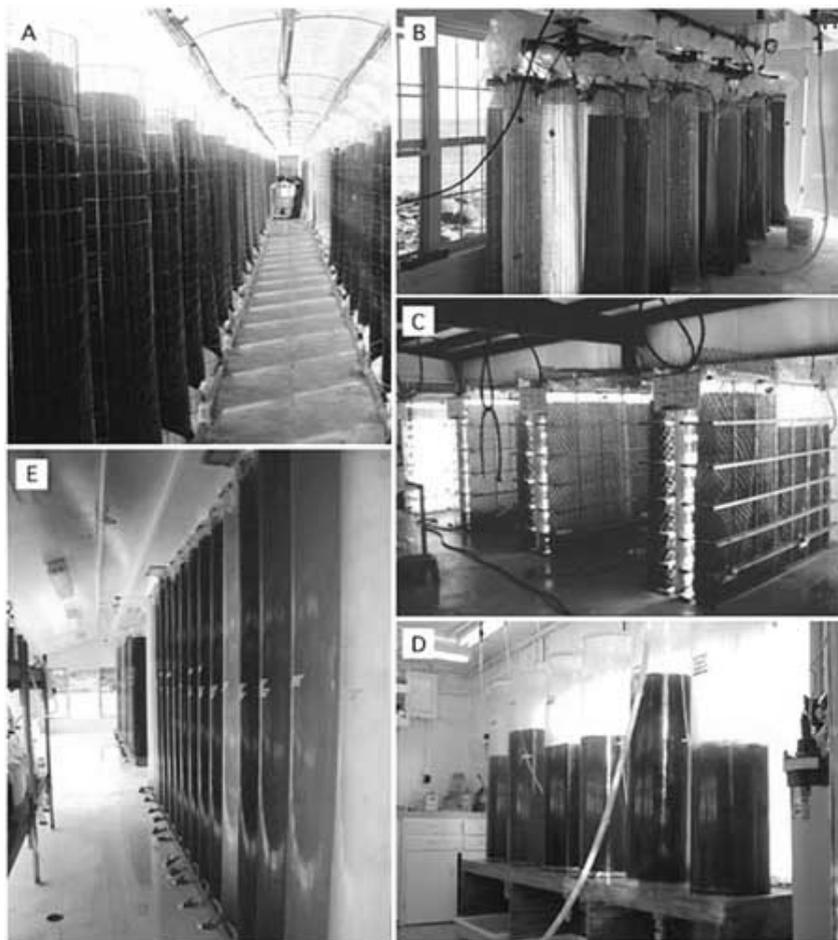


Рис.102. Внешний вид культиваторов, используемых в крупномасштабных питомниках: А - полиэтиленовые мешки на 480 л, поддерживаемые стойками, при естественном освещении; В – мешки объемом 80 л, подвешены вокруг центральной оси с помощью потолочной вращательной системы. Флуоресцентные лампы, расположенные сверху по центру; С - полиэтиленовые мешки, поддерживаемые пластиковым каркасом, расположенные по обе стороны от осветительной установки; D - цилиндры объемом 100 л, изготовленные из стекловолокна и установлены вдоль вертикально расположенных люминесцентных ламп; E - цилиндры из стекловолокна высотой 2,4 м и диаметром 0,3 м с наружным освещением люминесцентными лампами длиной 2,4 м, установленными вертикально.



Рис. 103. Массовое культивирование микроводорослей в питомнике ИнБЮМ.

Массовое культивирование микроводорослей в ИнБЮМ производится на стерильной морской воде, обогащённой питательной средой Конвея или средой Guillard F/2. Схема процесса выращивания водорослей при массовом культивировании представлена на рис. 104.

Культиваторы на 1/3 заполняли питательной средой, вносили инокулят в объёме 4 – 6 л, а затем добавляли оставшуюся морскую воду с питательной средой. Мешки устанавливали перед панелью из люминесцентных ламп ЛД-40, расположенных горизонтально. Максимальная интенсивность освещения составляла 10 тыс. люкс. Выращивание водорослей осуществляли при температуре 22 – 24°C и круглосуточной аэрации газовой-воздушной смесью, содержащей 2% CO<sub>2</sub>.

При таких оптимальных условиях выращивания, через 12-14 дней, биомасса водорослей увеличивалась в 2-4 раза по сравнению с изначальной.



Рис. 104. Схема подготовки питательной среды и массового культивирования микроводорослей.

Рост микроводорослей при массовом культивировании описывается S - образной кривой (рис.105).

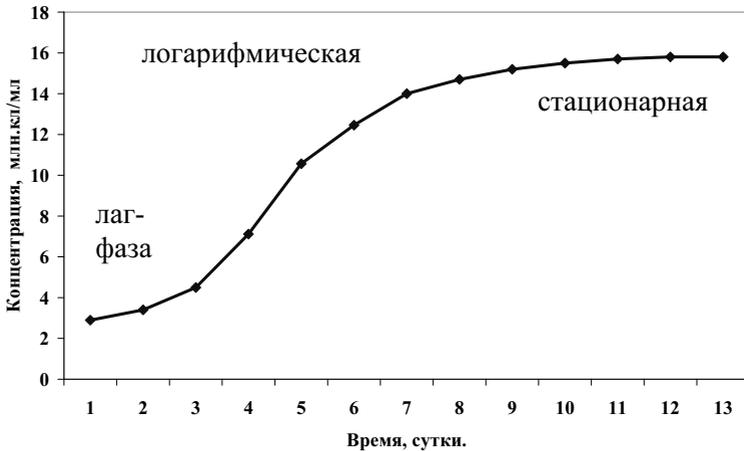


Рис. 105. Динамика роста микроводоросли *Isochrysis galbana*.

Рассмотрим динамику роста микроводорослей на примере изохризис. В процессе выращивания водорослей различают следующие фазы роста:

- 1) лаг-фаза, когда не происходит увеличения количества клеток - период акклиматизации водорослей (первые 2-3 дня выращивания). Продолжительность лаг-фазы зависит от концентрации клеток в инокуляте. Если используется малое количество клеток, то в свежей питательной среде лаг-фаза наблюдается, а при больших количествах клеток в инокуляте — она не отмечается;
- 2) экспоненциальная или логарифмическая фаза роста, когда численность клеток увеличивается в геометрической прогрессии. После того как водоросли приспособились к условиям культивирования, их клетки увеличиваются в размере и начинают активно делиться, вследствие чего численность увеличивается по экспоненте (например, 8, 16, 32, 64 ... и т.д.). Продолжительность этой фазы зависит от

скорости деления и величины максимальной концентрации клеток, при которой способен расти данный вид. Чем медленнее размножаются водоросли, тем продолжительнее будет экспоненциальная фаза роста;

- 3) фаза уменьшения относительного роста (фаза замедления роста);
- 4) стационарная фаза роста, когда количество клеток постоянно. Культура достигает максимальной плотности. Деление клеток прекращается, их численность не увеличивается, так как происходит снижение концентрации биогенных элементов в питательной среде в результате их использования одноклеточными водорослями и уменьшается количество света, проходящего через плотную культуру. Микроводоросли собранные на стационарной фазе роста являются высококачественным кормом для двустворчатых моллюсков.

#### *Режим культивирования водорослей.*

Культивирование микроводорослей можно осуществлять в двух режимах: накопительном (периодическая культура) и непрерывном (полупроточная культура). Накопительный режим культивирования предусматривает накопление биомассы водорослей до тех пор, пока не будут израсходованы все биогены и не прекратится рост микроводорослей. Полупроточное культивирование характеризуется непрерывным ростом водорослей и сочетается с периодическим изъятием определенной части урожая и внесением в культуру свежей питательной среды.

#### *Накопительное культивирование.*

Накопительный способ культивирования микроводорослей применяется при выращивании корма для личинок мидий и устриц, находящихся на поздних стадиях развития или при подращивании спата. При культивировании водорослей в данном режиме в культиватор, заполненный питательной средой, вносят небольшое количество инокулята. Начальная концентрация водорослей составляет  $4,07 \cdot 10^6$ ,  $0,55 \cdot 10^6$ ,  $0,55 \cdot 10^6$  и  $0,1 \cdot 10^6$  кл/мл соответственно для *I. galbana*, *D. viridis*, *T. suecica* и *C. calcitrans*. В процессе роста микроводорослей происходит увеличение концентрации клеток до некоторой максимальной плотности, соответственно  $15,25 \cdot 10^6$ ;

$3,92 \cdot 10^6$ ;  $3,5 \cdot 10^6$  и  $0,64 \cdot 10^6$  кл/мл для *I. galbana*, *D. viridis*, *T. suecica* и *C. calcitrans* (табл.34).

Таблица 34. Максимальные биомассы водорослей при культивировании в накопительном режиме

Вид водорослей	Концентрация, млн. к л/мл	Биомасса	
		сырая, г/л	сухая, г/л
<i>I. galbana</i>	15,25	2,55	0,25 (10%)
<i>C. calcitrans</i>	0,64	3,44	0,30 (8,7%)
<i>P. tricornutum</i>	30,88	2,09	0,29 (14%)
<i>D. viridis</i>	3,92	5,07	0,85 (17%)
<i>T. suecica</i>	3,50	4,05	0,77 (19%)

Примечание: % - от сырой биомассы.

Накопление биомассы продолжается до тех пор, пока не будут потреблены все биогены, показателем чего является снижение скорости роста водорослей. Накопление биомассы водорослей представлено на рис. 106.

В зависимости от условий культивирования в накопительном режиме, количество фаз роста может изменяться. Лаг-период занимает очень короткий промежуток времени, поскольку культура была уже адаптирована к условиям выращивания. При культивировании кормовых видов водорослей главной задачей является получение биомассы нужного биохимического состава за короткий промежуток времени, поэтому наибольший интерес представляют три фазы роста: логарифмическая, замедления роста и начало стационарной фазы. В логарифмической фазе роста практически всегда можно выделить участок линейного роста, характеризующийся постоянством скорости роста (продуктивность

культуры постоянна). Рост водорослей на этом участке практически неограничен минеральными компонентами. Биохимический состав водорослей на этой фазе роста характеризуется максимальным содержанием белка, необходимого личинкам на ранних стадиях развития.

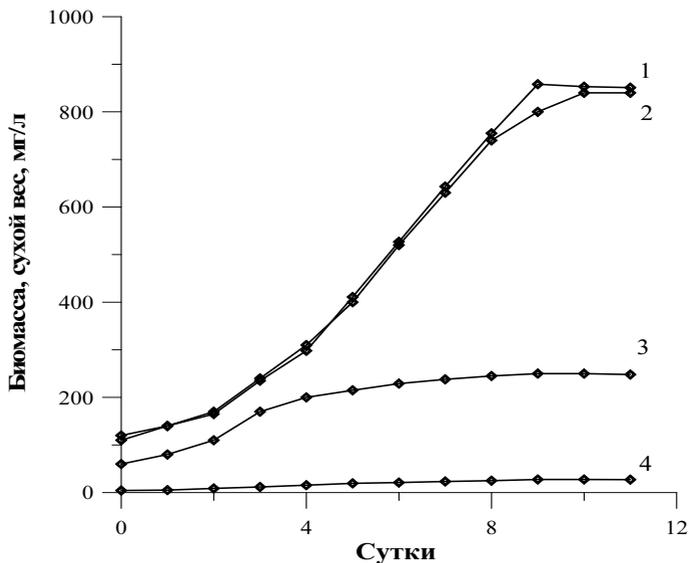


Рис. 106. Динамика биомассы водорослей в накопительных культурах при выращивании в полиэтиленовых мешках: 1 - *Tetraselmis suecica*, 2 - *Dunaliella viridis*, 3 - *Isochrysis galbana*, 4 - *Chaetoceros calcitrans*.

В фазе замедления скорость роста водорослей уменьшалась в 1,5 – 2 раза по сравнению с линейной фазой, вследствие снижения концентрации биогенов. В конце фазы скорость роста снижалась до нуля, а биохимический состав водорослей характеризовался накоплением углеводов.

В качестве ростовых характеристик водорослей при накопительном режиме культивирования можно выбрать удельную скорость роста и продуктивность, которые изменялись в зависимости от фазы роста (табл. 35).

Таблица 35. Ростовые характеристики микроводорослей на разных фазах развития накопительных культур

Фаза роста	Удельная скорость роста сут <sup>-1</sup>				Продуктивность г · л <sup>-1</sup> · сут <sup>-1</sup>			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Логарифмическая	0,43	0,4	0,37	0,18	48,0	113,3	89,7	3,5
Замедления	0,15	0,2	0,17	0,13	29,9	74,50	58,9	2,7
Стационарная	0,01	0,2	0,04	0,04	3,02	13,93	11,0	1,1

Примечание: 1 - *Isochrysis galbana*; 2 - *Tetraselmis suecica*, 3 - *Dunaliella viridis*, 4 - *Chaetoceros calcitrans*.

Максимальные значения удельной скорости роста отмечены в логарифмической фазе роста, а минимальные – в стационарной. Продуктивность также снижалась с возрастом водорослей. Так, в логарифмической фазе роста продуктивность водорослей составляла 47,99; 113,35; 89,67 и 3,49 г · л<sup>-1</sup> · сут<sup>-1</sup>, соответственно у *I. galbana*, *T. suecica*, *D. viridis* и *C. calcitrans*. В стационарной фазе роста продуктивность снизилась на порядок у *I. galbana* и в 3 - 8 раз - у *C. calcitrans*, *T. suecica* и *D. viridis*. В стационарной фазе роста прекращается деление клеток, поэтому удельная скорость роста и продуктивность минимальны, вследствие чего наблюдается изменение биохимического состава водорослей. В клетках накапливалось максимальное количество липидов и жирных кислот, необходимых для роста личинок на поздних стадиях развития и успешного прохождения метаморфоза, а также для дальнейшего роста спата. Поэтому сбор биомассы водорослей в накопительном режиме культивирования целесообразно производить в конце стационарной фазы роста.

Накопительный способ культивирования считается самым легким и надежным для получения максимальных биомасс водорослей при условии строгого соблюдения стерильности выращивания.

### Полупроточное культивирование.

Полупроточный метод выращивания микроводорослей позволяет достаточно быстро достигнуть состояния динамического равновесия роста культуры; стабилизировать параметры среды и получить устойчивую величину биомассы с заданным биохимическим составом. При таком режиме культивирования водорослей клетки быстро адаптируются к условиям среды (постоянная интенсивность света и температура), вследствие чего результаты не зависят от исходной концентрации культуры. Данный режим культивирования позволяет задавать такую плотность культуры, при которой водоросли в течение длительного периода находятся в фазе логарифмического роста, характеризующейся максимальным содержанием белка в клетках. Полупроточное культивирование даёт возможность нарастить большие количества одноклеточных водорослей. Главный недостаток данного способа культивирования – риск загрязнения другими микроводорослями или микроорганизмами (бактериями, инфузориями), вследствие длительного периода выращивания в одном культиваторе (от 1 до 3-х месяцев).

Фаза линейного роста при полупроточном культивировании у разных кормовых видов водорослей, протекает неравномерно. Так, у *T. suecica* и *D. viridis* она длится с 4 по 9-й день, а у *I. galbana* и *P. tricornutum* с 3 по 8-й день культивирования. Максимальная продуктивность водорослей составляла соответственно 113,35; 89,67 и 47,99 г·л<sup>-1</sup>·сут<sup>-1</sup> у *T. suecica*, *D. viridis*, *I. galbana*.

Управлять ростом водорослей при полупроточном культивировании можно путём разбавления культуры. Плотность культуры может изменяться в зависимости от объёма разбавления и частоты внесения питательной среды.

Величину биомассы, которую можно постоянно изымать, определяли с учетом величины продуктивности водорослей в логарифмической фазе (линейный участок) по накопительной кривой роста исследованных видов водорослей (см. рис.106).

Культуры водорослей начинали разбавлять в конце логарифмической фазы роста, на 9-й день для *T. suecica* и *D. viridis* и 8-й день - для *I. galbana* и *P. tricornutum* (рис. 107).

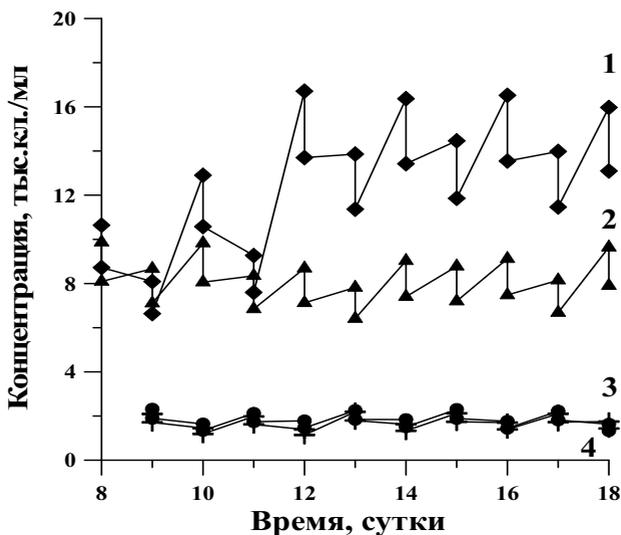


Рис. 107. Динамика плотности полупроточных культур микроводорослей со скоростью протока  $0,18 \text{ сут}^{-1}$ : 1 - *Phaeodactylum tricornutum*, 2 - *Isochrysis galbana*, 3 - *Tetraselmis suecica*, 4 - *Dunaliella viridis*.

При скорости протока  $0,18 \text{ сут}^{-1}$  (т.е. ежедневном сливе 3 л водорослей) было отмечено снижение плотности культур с 9,87 до 8,35 млн. кл/мл - у *I. galbana*, с 16,52 до 12,9 млн. кл/мл - у *P. tricornutum*, с 2,31 до 1,76 млн.кл/мл - у *T. suecica* и с 2,19 до 1,62 млн.кл/мл - у *D. viridis* с последующим возвращением за сутки к исходному уровню плотности.

Из культиваторов объемом 18 л при таком режиме культивирования можно ежедневно изымать: 460 мг сухой биомассы *I. galbana*, 420 мг - *P. tricornutum*, 1368 мг - *T. suecica* и 1456 мг - *D. viridis*. Полученные расчеты позволяют определить величину биомассы каждого вида водорослей, необходимую для всего периода выращивания личинок и молоди моллюсков в питомнике. Поэтому, используя основные характеристики водорослей (высокая скорость роста, способность расти и размножаться при больших плотностях), изменяя удельную скорость протока и время включения протока, можно прогнозировать количество изымаемой биомассы, на весь цикл выращивания личинок в питомнике.

При выращивании личинок и спата мидий и устриц в питомнике нами используются как накопительный, так и полупроточный режим культивирования микроводорослей. Эти методы позволяют наращивать биомассы водорослей с максимальным содержанием белка, углеводов, липидов и использовать водоросли в качестве корма в разные периоды выращивания личинок и спата мидий и устриц.

*Контроль за ростом микроводорослей.*

В процессе роста микроводорослей необходимо определять их плотность (концентрацию). Существует ряд методов определения плотности культуры: использование специальных камер для подсчета концентрации клеток, а также определение плотности на спектрофотометре или флюориметре.

Концентрацию клеток в культурах можно определять прямым подсчетом в камере Горяева под микроскопом МБИ -6 (рис. 108).

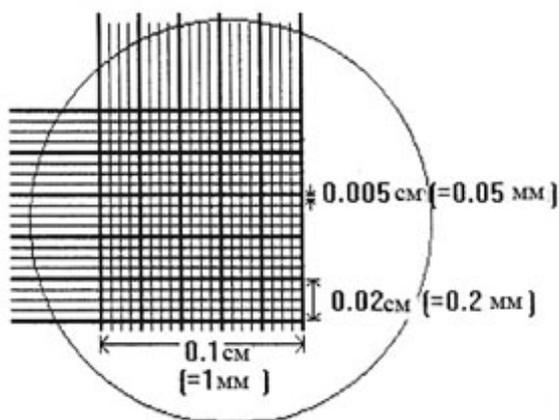


Рис. 108. Счетная камера Горяева, сетка, с помощью которой проводится подсчет клеток водорослей.

Камера представляет собой стеклянную пластинку с отделенной средней частью с помощью поперечных желобков. На поверхности средней части пластинки нанесена сетка в виде квадратов с

известной площадью. Объем камеры, состоящей из 25 квадратов, составляет 0,0001мл.

Каплю культуры наносят на сетку и покрывают покровным стеклом. Покровное стекло тщательно притирают. Просчитывают число клеток в 25 квадратах; полученную сумму умножают на  $10^4$  и получают число клеток в 1 мл суспензии. Если плотность культуры большая, суспензию необходимо развести в 10, 20 раз, для того, чтобы подсчет числа клеток был более точным и выполнить поправку на разведение. Например: если в 25 квадратах было 150 клеток, и суспензия разведена в 20 раз, концентрация клеток в 1мл суспензии составит  $150 \cdot 10^4 \cdot 20 = 30 \cdot 10^6$  кл/мл. Для более точного определения плотности культуры, подсчет клеток необходимо произвести в трех повторностях и найти среднее значение.

Если клетки микроводорослей подвижные, то перед подсчетом плотности культуры их необходимо обездвижить спиртом или слабым раствором уксусной кислоты.

При определении плотности культуры спектрофотометрическим методом проводят калибровку фотоэлектроколориметра (ФЭК) и составляют градуировочную кривую для каждого вида водорослей и затем, по этим кривым, определяют число клеток. Градуировочную кривую составляют следующим образом:

- делают ряд последовательных разведений суспензии микроводорослей;
- проводят измерения оптической плотности культур на ФЭК при длине 750 нм;
- параллельно с измерением на ФЭК подсчитывают измеряемые плотности в камере Горяева;
- на основании полученных данных строят калибровочную кривую.

*Факторы среды, влияющие на рост одноклеточных водорослей.*

При массовом культивировании микроводорослей главными факторами, влияющими на рост культур, являются: свет, температура, углеродное и минеральное питание. Обнаруженные взаимосвязи показаны на рисунке 109.

Физические условия существования могут быть не только лимитирующими, но и регулируемыми факторами, благотворно влияющими на химические свойства водорослей. Для получения

высокой продуктивности культуры существенное значение имеет не столько зависимость роста и фотосинтеза водорослей от каждого из этих факторов в отдельности, сколько их сопряженное действие.

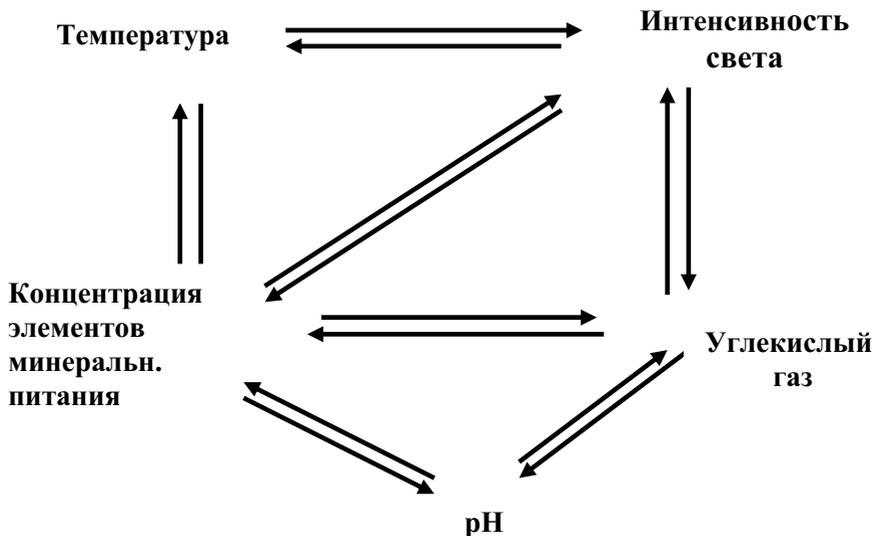


Рис. 109. Схема взаимосвязи факторов, влияющих на продуктивность водорослей.

### *Освещенность.*

Свет является одним из главных экологических факторов, влияющих на физиологическое состояние микроводорослей. С одной стороны, свет определяет рост клеток, развитие и интенсивность фотосинтеза в клетках водорослей, с другой, свет высокой интенсивности может вызывать фотоокислительный стресс, который приводит к фотоингибированию, деструкции фотосинтетических пигментов и гибели клеток. При массовом культивировании микроводорослей оптимальный диапазон освещенности: 2500-10000 люкс. Источником света служат люминесцентные лампы дневного света ЛД-40. Число люминесцентных ламп определяется высотой и диаметром культиваторов. Поэтому для колб, объемом 2 л, достаточно 4-х ламп мощностью по 40W, а для полиэтиленовых мешков - необходимо не менее 8-10 ламп. При выращивании

стартовых культур освещенность на поверхности культиватора должна быть 5-6 клк, а для получения высокой плотности культур - освещенность увеличивают до - 10-20 клк (массовое культивирование).

Кроме интенсивности света большое значение для культуры водорослей имеет продолжительность светового дня. Минимальная длина светового дня при выращивании микроводорослей – 12 ч; при ее увеличении до 24 часов плотность культур увеличивается вдвое, поэтому массовое культивирование водорослей осуществляется при круглосуточном освещении.

#### *Углеродное питание.*

Для роста микроводорослей, помимо элементов минерального питания, необходимо углеродное питание. Энергичное пропускание воздуха с достаточно высоким содержанием углекислоты – необходимое условие для успешного культивирования водорослей. Источником углекислоты служит углекислый газ из баллонов, который предварительно смешивают с воздухом (рис. 110).

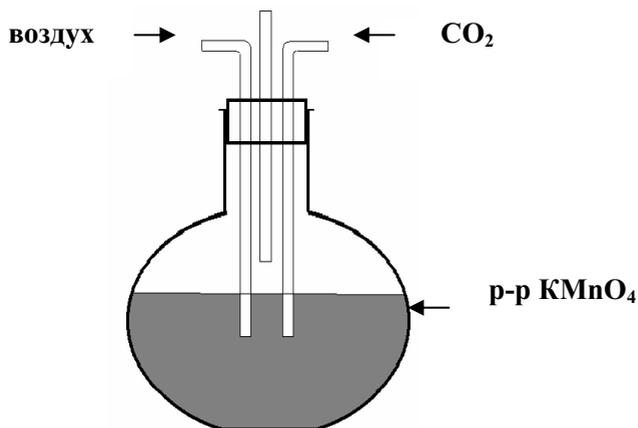


Рис. 110. Схема смешивания  $\text{CO}_2$  и воздуха.

Через культуральную жидкость круглосуточно пропускали газоздушную смесь, содержащую около 2%  $\text{CO}_2$ . Смешивание углекислого газа и воздуха осуществляли в сосуде с раствором  $\text{KMnO}_4$  ( $V = 10$  л) в соотношении 2:100 (2 пузырька  $\text{CO}_2$  и 100

пузырьков воздуха. Через 4-5 час. рН культуральной среды находился в пределах 7,5 - 8,2 .

Культивирование микроводорослей с добавлением углекислого газа позволяет за короткий срок получить максимальную биомассу. Так, при культивировании изохризиса и дуналиеллы с продувкой воздухом, максимальные концентрации водорослей составили соответственно 11,57 и 1,9 млн. кл/мл (рис. 111).

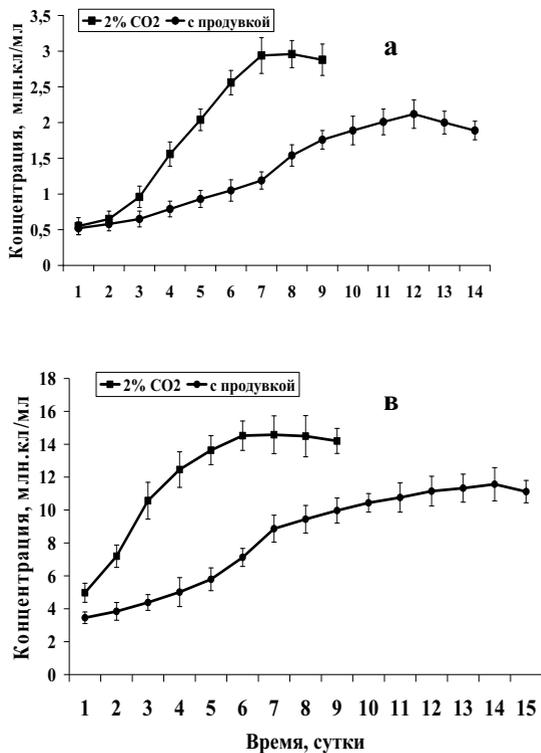


Рис. 111. Динамика роста дуналиеллы (а) и изохризиса (в) в зависимости от концентрации CO<sub>2</sub> в газовой смеси.

При аэрации газовой смесью, содержащей 2% CO<sub>2</sub>, обеспечивающей оптимальный уровень рН среды (7,5 - 8,2), максимальные концентрации изохризиса и дуналиеллы увеличились соответственно до 14,58 и 2,96 млн. кл/мл. Максимальные биомассы - 571,4 мг/л и 926,5 мг/л соответственно для изохризиса и

дуналиеллы получали за 7 дней при добавлении 2% углекислого газа, и за 14-15 дней - при выращивании без углекислого газа. Увеличение концентрации углекислого газа свыше 2% приводит к изменению pH среды и, способствует более длительному периоду выхода на стационарную фазу роста, и соответственно снижению продуктивности водорослей. Однако, если биомасса водорослей высокая (3–5 г/л сухого веса), то содержание углекислого газа необходимо увеличить до 5%.

#### *Температура.*

Оптимальная температура культивирования кормовых видов микроводорослей - 20-24°C. При температуре ниже, чем 16°C и выше, чем 27°C их темп роста замедляется, а при температуре 30°C - водоросли погибают. Так, при температуре 24°C скорость роста *I. galbana* и *D. viridis* в 2-3 раза выше, чем при температуре 15°C. Обратная тенденция прослежена для диатомовых водорослей: *P. tricornutum*, *C. calcitrans*. Их скорость роста при температуре 15°C в 2 раза выше, чем при 24°C. Поэтому оптимальная температура культивирования золотистых и зеленых микроводорослей - 24°C, а диатомовых - не выше 20°C. При низких значениях температуры (8-14°C) поддерживается только жизнедеятельность коллекционных культур.

### **4.5. Пищевые рационы для личинок устриц и мидий**

При составлении рационов для личинок мидий и устриц учитывают морфологические особенности водорослей и их калорийность. Микроводоросли, используемые в качестве корма, существенно отличаются по калорийности (табл. 36). Наиболее калорийными являются золотистые (изохризис) и диатомовые водоросли (хетоцерос), менее калорийными – зеленые (дуналиелла).

Для кормления личинок устриц на стадии велигера выдавали монокультуру: изохризис в концентрации 50 тыс. кл/мл, при этом максимальный прирост личинок составил - 11,1 мкм/сут. Среднесуточный прирост велигеров значительно снижался при увеличении биомассы корма, т.е. когда корм состоял из изохризиса и тетраселмиса или изохризиса и дуналиеллы (суммарная концентрация 50 тыс. кл/мл). Биомасса увеличивается за счёт

водорослей, у которых крупные клетки: *T. suecica* (505,32 мкм<sup>3</sup>) и *D. viridis* (313,5 мкм<sup>3</sup>). Они плохо усваиваются личинками на ранних стадиях развития.

Таблица 36. Калорийность кормовых видов микроводорослей

Вид водорослей	Белок, ккал/г СВ	Липиды, ккал/г СВ	Углеводы ккал/г СВ	Суммарная калорийность ккал/г СВ
<i>I. galbana</i>	2,19	2,38	1,67	6,24
<i>M. lutheri</i>	1,91	2,51	0,82	5,24
<i>C. calcitrans</i>	1,28	2,51	1,77	5,56
<i>P. tricorutum</i>	1,67	1,86	1,24	4,77
<i>D. viridis</i>	1,52	1,67	0,84	4,03
<i>T. suecica</i>	1,25	1,94	0,98	4,17
<i>S. costatum</i>	2,05	2,42	0,98	5,45

Примечание: СВ – сухой вес.

На стадии великонхи в качестве корма использовали смесь микроводорослей: изохризис и хетоцерос в соотношении клеток 1:1 при суммарной концентрации 100-150 тыс.кл./мл. Максимальный среднесуточный прирост личинок при таком составе водорослей составил - 21,1 мкм/сут. Размеры клеток водорослей не превышают 8 мкм; их средний объем составляет соответственно 39,19 и 52,25 мкм<sup>3</sup>. Клетки этих водорослей имеют тонкую оболочку, что делает их доступными для усвоения личинками. Темп роста и выживаемость личинок на монодиете из изохризиса или из хетоцероса были значительно ниже, чем на смешанной диете. Монокультуры, как правило, имеют ограниченный состав питательных веществ; поэтому для удовлетворения пищевых потребностей личинок необходимо использовать смешанные водорослевые диеты. Питательная ценность микроводорослей изохризиса и хетоцероса обусловлена

высоким содержанием белка, липидов, углеводов и полиненасыщенных жирных кислот. Питательная ценность микроводоросли *I. galbana* определяется высоким уровнем содержания белка. При проточном культивировании этой водоросли максимальное количество белка составляет 49,8% от сырого веса. Личинки на ранних стадиях развития, питающиеся водорослями с высоким содержанием белка, имеют высокий темп роста и хорошую выживаемость. При потреблении личинками пищи, обеднённой белками, наблюдается высокое потребление кислорода. Среднесуточный прирост личинок устриц на стадии великонхи был в 2 раза выше, чем на стадии велигер, что является следствием смешанной диеты сбалансированного биохимического состава.

В состав микроводорослей хетоцероса и изохризиса входит насыщенная жирная кислота С 16:0 n-3 соответственно - 70% и 50%, и по 17 % - полиненасыщенной жирной кислоты (ПНЖК) С 20:5 n-3. Жирные кислоты играют важную роль на ранних стадиях развития двустворчатых моллюсков, так как аккумулированные во время личиночного периода, они обеспечивают энергией весь процесс метаморфоза. Большинство гидробионтов не могут синтезировать С 20:5n-3 и С 22:6 n-3 ПНЖК, поэтому скорость роста и выживаемость личинок возрастает, когда эти жирные кислоты присутствуют в диете.

После трех недель выращивания личинок (стадия педивелигера), когда их размеры превысили 350 мкм, состав диеты дополнялся микроводорослью тетраселмис. Оптимальный состав микроводорослей: *I. galbana*+*C. calcitrans* + *T. suecica* в соотношении 2:1:1, при концентрации корма 150-200 тыс. кл/мл. Размер клеток тетраселмиса (8x12 мкм) и биохимический состав водоросли соответствовали потребностям личинок. Тетраселмис содержит 30, 4 % белка и более 4% эйкозапентаеновой кислоты С 20:5n-3. При добавлении к смеси *I. galbana* + *C. calcitrans* микроводоросли *T. suecica*, среднесуточный прирост личинок увеличивался с 4,5 до 5,7 мкм/сут. и личинки успешно проходили метаморфоз. На стадии педивелигера в качестве добавки к основному корму необходимо использовать дуналиеллу, так как она содержит большое количество каротиноидов, которые способствуют улучшению роста и повышению выживаемости личинок.

Для успешного оседания личинок устриц необходимо, чтобы в состав корма входили водоросли с высоким содержанием липидов, поэтому мы добавляем диатомовую микроводоросль скелетонему, содержащую на стационарной фазе роста до 27% липидов. При добавлении в корм скелетонемы продолжительность оседания личинок значительно сокращается.

Пищевой рацион личинок мидий на стадии велигера состоит из смеси микроводорослей: изохризис и монохризис в соотношении клеток 1:1 при концентрации 40 тыс. кл/мл. Клетки монохризиса имеют округлую форму и небольшие размеры (13,85 мкм<sup>3</sup>), поэтому легко заглатываются личинками и хорошо усваиваются. Водоросль богата белком, липидами; доля ПНЖК (полиненасыщенные жирные кислоты) составляет 34%, а содержание витаминов В<sub>6</sub> и С - 162 мг·г<sup>-1</sup> и 837 мг·г<sup>-1</sup> соответственно.

Для личинок мидий на стадии великонхи и педивелигера оптимальной является смешанная диета, состоящая из водорослей *I. galbana* + *M. lutheri* + *P. tricorutum*, при концентрации 50 - 100 тыс. кл/мл и соотношении клеток 1:1:1. Добавление в корм микроводоросли феодактилюма способствовало увеличению в 2 раза среднесуточного прироста личинок на стадии великонхи. Клетки *P. tricorutum* богаты белком (40,7%), липидами (20%), и ВНЖК (содержание которых достигает 25%). Особенно перед оседанием (на стадии педивелигера) в состав корма также необходимо включать скелетонему.

Для каждой стадии развития личинок мидий и устриц необходимо рассчитывать количество корма, добавляемого в выростные ёмкости с личинками. Для этого необходимо знать: плотность водорослей, объём ёмкости, в которой выращивают личинок и оптимальную концентрацию корма для данной стадии развития.

Например, чтобы накормить личинок устриц на стадии велигера в 100 л ёмкости, необходимо внести 33,3 мл изохризиса, плотность которого 15 млн. кл/мл (50кл/мл x 0,01л/15 кл/мл = 0,033 л). На стадиях великонхи и педивелигера рацион личинок должен состоять из смеси водорослей, поэтому таким же образом необходимо рассчитать объём каждой культуры и приготовить смесь корма.

### *Усвоение корма личинками устриц и мидий.*

Личинки устриц и мидий начинают питаться соответственно на 2-й и 4-й день после оплодотворения. К этому времени у них уже развиты система пищеварения, а также другие органы. Из трех предложенных видов водорослей *I. galbana*, *D. viridis* и *P. tricornutum* в первые два дня выращивания личинки не заглатывали водоросли, даже если их количество было в избытке. Вероятно, в это время энергию для дыхания и развития личинки получают за счет питательных веществ яйцеклетки. Размер яйцеклеток мидий и устриц составляет 80 и 55 мкм, следовательно, запас питательных веществ у мидий больше чем у устриц, поэтому личинки мидий могут находиться на эндогенном питании до 4 дней. Также вероятно, что развивающиеся эмбрионы могли потреблять растворенные органические вещества из морской воды.

На третий день выращивания личинки заглатывали только *I. galbana*, все другие виды водорослей не употреблялись личинками, а если поступали в пищеварительную систему, то не переваривались, что связано с особенностями строения пищеварительной системы моллюсков. Поэтому, на стадии раннего велигера размер клеток водорослей является определяющим в отборе пищи личинками. Положительная корреляция размеров личинок и размеров водорослей на стадии велигера показывает, что потребление водорослей происходит только в том случае, если размер клеток соответствует размеру ротового отверстия и пищевода. Прежде чем водоросли заглатываются личинками, они захватываются ресничками и переносятся в ротовое отверстие, а затем поступают в пищевод. Очевидно, что этот механизм включает взаимодействие между ресничками и пищей, в результате чего осуществляется отбор пищи соответствующего размера.

Продолжительность переваривания микроводорослей личинками устриц зависит от их возраста. Личинки устриц в возрасте 3-4-х дней переваривают клетки *изохризиса* за 8 – 10 час., в возрасте 5 - 6-и дней - за 4 час., а на 7-8-й день происходит полное переваривание водорослей в течение 2-3 часов.

Индекс усвоения водорослей, определяемый как степень усвоения в течение 2 часов, увеличивался с возрастом и размерами личинок. На стадии велигера индекс усвоения личинками был самым

высоким (8,4%) при кормлении их изохризисом. Никакого усвоения не было установлено, если личинок кормили дуналиеллой и феодактилюмом. Поэтому на стадии велигера основным кормом для личинок устриц нами выбрана золотистая водоросль изохризис. Клетки этих водорослей имеют небольшие размеры 5-6 мкм (средний объем 39,19 мкм<sup>3</sup>) и тонкую целлюлозную оболочку, что делает их доступными для усвоения личинками.

Продолжительность переваривания клеток водорослей личинками на стадии великонхи (12-14 сутки выращивания) была различной. Так, клетки изохризиса переваривались за 1 час, дуналиеллы и тетраселмиса - за 3 часа, феодактилюма - за 4 часа, что связано с морфологическими особенностями этих водорослей.

*Потребление микроводорослей личинками мидий и устриц.*

Потребности личинок мидий и устриц в микроводорослях в течение одного и того же периода выращивания различны (табл. 37.).

Таблица 37. Потребность в микроводорослях личинок устриц и мидий

Стадия личинок	Личинки устриц		Личинки мидий	
	Потребление водорослей, кл./лич.·сут.	Средне-суточный прирост, мкм/сут.	Потребление водорослей, кл./лич.·сут.	Средне-суточный прирост, мкм/сут.
Велигер	6310	8,32	2170	4,5
Великонха	26000	18,17	15000	7,82

Каждая личинка устрицы на стадии велигера потребляла в сутки до 6310 клеток изохризиса, при этом среднесуточный прирост составил 8,32 мкм/сут. На стадии великонхи суммарное потребление микроводорослей (изохризис + хетоцерос + тетраселмис) одной личинкой *S. gigas* за сутки увеличилось до 26 тыс. клеток. При этом среднесуточный прирост личинок составил 18,17 мкм, что в 2,2 раза

выше, чем на стадии велигера. Потребление личинками разных видов водорослей неодинаково: 50% составляет изохризис, 35% - хетоцерос и 15% - тетраселмис, что указывает на избирательность питания. Следовательно, личинки гигантской устрицы способны регулировать как количество, так и качество поедаемой пищи.

Личинки мидий на стадии велигера потребляют в сутки до 2170 кл/лич. изохризиса, а на стадии великонхи потребность в корме увеличивается до 15 тыс. кл/лич. Потребление личинками разных видов водорослей также неодинаково: 52% составляет изохризис, 22% - феодактилюм и 26% - дуналиелла.

Суточный рацион личинок устриц на стадиях велигера и великонхи выше соответственно в 3 и 2 раза, чем личинок мидий. Следовательно, потребности в корме устричных питомников должны быть значительно выше, чем при выращивании мидий.

#### *Концентрированные корма.*

С увеличением спроса на двустворчатых моллюсков прямо пропорционально увеличивается потребность в выращивании большого количества личинок и спата. Поставки выращенного спата моллюсков обычно ограничены такими факторами, как покупка продукции по приемлемой цене, а вместе с ней и кормов с полноценными питательными свойствами. Перевозить вместе со спатом большие объёмы микроводорослей достаточно трудоёмко, поэтому возникла необходимость в производстве концентрированных кормов.

В настоящее время такие компании как Innovative Aquaculture Products (Канада) и Reed Mariculture (США) производят широкий спектр концентратов – корма для двустворчатых моллюсков, креветок, а также личинок морской рыбы. Стоимость концентратов обычно гораздо меньше, чем себестоимость живых микроводорослей культивируемых в питомниках.

Концентраты водорослей готовят путем центрифугирования микроводорослей при 3 тыс. об./мин. Микроводоросли, клетки, которых имеют небольшой объем, при центрифугировании оседают медленнее, чем те, у которых объем клетки больше, поэтому время центрифугирования варьирует от 3 до 10 минут. Полученный концентрат герметично упаковывают в баночки или полиэтиленовые пакеты. Срок хранения концентрированных кормов 12 - 14 недель

при температуре не выше 5°C без добавления консервантов. В США в питомнике Horn Point – Environmental Laboratories, снабжающем посадочным материалом 35 устричных ферм, водорослевую пасту хранят в течение года и поставляют её на фермы, осуществляющие телекаптаж. Водорослевые пасты обычно используют для кормления спата моллюсков в питомнике, особенно в неблагоприятные для роста водорослей сезоны, а также при проведении телекаптажа. Небольшой объём концентрата разводят в морской воде, получают суспензию из целых неповрежденных клеток водорослей, которую вносят в выростные ёмкости. Концентраты из микроводорослей не являются «живыми» водорослевыми культурами и поэтому их невозможно использовать для дальнейшего культивирования.

Видовой состав производимых концентратов значительно шире, чем состав живых водорослей, выращиваемых в питомниках, поэтому, приобретая концентраты, специалист, обслуживающий питомник, может значительно разнообразить рацион для спата.

Однако следует отметить, что концентрированные корма не могут заменить живые микроводоросли, особенно на ранних стадиях развития личинок, так как их качественный состав (содержание белка и высоконенасыщенных жирных кислот), значительно ниже, чем в живых микроводорослях.

## Глава 5

### БЕРЕГОВАЯ БАЗА

Без береговой базы невозможно выращивание моллюсков. Действительно, прежде чем выращивать, необходимо изготовить соответствующее оборудование, для чего нужно предварительно запастись и складировать различные материалы. На базе изготавливают отдельные узлы фермы; производится предварительный монтаж оборудования, а также его текущий ремонт. В процессе выращивания, моллюсков периодически извлекают из рукавов и садков, снимают с коллекторов; их моют, сортируют на товарные и мелкие. Затем товарных моллюсков готовят к реализации (моют, взвешивают, упаковывают и складировают). Подготовка товарных моллюсков к реализации, а также для доращивания называется **«обработкой моллюсков»**. Этот термин следует отличать от **«переработки моллюсков»**, что означает приготовление из мяса, или створок мидий различных продуктов пищевого, фармакологического или технического назначения. Нетоварных мидий помещают в рукава, а устриц в садки, после чего их отправляют на доращивание. Считается, что при выращивании моллюсков на небольших фермах (не более 100 т в год) работы по обработке можно не механизировать. Для оснащения крупных хозяйств, с годовой продукцией 300 т и выше, желательно приобрести специальное оборудование, выпускаемое фирмами Франции, Италии, Испании, Голландии и других стран.

Итак, на береговой базе выполняются в основном технологические процессы обработки, хранения и отправки на реализацию моллюсков, а также ряд вспомогательных технических операций. Прежде всего, база должна быть удачно расположена. Выбор участка для размещения береговой базы должен определяться следующими условиями:

- близость к морю;
- показатели загрязнений морской воды не должны превышать соответствующих значений ПДК;
- близость морской фермы;
- близость систем жизнеобеспечения (пресная вода, электричество, телефон, подъездные пути, газ);

- приемлемое качество рельефа. Идеальная площадка должна быть плоской и на 2-3 м выше уровня моря, которое, в свою очередь, должно быть достаточно глубоким (для подхода плавсредств и забора воды).

Если такая возможность отсутствует, тогда нужно предусмотреть промывку моллюсков на берегу вблизи от моря. При этом выход использованной морской воды производится непосредственно в море, так как вода после промывки моллюсков не содержит опасных загрязнителей. Действительно, мидии и устрицы покрываются организмами обрастателями, широко распространёнными в море, а также илом, который в прибрежной зоне встречается повсюду. Поэтому вода, содержащая природные компоненты, не наносит ущерба морской экосистеме и не представляет опасности для здоровья человека. Однако, по эстетическим соображениям, не следует устраивать слив мутной воды вблизи пляжей с отдыхающими.

База, так же как и морская ферма, средства хранения, транспорта и реализации моллюсков должны отвечать требованиям «Государственных санитарных правил и норм для предприятий и судов, производящих продукцию из рыбы и других живых ресурсов», Минздрава Украины 2003г.

Береговая база включает следующие компоненты:

- цех обработки мидий и устриц, подготовки и складирования готовой продукции;
- холодильник;
- бассейн для отсадки моллюсков (со скважинной морской водой, либо с установкой кондиционирования морской воды;
- склад для хранения тары;
- склад для хранения материалов;
- склад ГСМ;
- мастерская;
- атофургон с термоизоляцией;
- автопогрузчик;
- контора (офис);
- общежитие для персонала;
- подъездные пути, спуск к причалу, автостоянка и т.д.;

- подведение электричества, газа, воды, телефона;
- ограждение территории;

На береговой базе предусмотрено выполнение следующих технологических операций:

1. Доставка судном на причал базы товарных, отмытых в открытом море моллюсков, размещённых в ящиках в количестве, соответствующим заказу. Во время плохой погоды, на базу доставляются рукава с мидиями и садки с устрицами для их полной обработки на берегу.

2. Транспорт этих моллюсков (в случае необходимости их очистки от бактериального загрязнения) к бассейну отсадки. Морская вода в бассейне подвергается обработке: фильтруется через механические фильтры и стерилизуется с помощью проточного ультрафиолетового стерилизатора; аэрируется.

3. Отбор моллюсков из бассейна; взвешивание и расфасовка их в тару.

4. Хранение готовой продукции в холодильной камере.

5. Погрузка готовой продукции в автофургон.

6. Полная обработка мидий и устриц (отделение от коллекторов, промывка, сортировка, упаковка и хранение продукции) в периоды неподходящих метеоусловий.

7. Набивка рукавов некондиционными мидиями для дальнейшего подращивания; размещение мелких устриц в садках;

8. Поклейка нетоварных устриц на сетные полосы;

9. Транспорт мелких моллюсков на судне на ферму для дорощивания.

Основной объём работ при хорошей погоде рационально производить на борту судна. Поднятый урожай пройдёт предварительную обработку (очистку от обрастаний и осевшего ила; сортировку и т.д.) в море на удалении от берега.

Выполнение обработки в море позволяет сократить объём работ, резко уменьшить отход мидий при пересадках в рукава (доставка мидий в жаркое время на берег, их обработка, наполнение рукавов, складирование рукавов, доставка рукавов на ферму – неизбежно будут сопровождаться большими потерями). Кроме этого,

выполнение «грязных» работ в море позволит избежать неприятностей, связанных с замутнением воды в узкой прибрежной зоне отдыха. Таким образом, на береговую базу преимущественно будут доставляться только промытые товарные моллюски. Запас товарных моллюсков можно содержать в бассейне, заполняемым морской водой из скважины, либо к бассейну будет подключена установка кондиционирования (фильтрации и стерилизации) морской воды. В последнем случае себестоимость очистки повышается, а система очистки будет работать в замкнутом цикле.

Мидии, полностью готовые к отправке, должны храниться в холодильной камере при температуре  $+5 \pm 2^{\circ}\text{C}$  (до суток). Там же можно хранить и устриц в течение 5-6 дней.

Все работы по обработке, хранению, отправке моллюсков и их перемещению могут быть размещены на территории  $300 \text{ м}^2$ .

Сюда входит:

1. Здание  $100 \text{ м}^2$  (сортировка и взвешивание),  $12 \text{ м}^2$ ; бассейн для отсадки,  $5 \text{ м}^2$  (объем  $5 \text{ м}^3$ ); кондиционирование и упаковка,  $15 \text{ м}^2$ ; хранение подготовленных к транспортировке моллюсков и погрузка,  $10 \text{ м}^2$ ; администрация, управление и контроль,  $10 \text{ м}^2$ ; хранение упаковок, садков и т.д., что обычно устраивается на втором этаже,  $25 \text{ м}^2$ ; детрокаж (разделение) устриц и поклейка их на фал или деревянные рейки, очистка,  $20 \text{ м}^2$ ; мастерская,  $15 \text{ м}^2$ ; туалет / умывальник,  $3 \text{ м}^2$ .
2. Причал, на который доставляются моллюски,  $15 \text{ м}^2$ .
3. Место промывки доставленных моллюсков,  $20 \text{ м}^2$ .
4. Стоянка автомобилей, мытьё оборудования,  $100 \text{ м}^2$ .
5. Проезды,  $5 \text{ м}^2$ .

Участки, оборудование и инструменты должны содержаться в чистоте и промываться, как минимум, в конце рабочего дня.

Персонал должен быть одет в чистую одежду. Больные от работы освобождаются и приступают к ней после полного выздоровления (предъявить медицинское подтверждение).

Регулярно должен проводиться микробиологический контроль обрабатываемых моллюсков, а результаты контроля должны храниться минимум 3 месяца.

Список основного технологического оборудования береговой базы представлен в таблице 38.

Таблица 38. Смета затрат на приобретение основного оборудования для береговой базы (цены за 2008 год)

№	Наименование	Цена за ед., грн.	Кол-во, шт.	Сумма, грн.
1	Моечно-сортировальная машина для мидий	60 000	1	60 000
2	Машина для промывки устриц	25 000	1	25 000
3	Сортировальная машина для устриц	75 000	1	75 000
4	Холодильная камера	16 000	1	16 000
5	Автофургон изотермический	143 000	1	143 000
6	Автопогрузчик	35 000	1	35 000
7	Грузовик	91 200	1	91 200
	<b>Итого:</b>			<b>445 200</b>

### 5.1. Технология и оборудование для обработки моллюсков

Принято делать цех обработки сквозным: с одной стороны цеха необработанные моллюски доставляются в цех на прицепе, а с противоположной стороны – упакованная продукция вывозится из цеха на фургоне (рис. 112). Пути движения необработанных моллюсков и готовой продукции не должны пересекаться.

Последовательность операций такова: доставка прицепа с моллюсками непосредственно в цех. → Выгрузка садков с устрицами на площадку. → Выгрузка рукавов с мидиями на рабочий стол. → Разборка садков. → Отделение мидий от рукавов и перенос устриц (и мидий) на площадку-бассейн для их промывки. → Промывка моллюсков морской водой из шланга. → Перенос промытых устриц на рабочий стол.

Перенос промытых мидий на сортировальный стол. → Сортировка моллюсков по размерам. → Отсадка товарных моллюсков (**в случае необходимости**) в бассейне с обработанной водой. → Размещение нетоварных моллюсков в рукавах и садках (на рабочем столе). → Поклейка устриц на сетные полосы, либо

верёвки→. Погрузка нетоварных моллюсков на прицеп. → Взвешивание и упаковка товарных моллюсков. → Складирование продукции в холодильной камере. → Погрузка товарных моллюсков в изотермический фургон.

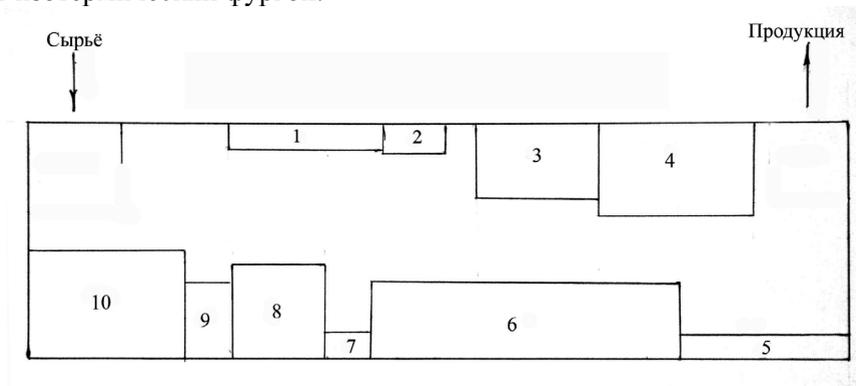


Рис. 112. План размещения технологического оборудования на береговой базе: 1 - рабочий стол; 2 - сортировальный стол; 3 - склад упаковочных материалов; 4 - холодильная камера; 5 - упаковочный стол; 6 - бассейн отсадки; 7 - умывальник; 8 - промывка поверхностей моллюсков; 9 - насос и песчаный фильтр; 10 - бассейн накопитель.

### *Технологическое оборудование.*

Основное оборудование состоит из трёх бассейнов, рабочего стола, сортировочного стола (сортировка мидий по размерам), упаковочного стола, холодильной камеры.

1) *Бассейн – накопитель морской воды* (рис. 112 и рис. 78) служит для создания запаса фильтрованной морской воды, а также нефильтованной воды, используемой для очистки наружных поверхностей моллюсков.

Для примера рассмотрим оборудование базы мидийно-устричного хозяйства производительностью 200 т моллюсков в год. Морская вода для производства технологических работ закачивается погружным насосом производительностью 8-10 м<sup>3</sup>/час в бассейн-накопитель объёмом 30 м<sup>3</sup> (3x5x2 м) и подаётся в бассейн через верхний патрубок. Вода из бассейна может использоваться непосредственно для очистки наружных поверхностей моллюсков от ила и сорных организмов, а также для очистки моллюсков от

бактериального загрязнения. Из бассейна вода выходит через нижний патрубок, поступает в центробежный насос производительностью 5 м<sup>3</sup>/час и далее прокачивается через песчаный фильтр, либо, минуя песчаный фильтр, идёт под давлением на участок промывки моллюсков. От песчаного фильтра отходят две трубы: 1) водная магистраль в цех обработки и 2) слив воды в канализацию, что производится при промывке песка методом обратной фильтрации. Используемые насосы и фильтры рассчитаны на работу с морской водой и не должны включать детали, содержащие медь и её сплавы.

При работе песчаного фильтра предусмотрено замыкание фильтра на бассейн, что практикуют при очистке запаса воды в бассейне (рис. 78). В этом случае вода возвращается в бассейн через второй верхний патрубок и, проходя по верхней трубе, вода насыщается воздухом с помощью встроенной трубки Вентури. При открытии крана, пропускающего воду от фильтра на магистральную линию и закрытии крана возврата воды в бассейн, вода проходит на дальнейшую очистку (песчаный фильтр задерживает частицы, размеры которых превышают 50 мкм): набор фильтров картриджей с порами от 25 мкм до 5 мкм. Если анализы воды показывают превышение содержания кишечной палочки, тогда вода пропускается через проточный ультрафиолетовый стерилизатор.

Кроме облучения ультрафиолетом, стерилизацию воды можно производить озонированием, либо хлорированием.

Итак, данный бассейн снабжён тремя патрубками: сверху три патрубка (от погружного насоса; патрубок переполнения – выпуск в канализацию; возврат воды от песчаного фильтра – в случае кондиционирования воды). Снизу выходят два патрубка: один на песчаный фильтр, другой – для осушения бассейна, т.е. в канализацию.

## *2) Бассейн очистки (отсадки) моллюсков.*

Кроме очистки моллюсков от бактериального загрязнения и создания запаса живых мидий, данный бассейн можно использовать для трюмажа (trompage), что в переводе с французского означает обман, который применяют в отношении моллюсков, особенно мидий. Дело в том, что мидии легко выпускают воду из створок, поэтому их необходимо предварительно подготовить для отправки.

Подготовка заключается в поочередном извлечении мидий из воды и погружении их вновь в воду. Чистых мидий выдерживают на воздухе в течение часа, затем их погружают в воду на 1-2 часа. Эту процедуру повторяют трижды, в результате чего мидии «обучаются» не выпускать воду.

В соответствии с требованиями Минздрава Украины пол и стены очистительных бассейнов должны иметь водонепроницаемую поверхность, которая легко моется и чистится. Для изготовления бассейнов должны использоваться нетоксичные материалы, которые также являются устойчивыми к коррозии.

Конструкция бассейнов должна:

- обеспечивать равномерное протекание воды сквозь контейнеры с моллюсками;

- предупреждать возникновение застойных зон и связанную с ними возможность вторичного загрязнения моллюсков.

Необходимый уровень циркуляции воды в бассейнах достигается при соотношении их длины и ширины от 1:10 до 1:4. При значительной длине бассейнов их устанавливают с наклоном до 2% для стока воды.

Район водозабора морской воды, которую используют для очистки моллюсков, не должен загрязняться промышленными или хозяйственно-бытовыми сточными водами. Морская вода после обеззараживания должна соответствовать требованиям ГОСТ 2874.

*Требования к режиму отсадки (выдерживания в чистой воде) живых двустворчатых моллюсков.*

На выдерживание не допускаются моллюски с надломанными створками, с оголением мантии, трещинами. Моллюски перед размещением в бассейне должны быть тщательно вымыты струей воды из шланга и расположены на решетчатом втором дне, поднятом на 15-20 см от дна бассейна или в специальных контейнерах. Толщина слоя моллюсков на втором дне или на полках контейнеров должна быть не более 15 см. При выдерживании мидий в многоярусных контейнерах толщина слоя воды над моллюсками должна быть не менее 15 см между секциями (этажами) и не менее 30 см над верхним слоем моллюсков.

Перед началом процесса очистки моллюсков систему тщательно промывают.

Расстояние между водозабором морской воды и стоком должно быть достаточной, чтобы избежать загрязнения.

В европейских нормах указывается, что плотность размещения моллюсков в бассейне не должна превышать 50 кг/м<sup>2</sup>. Стенки и дно бассейнов покрыты водонепроницаемым, твёрдым и гладким материалом.

Размеры бассейна в проекте приняты из соображения возможности очистки и хранения в воде двухдневного запаса моллюсков (1100 кг). Необходимо разъяснить, что проектная производительность фермы 200 т моллюсков в год, что составляет в день 550 кг. Очистка загрязнённых моллюсков будет продолжаться максимум 2 суток. Площадь бассейна должна быть не менее: 1100 кг: 50 кг/м<sup>2</sup> = 22 м<sup>2</sup>. Принимаем площадь бассейна равную 25 м<sup>2</sup> (длина - 10м, ширина - 2,5м). Перед бассейном устанавливается УФ-стерилизатор. Моллюски, предназначенные для очистки, засыпаются в контейнеры (например, овощные пластиковые ящики) и вручную размещаются в бассейне.

Следует отметить, что итальянские и французские мидийные и устричные марихозяйства обычно не оснащены станциями очистки моллюсков (ввиду их дороговизны). В случае необходимости, загрязнённых моллюсков сдают на очистку по цене 0,5 долларов за кг моллюсков.

### *3) Промывочный бассейн.*

Данный бассейн используется для очистки струёй воды наружных поверхностей моллюсков от ила и обрастателей. Он представляет собой бетонную площадку размером 3х3 м, огороженную бетонной стенкой высотой в 1 м. Доставленные моллюски засыпаются в бассейн; один работник струёй морской воды моет моллюсков, а другой - переворачивает их совковой лопатой, подавая под струю грязных моллюсков. Загрязнённая вода уходит через слив.

### *4) Рабочий стол.*

На столе производится ручная сортировка устриц; разъединение сросшихся устриц (детрокаж); доочистка устриц, предназначенных для реализации, а также набивка рукавов мидиями. Длина стола 4 - 6 м, высота - 1 м. По периметру стол окружён бортиком высотой 6 см (рис. 113).

5) *Сортировальный стол* для сортировки мидий (правая сторона цеха). Длина 2 м, высота 0,9 м. (см. рис. 69).

6) *Упаковочный стол*. Развеска и упаковка мидий и устриц.

7) *Холодильная камера*, обеспечивающая хранение моллюсков при температуре +5, +10°C. Объем камеры зависит от характера поставок. Есть клиенты, заинтересованные в ежедневных поставках в определённом объёме. Для выполнения таких требований нужно создать 3-4-х дневный запас моллюсков.

План размещения оборудования на втором этаже приведен на рисунке 114.



Рис. 114. План 2-го этажа здания береговой базы.

В здании базы размещаются: бытовка; склад для хранения материалов и оборудования для выращивания; мастерская; туалет. Бытовка рассчитана для обслуживания 8-10 человек и состоит из двух помещений: 1) помещение для переодевания (прихожей) со шкафами, размер помещения 2 x 5,5 м и 2) комнаты для отдыха (приёма пищи), 3,5 x 7 м. Шкафы в прихожей расположены вдоль стен; напротив шкафов установлены табуретки (или лавки). В комнате отдыха находится столовый стол длиной 3 м; подсобный стол с микроволновой печью и электрочайником, а также 10 стульев.

Необходим также склад, например размером 7,5 x 12 м. Это основной склад, который предназначен для хранения основных элементов морской фермы: буёв, канатов, садков, коллекторов и т.д. Предусмотрена организация мастерской площадью 35-45 м<sup>2</sup>.

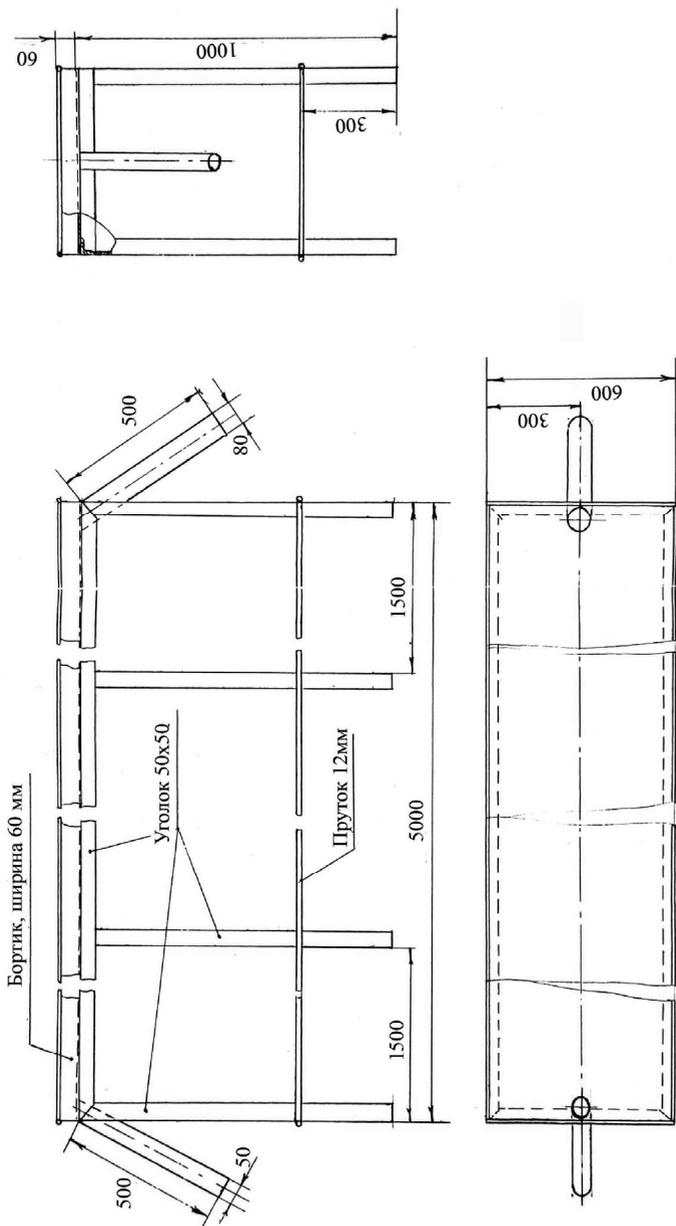


Рис. 113. Рабочий стол для обработки мидий и устриц и заполнения рукавов мидиями.

В мастерской изготавливают и производят ремонт технических средств выращивания.

Мастерская оснащена слесарным верстаком, сверлильным станком, рабочим столом и стеллажами для инструментов и материалов. Туалет с умывальником, площадью 4 м<sup>2</sup>.

В данном примере предполагается, что на предприятии будут проводиться, совместно с научными работниками, исследования по некоторым вопросам марикультуры, поэтому в структуру береговой базы входит и помещение для лаборатории (рис. 115). Таким образом, на этом этаже размещаются: офис, лаборатория, склад.

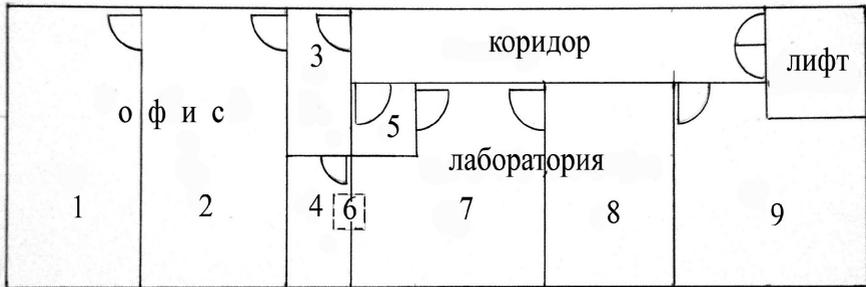


Рис. 115. План 3-го этажа: 1 - кабинет директора; 2 - делопроизводство; 3 - прихожая; 4 - подсобная; 5 - прихожая лаборатории; 6 - умывальник; 7 - помещение для влажных работ; 8 - приборная; 9 - склад.

### Офис.

Офис разделён на четыре помещения: 1) кабинет директора, 4 x 7,5 м; 2) помещение для делопроизводства и бухгалтерского учёта, 4,5 x 7,5 м; 3) прихожая, 2 x 4 м; 4) подсобное помещение (приготовление чая, кофе) с умывальником, 2 x 3,5 м.

### Лаборатория.

В лаборатории предусматривается выполнение следующих работ:

1. Определение индекса кондиции моллюсков в течение года и выбор сроков реализации мидий и устриц.

2. Изучение состояния мидий и устриц:

- выявление случаев поражения раковин устриц микрогрибом *Ostracoblabe implexa*;

- рост и выживаемость мидий и устриц по сезонам;
- изучение репродуктивного цикла моллюсков;
- оценка степени поражения раковин моллюсков организмами – перфораторами (губкой клиной, молодью моллюска рапаны и полихетой полидорой).

### 3. Изучение кормовой базы моллюсков:

- определение качественного и количественного состава фитопланктона;
- мониторинг токсичных видов фитопланктона.

### 4. Определение оптимальных условий сбора спата мидий:

- выявление сроков массового оседания личинок мидий на коллекторы;
- выявление оптимальных глубин размещения коллекторов;
- определение оптимальных типов (материал и конструкция) коллекторов.

### 5. Оценка влияния хищничества на величину урожая.

6. Изучение роли морской фермы как искусственного пелагического рифа.

7. Проведение экспериментальных исследований (опыты над гидробионтами в проточной воде будут проводиться на первом этаже).

Лаборатория состоит из трёх помещений: 1) прихожей размером, 2 х 2 м; 2) помещения для проведения влажных работ (обследование коллекторов, садков, экспериментальных субстратов, вскрытие моллюсков и т.д.), размером 6 х 5,5 м; 3) приборной (помещение, в котором используются приборы, включая ПК) размером, 5,5 х 4 м. В лабораторных помещениях устанавливается следующее оборудование:

- в прихожей: шкаф для переодевания (2 х 0,6 м);
- во влажном помещении: стол рабочий (из некоррозионных материалов); стол лабораторный; шкаф для химпосуды; шкаф для лабораторных материалов; раковина-мойка с краном; аквариум для содержания морских животных;
- в приборной: стол письменный – 2 шт; шкаф лабораторный, стеллаж для документов; книжный шкаф; компьютер; бинокляр (микроскоп); весы.

4) Складское помещение, 5,5 х 6 м. В складе хранятся канцелярские материалы, приборы и запчасти, посуда, продукты питания и т.д.

Типовое сборное здание береговой базы во Франции стоит 62000 € (630 000 грн.). Сооружение модульных утеплённых зданий в Украине обходится 1040 грн/м<sup>2</sup> (данные из Интернет).

Сооружение модульного быстросборного здания базы стоит 1040 грн/м<sup>2</sup> х 240 м<sup>2</sup> = 249 600 грн.

*Бассейн для складирования живых мидий перед отправкой.*

Бассейн предназначен для следующих целей:

- организация запаса живых мидий, подготовленных к отправке;
- выдержка мидий после стресса (от их обработки) в воде, что позволит им лучше перенести транспортировку;
- очистка загрязнённых мидий и устриц.

Рассматриваются два варианта: 1) запас мидий на 3 дня;

2) запас мидий на 4 дня.

*1) Запас на 3 дня.*

Запас должен обеспечить бесперебойные поставки моллюсков даже в штормовую погоду, которая нередко наблюдается в период с ноября по март. Если ежедневная поставка составляет, допустим, 1 тонну, то трёхдневный запас составит 3 т. При условии, что плотность размещения моллюсков не должна превышать 50 кг на м<sup>2</sup>, найдём, что минимальная площадь бассейна должна быть: 3000:50=60 м<sup>2</sup>. Соотношение ширины и длины бассейна должно находиться в пределах 1:10 и 1:4. То есть конфигурация бассейна должна находиться в пределах: от 2,5х24 до 4х15 м.

Таким образом, длина бассейна должна находиться в пределах от 15 до 24 м.

*2) Запас на 4 дня.*

Планируемый запас: 4000 кг, соответственно площадь бассейна: 4000:50=80 м<sup>2</sup>. Конфигурация бассейна должна находиться в пределах: 3х27 и 4,5х18 м. То есть длина бассейна от 18 до 27 м.

Моллюски будут размещаться в пластмассовых контейнерах, которые можно заменить овощными пластиковыми ящиками из расчёта 4 ящика на квадратный метр. В каждом ящике помещено по

12-13 кг моллюсков. Для запаса на 3 дня потребуется  $60 \times 4 = 240$  ящиков, а на 4 дня – 320 ящиков.

#### *Запас устриц.*

Устрицы хорошо хранятся вне воды, то есть на воздухе при высокой влажности. Для длительного хранения необходимо прохладное помещение с температурой воздуха в пределах 1-10°C. Оптимальной температурой считается +4°C; не рекомендуется понижать температуру ниже +1°C и повышать выше +14°C. При хранении поверхность раковин устриц не должна пересыхать. Устриц нужно укладывать нижней (выпуклой) створкой вниз – в таком положении они меньше выпускают воды. Но лучше устриц плотно рассадить по ящикам (с отверстиями для вентиляции) до верха; затем покрыть сверху влажным полотенцем и прижать устриц грузом, предотвращающим их открытие. В таких условиях срок хранения полностью подготовленных (отмытых) устриц составляет 10 дней. Однако этот срок может быть значительно увеличен, если хранить устриц, не подвергавшихся механической чистке, которая стрессует моллюсков. Например, один из авторов настоящей книги посетил в 1990 году крупное устричное предприятие восточного побережья США “Frank M. Flower & Sons Inc.”, расположенное в городе Bayville N.Y. Данное предприятие хранит и экспортирует совершенно не чищенных устриц, при этом, в зависимости от условий хранения, срок их хранения составляет 15-21 день.

В тот же время, в исследовательском центре университета штата Мэн (Ira C. Darling Center, University of Maine, Walpole, MD 04573), проводились эксперименты по хранению запаса устриц в течение пяти зимних месяцев в специальном погребе при температуре близкой к 0°C. Устриц изолировали друг от друга с помощью соломы. Устрицы оставались живыми, однако мы не располагаем данными относительно изменения биохимического состава мяса устриц при их столь длительном хранении без воды и корма. Возможно, что при 0°C жизненные процессы настолько затормаживаются, что устрицы остаются качественными даже через месяцы хранения. Но это предположение должно быть проверено на практике. Большое значение для безопасности потребителя устрицы имеет качественный и количественный состав микрофлоры устриц. В специальной литературе (Службы ветеринарного контроля, Франция)

имеются рекомендации потреблять устриц в срок, не превышающий 7 сут. после их извлечения из моря.

Мы считаем, что вся приведенная информация должна приниматься во внимание при разработке способа хранения собственного запаса устриц.

В здании (ангаре) с бассейнами будут находиться следующие участки (кроме раздевалки, умывальника и туалета):

- промывки моллюсков;
- сортировки моллюсков;
- хранения отходов в герметически закрываемых контейнерах;
- хранения тары и упаковки;
- хранения готовой продукции (в закрытом виде);
- хранения различных материалов (верёвки, моющие средства, горючее и т.д.).

Пол должен иметь наклон и отверстие для стока загрязнённой воды.

Упаковка моллюсков описана в разделе, освещающем вопросы переработки и потребления мидий и устриц. Здесь же отметим весьма существенный момент, связанный с поставками мидий. Известно, что мидии во время их хранения на воздухе, а также перевозок, частично выпускают воду, отчего становятся легче. Поэтому во Франции есть нормы на увеличение веса отправляемых мидий, иначе получатель получит по весу количество мидий меньше заказанного и оплаченного. Каждый фермер этот вопрос, во избежание недоразумений, должен обговорить с покупателем заранее.

#### *Оборудование для обработки мидий и устриц.*

На крупных предприятиях обработку моллюсков механизуют. Оборудование для разбивки мидийных друз, промывки мидий, их сортировке и набивке рукавов некрупными мидиями выпускают предприятия стран Европейского Союза, например, Франции, Италии, Испании, Голландии и др. Выпускаются также специальные транспортёры для подъёма из воды тяжёлых коллекторов и рукавов на палубу судна и оборудование для глубокой переработки моллюсков.

Поиск нужного оборудования и материалов можно провести в Интернете, вводя ключевые слова:

<b>Русские</b>	<b>Английские</b>	<b>Французские</b>
Аквакультура, марикультура	aquaculture, mariculture	aquaculture, mariculture
Мидия	mussel	moule
Устрица	oyster	huitre
Оборудование для конхиокультуры	Shellfish farming equipment	Materiel conchylicole
Сортировочная машина	Grading machine	Machine de tri
Конхиокультура	Shellfish culture	Conchyliculture
Машина для разбивки друз, промывки и сортировки мидий	Machine for declumping, Washing and selecting mussels.	Machine a degrapper, laver et trier des moules
Машина для удаления биссуса мидий	Debyssing machine for mussel	Debyssuesseuse pour coquillage
Мывочная машина для мидий	Mussels washer	Laveuse a moules
Буи из полиэтилена высокого давления для мидийных ферм	HD polyethylene floats for mussel farms	Bouees flottantes en polyethylene pour l'elevege des coquillages
Судовое оборудование для подъёма урожая моллюсков, выращенных на фермах в открытом море	Boat equipment for harvesting mussels farmed in long-line	Equipement des bateaux pour la recolte des coquillages eleves en long-line
Сетной рукав	Sleeve bag	Filet tubulaire
Деревянная тара для устриц	Wooden oyster boxes	Caissettes en bois pour huitres
Оборудование для очистки и содержания моллюсков	Depuration and maintaining plants for shellfish	Materiel pour depuration et maintien des coquillages

Фирмы, предлагающие широкий спектр оборудования для конхиокультуры:

1. MULOT S.A.S. <http://www.mulot.fr/index-uk.php>  
Франция.
2. BYS Франция <http://www.bys.fr/node/90>

3. Luciano Cocci Италия <http://www.cocci.it>

Качественные и сравнительно недорогие рукава для выращивания мидий, а также устричные садки выпускает испанская фирма INTERMAS S.A., Website: <http://www.intermas.com>

Хорошие и недорогие буи из полиэтилена высокого давления для мидийных и устричных ферм изготавливает итальянская фирма TEAM MARE, E-mail: [info@teammare.it](mailto:info@teammare.it)

Удобные для подвесной культуры устричные садки типа OSTRIGA выпускает итальянская фирма Acqua & Co, E-mail: [info@acquaeco.com](mailto:info@acquaeco.com)

Оборудование для бассейнов отсадки моллюсков выпускают многочисленные европейские фирмы. Приводим сайт «первого в Европе» и «мирового лидера» в данной области, итальянской фирмы “ADRIATIC SEA. AQUARIUM & EQUIPEMENT”:  
<http://www.adriasea.com/inglese/default.htm> E-mail: [adriasea@adriasea.com](mailto:adriasea@adriasea.com)

Разнообразное оборудование для конхиокультуры предлагает фирма BYS, сайт: <http://www.bys.fr>.

Суда для работы на мидийно-устричных фермах в открытом море выпускает французская фирма CHANTIER GAMELIN Website: <http://www.chantiers-gamelin.fr/index.php?L=pecheetmer>

Перечисленные фирмы – это малая часть европейских предприятий, выпускающих оборудование для мидиеводства и устрицеводства.

Следует отметить также, что в советское время в ЮгНИРО были разработаны машины по промывке и сортировке мидий, а также по набивке рукавов. Эти машины хорошо себя зарекомендовали в период работы на базе Карадагской станции ИнБЮМ. Аналогичное оборудование, но для судового варианта, было разработано в Севастополе и эксплуатировалось «Мариэкопромом» (затем переименованном в «Шельф»).

При промывке мидий вручную используют сетные мешки размером примерно 0,6 x 1,2 м. Ко дну мешка и к его горловине привязаны верёвки. Мидий засыпают в такой мешок, затягивают горловину и опускают его в море. Затем попеременно тянут то за один конец, то за другой, в результате чего мидии, пересыпаясь,

трутся друг о друга и о стенки мешка и, таким образом, очищаются и отмываются в морской воде.

В процессе обработки мидии, даже с неповреждёнными створками, пребывают в состоянии стресса и, поэтому на воздухе, могут выпускать межстворчатую жидкость. Во избежание этого, отмывших мидий необходимо выдержать в чистой воде в течение 1-2 часов. Тем не менее, в процессе хранения и перевозки некоторые мидии частично выпустят воду, поэтому вес партии мидий, поступивших к получателю, уменьшится, поэтому начальный вес отправляемых мидий должен быть больше, указанного в заказе.

Количество жидкости, теряемой мидиями на воздухе, зависит от их физиологического состояния, а также от температуры хранения, стрессированности моллюсков, подготовки их к хранению на воздухе, продолжительности хранения или транспортировки и т.д. Необходимо опытным путём определить величину потерь с выделяемой жидкостью в зависимости от перечисленных факторов.

## Глава 6

# САНИТАРНЫЙ КОНТРОЛЬ МЕСТ ВЫРАЩИВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ МОЛЛЮСКОВ

Весь цикл выращивания мидий и устриц выполняется под строгим санитарно-бактериологическим контролем. Категорически запрещена реализация моллюсков, не прошедших аттестацию санитарными органами, так как не проверенные моллюски могут представлять серьёзную угрозу здоровью потребителей. В отличие от других морских организмов, выращиваемые моллюски требуют особого внимания со стороны санитарно-бактериологического контроля. Для обеспечения себя кормом и кислородом моллюски, отфильтровывая большие объёмы воды, способны накапливать болезнетворных бактерий и токсичный фитопланктон (ядовитые одноклеточные водоросли), а также тяжёлые металлы, пестициды и другие токсичные соединения, сорбирующиеся на микроводорослях. Поэтому санитарно-бактериологический контроль (СБК) двустворчатых моллюсков проводится более тщательно, чем СБК рыб, креветок, омаров и т.д., загрязняющихся, главным образом, только химическими соединениями. Следует также учитывать, что моллюсков употребляют и в живом виде, то есть, не подвергая термообработке (устриц, иногда мидий), что увеличивает риск отравления потребителей.

Загрязнённые моллюски нередко гибнут сами, нанося экономический урон хозяйству, но, что ещё хуже, они способны вызывать тяжёлые заболевания у потребителей (гепатит, паралич и т.д., а иногда даже и смерть). Учитывая многообразное негативное влияние современной цивилизации на морскую среду, фермер должен отнестись со всей серьёзностью к выбору мест для выращивания и обработки моллюсков и к необходимости тщательного контроля санитарного состояния продукции.

СБК проводится на всех звеньях производственно-технологической цепи: в местах выращивания, отсадки (очистки, либо выдерживания в воде перед реализацией), а также хранения, транспорта и реализации моллюсков. Организация и проведение работ на перечисленных этапах должны соответствовать требованиям «Государственных санитарных правил и норм»

Минздрава Украины. Уже отмечалось, что моллюски концентрируют и накапливают микроорганизмы, органические и минеральные загрязнители, биотоксины, производимые токсичным фитопланктоном. Соответственно должен выполняться контроль по каждому из перечисленных компонентов загрязнения.

В нашей стране устрицеводство практикуется только одной фирмой, а мидиеводство представлено редкими небольшими полужэкспериментальными хозяйствами. В других странах Черноморского бассейна, за исключением Турции, наблюдается аналогичная ситуация. Поэтому в настоящее время на Чёрном море нет разветвлённой сети станций СБК, аналогичной национальным сетям стран ЕС. Но по мере развития мидиеводства и устрицеводства будет создаваться и совершенствоваться украинская национальная сеть СБК, подобная, в основных чертах, сетям стран ЕС. Также и при возможном экспорте моллюсков в Европу, фермеру потребуется знать и соблюдать европейские требования. Поэтому здесь мы приводим основную информацию об организации и функционировании европейской системы СБК.

*Санитарный контроль акватории черноморской фермы.*

В настоящее время в нашей стране организатор морского хозяйства имеет право выбора санитарного контролирующего органа: СЭС Минздрава Украины, или Лаборатория ветеринарной медицины Министерства аграрной политики Украины. В случае второго варианта требуется аттестовать своё уже организованное морское хозяйство (ферму и береговую базу) местной Лабораторией ветеринарной медицины, что может быть выполнено сравнительно быстро. Но согласование акватории морской фермы в СЭС может потребовать много времени. Неофициально эту процедуру называют «получение экологического паспорта». Для получения согласования фермер заключает договор с СЭС о проведении СБК воды и моллюсков в процессе их роста. Представитель СЭС регулярно (2 раза в месяц) отбирает пробы для анализов и, если анализы в течение **неопределённого** «Санитарными правилами» периода времени устойчиво дают хорошие результаты, тогда СЭС согласовывает данную акваторию. В противном случае фермер теряет право на выращивание моллюсков, а соответственно и «Режим», затраченные деньги, труд, время. Для того, чтобы избежать

такого крайне нежелательного исхода, нужно внимательно отнестись к выбору акватории. Прежде всего, необходимо убедиться, что выход канализационных стоков (промышленных, хозяйственно-бытовых, ливневых) находится на расстоянии от фермы более чем 1 км. Нужно также выполнить анализ моллюсков на содержание тяжёлых металлов и на бактериальное загрязнение. Такой предварительный СБК потребует выполнить несколько раз в разные сезоны года, после чего можно будет принимать окончательное решение о пригодности данной акватории для выращивания моллюсков. Эту сложную ситуацию можно упростить: для этого нужно собрать моллюсков (мидий) на предполагаемой акватории и сдать их на определение бактериальной обсеменённости и содержание тяжёлых металлов. Если результаты анализов будут удовлетворительными, можно будет оформлять необходимые документы (см. заключительную главу) и заключать договор с СЭС на проведение СБК воды и моллюсков.

В Европе создание нового хозяйства планируется в заведомо пригодной для выращивания зоне, поэтому начинающий фермер не рискует развалить своё дело в самом начале деятельности. В странах ЕС, начиная с 1991 года, прибрежные воды классифицированы по степени пригодности для марикультуры на четыре зоны А, В, С и D. В наших прибрежных водах пока подобная классификация не проводилась. Итак, полностью непригодной считается зона D, поэтому там никто не будет устанавливать фермы. Конечно, в Украине процедура согласования была бы значительно упрощена, если бы прибрежные районы, в которых административные органы допускают организацию марихозяйств, прошли бы предварительную классификацию в зависимости от их санитарного состояния. Выделение пригодных зон необходимо и для оценки продуктивных возможностей марикультуры страны и перспектив развития мидиеводства и устрицеводства.

Во Франции правила такой классификации были введены в 1995 г; они заменили национальные нормы, существовавшие с 1939 г. Зоны выращивания определены чёткими географическими границами. При их выделении учитывают следующие параметры:

- гидрологический режим; гомогенность вод;

- условия доступности и возможность выделения (отграничения) зоны.

С учётом этих двух пунктов выделяют:

А) зоны выращивания в открытом море, где невозможно управлять качеством воды;

В) другие зоны выращивания, например, клеры, которые снабжены регулируемой системой подачи воды.

С точки зрения загрязнённости, европейские правила классифицируют воды по результатам микробиологических двухлетних анализов диких, либо культивируемых моллюсков, (но не воды!). В разрешённых для выращивания зонах не должно быть химических загрязнителей и особенно важно, чтобы концентрации тяжёлых металлов не превосходили ПДК (предельно допустимые концентрации) для мяса и межстворчатой жидкости мидий (на кг сырого веса): ртуть – 0,5 мг; кадмий – 2 мг; свинец – 2 мг.

По степени пригодности для выращивания моллюсков в ЕС выделяют на основе коли-титра, то есть обсеменённостью кишечной палочкой, следующие зоны:

Зона А – самая чистая. Менее 300 фекальных колиформ или 230 *E. coli* на 100 г мяса и межстворчатой жидкости, при условии, что ни в каком образце подсчёт не превысит 1000. Очистка (отсадка) моллюсков перед реализацией не требуется.

Зона В – слабозагрязнённая. Менее 6000 фекальных колиформ или 4000 *E. coli* на 100 г, при условии, что ни в каком образце не будет превышения 60000 фекальных колиформ, или 46000 *E. coli*. Моллюски, выращенные в этой зоне, перед реализацией требуют «лёгкой» очистки в бассейне.

Зона С – умеренно загрязнённая. Менее 60000 фекальных колиформ или 46000 *E. coli*. Требуется интенсивная очистка в бассейне.

Зона D – все остальные воды, которые нельзя отнести к первым трём зонам, относятся к этой зоне. Моллюски не подлежат очистке и реализации, то есть зона запрещена для выращивания и сбора диких моллюсков.

В каждой из четырёх зон периодически проводят СБК и, в зависимости от показателей СБК, класс зоны может со временем измениться. Важно отметить, что пробы для анализов берут в зоне, а

не на акватории конкретного хозяйства. Поэтому полученные результаты СБК имеют отношение ко всем хозяйствам зоны, а европейский фермер, в отличие от украинского фермера, не контактирует непосредственно с контролирующим органом. К сожалению, украинский морской фермер непосредственно связан с СЭС и в период выращивания, и в моменты реализации моллюсков, что существенно осложняет его работу.

Согласно украинским нормам, морская вода в зоне выращивания по бактериальным показателям должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 39.

Таблица 39. Рекомендованные микробиологические нормативы для **морской воды** в районах выращивания двустворчатых моллюсков

Название показателя	Допустимое кол-во клеток	Периодичность контроля
Бактерии группы кишечных палочек в 1 дм <sup>3</sup> . Не более	2,5 x 10 <sup>4</sup>	Два раза в месяц микробиологом марихозяйства
Фекальные кишечные палочки в 1 дм <sup>3</sup> . Не более	1 x 10 <sup>3</sup>	---- // ---
Патогенные микроорганизмы в т.ч. сальмонеллы, в дм <sup>3</sup> .	Не допускаются	---- // ----
Патогенные галофильные вибрионы	То же самое	Проводит СЭС при эпид. неблагополуч.
Энтеровирусы, в т.ч. антиген вируса гепатита А в 10 дм <sup>3</sup> .	То же самое	Проводит СЭС при эпид. неблагополуч.

Концентрация тяжёлых металлов и других химических загрязнителей **в воде** не должна превышать ПДК для воды (мкг/л): ртуть – 0,1; свинец – 10,0; кадмий – 10,0; хром: - 1,0; медь – 5,0; никель – 10,0; нефтеуглеводороды (НУ) – 50; хлорорганические соединения (ХОС) - 0.

Требования к мясу моллюсков в период выращивания содержатся в таблице 40. Санитарные требования ужесточаются в период сбора урожая и его реализации (табл. 41).

Таблица 40. Микробиологические показатели двустворчатых моллюсков в период выращивания

Название показателя	Норма
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КУО в 1 г, не более	$1 \times 10^5$
Бактерии группы кишечных палочек в 0,001 г	Не допускаются
Наиболее вероятное число бактерий группы кишечных палочек в 1 г, не более	100
Споры мезофильных анаэробных микроорганизмов в 0,01 г	Не допускаются
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы в 25 г	-//-
Патогенные мезофильные вибрионы в 25 г	-//-
Патогенные галофильные вибрионы в 25 г	-//-

Как уже говорилось, контролируется не только уровень микробиологического загрязнения. Опасным для здоровья человека является загрязнение морепродуктов тяжёлыми металлами. Прежде всего, необходимо, чтобы содержание в мясе токсических веществ (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть) не превышало нормативы, утвержденные Министерством охраны здоровья. Концентрация тяжёлых металлов и мышьяка в мясе мидий не должна превышать ПДК (мг/г сырого мяса): ртуть – 0,2; кадмий – 2,0; свинец – 10,0; медь – 30,0; мышьяк – 2,0.

Токсические соединения (биотоксины) продуцируют некоторые виды одноклеточных водорослей. Загрязнение моллюсков биотоксинами – серьёзная проблема, периодически возникающая перед фермерами Европы и Северной Америки, Австралии и других районов Мирового океана. Однако на Украине контроль содержания

биотоксинов в моллюсках пока не осуществляется (подробнее см. далее).

Таблица 41. Микробиологические показатели живых двустворчатых моллюсков в период сбора урожая и реализации моллюсков

Название показателя	Норма	
	Для консервного производства	Для кулинарного производства
Количество мезофильных аэробных и факультативно - анаэробных микроорганизмов КУО в 1 г, не более	$1 \times 10^5$	$5 \times 10^4$
Бактерии группы кишечных палочек в 0,1 г	-	Не допускаются
Наиболее вероятное число бактерий кишечных палочек в 1 г, не более	-	50
Споры мезофильных анаэробных микроорганизмов в 0,1 г	Не допускаются	Не допускаются
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы в 25 г	- //-	-//-
Патогенные галофильные вибрионы в 25 г при эпидемиологических неблагоприятных условиях	-//-	-//-

В процессе развития черноморской марикультуры будет развиваться и СБК. Для становления СБК в Украине очевидно можно было бы использовать зарубежный опыт. Например, во Франции организация и функционирование сети СБК была возложена на Французский исследовательский институт эксплуатации моря (IFREMER) – самый крупный морской институт в Европейском Союзе, насчитывающий 1300 специалистов, работающих в 5

исследовательских центрах и на 23 станциях. Этот институт осуществляет наблюдения за морскими ресурсами, охрану прибрежной экосистемы и контроль качества морской воды. Европейский СБК исследует три типа загрязнения: химическое, микробиологическое и загрязнение, создаваемое токсичными одноклеточными водорослями (биотоксины), поэтому организованы в масштабах страны три сети контроля:

- Национальная сеть наблюдений, именуемая RNO (Reseau National d'Observation), которая отслеживает химическое загрязнение моря;
- Микробиологическая сеть REMI (Reseau Microbiologique) – контролирует микробиологическое загрязнение.
- Фитопланктонная сеть REPHY (Reseau Phytoplantonique) – следит за качественным и количественным составом фитопланктона, особенно за токсичным фитопланктоном. Измеряет уровень биотоксинов в моллюсках.

Конечно, во Франции СБК функционировал и до создания Национальной сети, однако со временем повысились требования к нему, возникли также и новые задачи. Выяснилось, например, что необходимо определить чёткие цели СБК, так как накопление дорогостоящих данных приводит к тому, что их трудно использовать для конкретных целей контроля (охрана среды, охрана здоровья, мониторинг параметров среды и т.д.). Национальная сеть наблюдений организована в 1974 г. Министерством окружающей среды Франции, которое и финансирует её работу, выполняемую IFREMER (химические анализы воды, гидробионтов и донных осадков). В воде измеряют общие показатели воды: температуру, солёность, биогены, то есть соли азота, кремния и фосфора; хлорофилл, феопигменты, что необходимо для выявления тенденций в многолетних изменениях экосистемы. Мониторинг проводят в постоянных точках атлантического и средиземноморского побережья. Наличие поллютантов (Hg, Cd, Pb, Zn, Cu, полихлорбифенилы, полиароматические углеводороды, ДДТ и др.) измеряют только в гидробионтах (мидии, устрицы) четыре раза в год на 43 постоянных станциях. Общее число точек отбора проб равно 95. При этом данные СБК не теряются: после статобработки их вводят в электронную базу данных и, таким образом, они становятся

доступными для внешних партнёров. Данные публикуются в виде региональных и национальных отчётов.

Уточним, что загрязняющие вещества или поллютанты (минеральные или органические) могут находиться в растворённом, либо взвешенном состоянии, а иногда в виде эмульсий. Поллютанты характеризуются токсичностью, стойкостью к разрушению. Вещество считается токсичным, если, попадая в воду, оно вызывает гибель организмов. Токсическое действие вещества зависит от его количества или концентрации в воде. Количество вещества, вызывающего гибель 50% численности популяции называется 50-ти процентной летальной дозой. Эта величина зависит от продолжительности эксперимента и испытуемых организмов, и чем она ниже – тем выше токсичность данного вещества. Обычно она измеряется в течение 2-4 дней, следовательно, является показателем острой токсичности.

Но имеется обширный класс загрязняющих отравляющих веществ, которые не являются остро токсичными. Например, соли тяжёлых металлов (ртуть, свинец, медь, цинк, кадмий), а также синтетические органические вещества (ДДТ и другие) не разрушаются в воде в течение нескольких лет. Они могут сорбироваться на поверхности микроводорослей, затем концентрироваться в поедающих их моллюсках и ещё в большей степени концентрироваться в потребителях моллюсков (рыба, человек). Причём, содержание этих веществ в тканях конечных потребителей (например, в жировой ткани, нервных клетках и т.д.) может в сотни тысяч раз превышать их концентрации в морской воде. В таких случаях накопленные вещества действуют разрушающе на организм.

Можно с высокой долей уверенности утверждать, что в будущем, в нашей стране, система СБК принципиально не будет отличаться от европейской. Поэтому, обсуждая современную структуру СБК стран ЕС, мы заглядываем в наше собственное будущее. Рассмотрим основные компоненты системы СБК.

#### *Микробиологическая сеть.*

Эта система, в современном виде, была внедрена в 1989 г. для осуществления контроля бактериального загрязнения моллюсков прибрежной зоны. Кроме предотвращения вреда здоровью человека,

в задачи сети входит и слежение за уровнем загрязнения и тенденциями изменения этого уровня. Сеть состоит из двух подразделений:

1. Сеть наблюдений (измерение уровней загрязнений и выявление тенденций изменений этих уровней);

2. Сеть интервенций (включение мероприятий, направленных на охрану здоровья потребителей морепродуктов).

На всём побережье Франции были выделены 345 точек для взятия проб, относящихся к 53 зонам, в которых выращивают моллюсков. В случаях ухудшения санитарного состояния, возможно подключение ещё 278 точек. Количество точек и их расположение обеспечивают выявление источников загрязнения и получение оценки влияния источников загрязнения на выращиваемых моллюсков, прежде всего устриц и мидий.

Функционирование сети заключается в ежемесячном отборе проб моллюсков на микробиологический анализ. Из моллюсков выделяют мясо и межстворчатую жидкость, которые смешивают, а затем подвергают микробиологическому анализу. Определяют количество кишечных палочек (или *Escherichia coli*, которая составляет 15% от общего количества фекальных колиформ). Эти бактерии являются обычными в кишечной микрофлоре человека, поэтому их используют в качестве индикаторов загрязнения воды хозяйственно-бытовыми стоками. В случае возросшего риска, пробы отбирают 1-2 раза в неделю и, кроме колиформ, определяют наличие сальмонелл. Сеть работает с повышенной интенсивностью в период дождей, бурь, сельхозработ, туристического сезона, при получении тревожной информации от ветеринарной службы.

#### *Фитопланктонная сеть.*

В течение многих веков население побережья Франции употребляло моллюсков в пищу, что иногда из-за несоблюдения санитарных или гигиенических условий хранения или перевозки моллюсков приводило к отравлениям. Непосредственной причиной отравления обычно было бактериальное загрязнение. Однако в конце XX века отравление людей стало вызывать массовое развитие одноклеточных водорослей, продуцирующих токсичные вещества – биотоксины.

По причине многочисленных отравлений, произошедших летом 1983 г., власти организовали сеть контроля над распространением токсичного фитопланктона: динофизиса (*Dinophysis*), водоросли, производящей токсин DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning), александриума (*Alexandrium*), продуцирующего токсин PSP (Paralytic Shellfish Poisoning), а также за другими опасными водорослями. В задачи РЕФУ входит:

- сбор данных по фитопланктону в прибрежной зоне, в том числе по цветению вод;
- охрана здоровья человека (слежение за токсичным фитопланктоном и уровнем биотоксинов в моллюсках);
- охрана выращиваемых моллюсков путём обнаружения одноклеточных водорослей, провоцирующих болезни моллюсков.

В прибрежной полосе для взятия проб воды выделены 110 точек, из которых 37 работают постоянно, а 73 – по необходимости. В режиме работы сети выделяют два периода: с сентября по апрель, когда ежемесячно в основных точках отбирают по две пробы воды (по результатам анализов составляют полный список планктонных водорослей) и с мая по август, когда пробы отбирают еженедельно (раз в две недели составляют полный список фитопланктона и список токсичных водорослей).

Если количество токсичных для человека водорослей достигает опасных концентраций, тогда сеть переходит в режим тревоги. В этом случае забор воды осуществляют в 110 точках и, кроме воды, анализируют моллюсков на содержание биотоксинов. Причём воду берут с поверхности и глубины батометром.

Токсичными являются виды: *Dinophysis acuminata*, *Alexandrium minutum*. Размеры динофизиса 40-55 мкм. Представители рода *Dinophysis* широко распространены в морях у побережья Германии, Дании, Испании, Италии, Норвегии, Швеции, Нидерландов, Португалии; Индии, Таиланда, Чили, США. Эта водоросль в небольших концентрациях встречается и в Чёрном море. Токсичными также считаются *D. acuta*, *D. norvegica*, *D. sacculus*.

*A. minutum* присутствует в виде клеток разного размера, от 17 до 29 мкм. Он развивается в достаточно тёплой воде и поэтому при температуре ниже 10-11°C обычно не встречается. Эта водоросль

вместе с *Scrippsella*, *Heterocapsa*, *Gonyaulux*, *Gyrodinium* образуют красные приливы, во время которых в моллюсках накапливается токсин PSP.

*Определение биотоксинов в моллюсках.*

Для проверки мидий или устриц на заражённость биотоксином DSP из печени моллюсков получают ацетоновый экстракт, который вводят мышам (три стандартных самца весом по 20 г). Если в течение 5 ч после введения экстракта две мыши из трёх гибнут, тест считается позитивным. В настоящее время, в соответствии с европейскими правилами, продолжительность выдержки мышей увеличили до 24 часов.

Токсин PSP продуцируется водорослями, относящимися к родам *Alexandrium*, *Gymnodinium*, *Pyrodinium*. Для определения этого токсина также применяют «мышиный тест». Вытяжку, полученную из гомогената мяса мидий, вводят мышам и измеряют время от момента введения вытяжки до наступления смерти мыши. По этому временному интервалу судят о количестве токсина в моллюсках.

В случае позитивного теста на DSP или PSP, IFREMER немедленно ставит в известность местную администрацию, которая принимает решение о вводе запрета на реализацию моллюсков из неблагополучной зоны.

Как уже упоминалось, в Украине определение биотоксинов не производится, а слежение за токсичным фитопланктоном выполняется лишь эпизодически, хотя о необходимости данного контроля упоминается в «Государственных санитарных правилах и нормах». Безусловно, с развитием марикультуры на Чёрном море, данный тип контроля будет внедрён в практику. Поэтому морской фермер должен иметь о нём достаточно чёткое представление.

Распространённость токсичного фитопланктона в Чёрном море пока недостаточно изучена. Сведения о вспышке численности александриума у берегов Северного Кавказа летом 2001 г. и зимой 2002 г., когда она достигала 4500 кл/л, следует считатьстораживающими, но не катастрофическими. Риск отравления от этих водорослей появляется, если их концентрация достигает 50000 кл/л и выше и удерживается в течение двух недель. Считается, что опасность несёт не столько концентрация токсичных водорослей, сколько доза токсина, которая накапливаются в моллюсках в течение

достаточно длительного времени. Поэтому кратковременные пики численности токсичного фитопланктона менее опасны продолжительного «повышенного фона» токсичных водорослей. Все эти сведения получены из практики конхиокультуры в Атлантике и Средиземном море. Токсичность черноморского фитопланктона пока ещё не исследовали.

По-видимому, наиболее опасной для конхиокультуры водорослью является динофизис, которая может представлять угрозу для здоровья человека уже при концентрации 200 кл/л. Однако, иногда динофизис, образуя даже высокие концентрации, не проявляет токсичных свойств (сообщения IFREMER). Существует гипотеза о том, что токсичность динофизису придают симбиотические бактерии, которые находятся внутри клеток этой водоросли. Предполагают, что черноморский динофизис не обладает симбиотическими бактериями и поэтому он не токсичен. Эти предположения пока ещё не проверены экспериментально. В противоположность динофизису, диатомея *Pseudonitzshia*, продуцирующая токсин ASP (Amnesic Shellfish Poisoning), становится опасной при концентрациях выше 100000 кл/л. Заинтересованный читатель может получить более подробную информацию на сайте: [www.ifremer.fr/envlit](http://www.ifremer.fr/envlit).

В качестве резюме к разделу о СБК мест выращивания следует отметить, что на Украине в процессе выращивания анализируют пробы воды на бактериальное загрязнение и моллюсков – на химическое и бактериальное загрязнение. Контроль воды может осуществлять микробиолог марихозяйства. Количество бактерий группы кишечных палочек (БГКП) в воде не должно превышать  $2,5 \times 10^4$  кл/л, а фекальных кишечных палочек (ФКП) – 1000 кл/л. Для сравнения приведём нормы, принятые в США и Канаде: количество БГКП не превышает 70 кл/100 мл (700 кл/л) с максимальным количеством в пробе 230 кл/100 мл (2300 кл/л) в 90% проб воды. Если в воде менее 15 кл/100 мл (150 кл/л), то разрешается продажа моллюсков без очистки.

Что касается моллюсков, они не должны содержать БГКП в навеске мяса в 0,001 г, а наиболее вероятное число БГКП в 1 г мяса не более 100, то есть в 100 г мяса – 10000. Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы, отсутствуют в 25 г мяса.

Согласно европейским нормам в 100 г смеси мяса и межстворчатой жидкости должно быть менее 300 фекальных палочек или менее 230 *Escherichia coli*, отсутствие сальмонелл в 25 г мяса.

*Санитарные требования к пунктам отсадки моллюсков.*

Если собранные для реализации моллюски не отвечают санитарным микробиологическим нормам – они должны пройти очистку (в течение 1-2 суток) на станции очистки. От химического загрязнения моллюски могут освободиться только в течение длительного срока, измеряемого месяцами. Поэтому на практике такой тип очистки не производится.

Береговые базы, точнее здания, предназначенные для подготовки моллюсков к реализации, должны быть аттестованы Лабораторией ветеринарной медицины или СЭС. Базы сооружаются на незатапливаемых участках, не подверженных задымлению или воздействию неприятных запахов (например, навоза), воздействию пыли и других загрязнителей. В здания не должны проникать грызуны и другие животные. Пол здания должен иметь наклон, обеспечивающий сток использованной воды к выводному отверстию. Стены должны иметь гладкую и прочную, легко моющуюся облицовку.

Требования к очистительным центрам содержатся в санитарных правилах и нормах. В них, в частности, указано, что очистительные бассейны должны иметь водонепроницаемую легко моющуюся поверхность, а используемые материалы должны быть нетоксичными. Форма бассейнов должна обеспечивать равномерный ток воды через контейнеры с моллюсками и исключать возможность возникновения застойных зон.

Используемая для очистки морская вода фильтруется, либо отстаивается и затем обеззараживается ультрафиолетовым стерилизатором. Европейские требования освобождают фермера от фильтрации и обеззараживания воды, если используемая морская вода отвечает санитарным нормам для зоны А. По этим же правилам, количество моллюсков в бассейне не должно превышать 50 кг на квадратный метр.

Контроль процесса очистки живых двустворчатых моллюсков должна осуществлять лаборатория предприятия. При этом выполняются **микробиологические** анализы закачиваемой воды и

живых моллюсков до и после очистки. Использованная морская вода выпускается непосредственно (**без очистки**) в море на удалении от водозабора.

В бассейнах выдерживают моллюсков не только с целью их очистки. При необходимости создания запаса товарной продукции перед реализацией, например для обеспечения регулярности поставок, несмотря на штормовую погоду; выдерживания моллюсков в воде после стресса от механической обработки (разбивка друз, промывка, сортировка), также возможна отсадка моллюсков в чистой проточной морской воде.

Санитарный контроль мест обработки и реализации моллюсков во Франции осуществляет не IFREMER, а Ветеринарная служба Министерства сельского хозяйства.

#### *СБК транспортных средств.*

Транспорт моллюсков может осуществляться как по морю, так и по суше и воздушным транспортом. В соответствии с украинскими нормами к транспортным средствам, которые используются для перевозки моллюсков, установлены такие требования:

- внутренние стенки, с которыми могут соприкасаться живые моллюски, должны быть изготовлены из нержавеющей материалов и легко очищаться;
- моллюски не должны перевозиться с другой продукцией, которая может их загрязнить;
- лед, который используют при перевозке живых моллюсков, должен быть изготовлен из питьевой или чистой морской воды и соответствовать требованиям нормативных документов.

Транспортный способ, который применяется для доставки моллюсков, должен соответствовать требованиям санитарных правил и иметь пристрой для стока воды. Транспортировка моллюсков должна осуществляться при температуре не выше 25°C в специальных ёмкостях или контейнерах с проточной морской водой (или периодически меняться). Разрешается транспортировка моллюсков насыпью без воды слоем не более 2/3 высоты ёмкости (высота слоя моллюсков не более 1 м) при температуре воздуха от 0 до 12°C в специальных контейнерах. При повышении температуры

воздуха выше установленной, моллюски охлаждаются льдом, лёдно-солевой смесью или охлаждаются до 2°С морской водой.

В европейских нормах дополнительно указывается, что в автомобильном транспорте грузовой отсек должен быть полностью изолированным от кабины водителя и в нём не должны находиться посторонние предметы. Нижняя часть кузова герметична и исключает протекание жидкости. Если в кузове предусмотрена установка полок, стеллажей и т.д., это оборудование должно легко отмываться и дезинфицироваться. Внутренняя поверхность стенок кузова должна иметь покрытие, стойкое к коррозии и легко отмывающееся. Автотранспорт, перевозящий живых моллюсков, может не оборудоваться термоизоляцией. Однако, в случае дальних перевозок и при высокой наружной температуре, желательно предусмотреть оборудование, обеспечивающее оптимальную температуру перевозки (для мидий - от 0 до 10°С, оптимум 4-5°С; для устриц - от 5 до 10°С, оптимум 8°С).

Автотранспорт проходит освидетельствование санитарной службой и получает сертификат на 6 лет (для рефрижераторов) и 2 года для прочих грузовиков. Перевозка моллюсков, предназначенных для потребления, вроссыпь при дистанциях свыше 20 км **запрещена**. Моллюски должны быть упакованы и снабжены санитарными этикетками. Причём, в украинских нормах указывается, что маркировка должна выполняться по ГОСТ 7630. Каждая упаковочная единица с продукцией должна иметь бирку с такой информацией:

- страна – производитель;
- вид моллюска (украинское или латинское название);
- дата изготовления: месяц, число, час;
- условия и сроки хранения.

Маркировка должна легко читаться, не смываться, обозначения расшифровываться.

*СБК мест реализации моллюсков.*

Оборудованное место для оптовой либо розничной реализации должно быть аттестовано санитарной (СЭС или Лабораторией ветеринарной медицины) службой. Ниже приведены основные положения европейских норм к местам реализации.

*Оптовая реализация.*

### Основные требования гигиены:

- рабочие места располагаются таким образом, чтобы легко обеспечивалась последовательность выполнения операций;
- места и оборудование должны регулярно промываться и дезинфицироваться;
- пол и стены должны быть гладкими и непромокаемыми; углы округлены;
- оборудование и рабочие поверхности должны быть стойкими в отношении к коррозии;
- персонал должен быть одет в чистую одежду; имеется санузел;
- запрещено присутствие домашних животных;
- запрещены орошение моллюсков водой и их опускание в ёмкости с водой;
- упаковки с моллюсками нельзя ставить друг на друга; они должны располагаться вне досягаемости дождя и солнечных лучей.

#### *Розничная реализация.*

*Специализированные магазины (рыбные магазины и магазины морепродуктов; отделы в супермаркетах).*

Реализация моллюсков в россыпь запрещена. Также запрещено орошение моллюсков водой. Хранение и реализация моллюсков должны проходить при температуре от 0 до 15°C. Санитарный сертификат должен быть доступен покупателям. Различные партии моллюсков не должны перемешиваться.

#### *Рыночная торговля на открытом воздухе.*

Моллюски, доставленные в закрытых упаковках, снабжённые санитарными этикетками, должны реализовываться на легко отмываемых прилавках, стойких к коррозии. Высота прилавка минимум 0,7 м; должен быть предусмотрен сток жидкости с прилавка. Продавец выполняет правила строгой личной гигиены. Требования к хранению и продаже моллюсков аналогичны описанным выше.

#### *Продажа в автомобилях - бутиках.*

Требования к материалам и оборудованию - аналогичны уже описанным.

В странах ЕС качество моллюсков определяется и уровнем их загрязнений тяжёлыми металлами и другими загрязнителями (табл. 42).

Итак, к настоящему времени на Чёрном море пока ещё не создано ни устрицеводство, ни мидиеводство. Соответственно не существует постоянно действующего санитарного контролирующего органа (нечего контролировать). Поэтому каждому предпринимателю, организующему свою морскую ферму, придётся в индивидуальном порядке устанавливать рабочие контакты с СЭС и с Лабораторией ветеринарной медицины.

Таблица 42. Качество моллюсков (мидий и устриц) в зависимости от показателей загрязнений. Материалы IFREMER – RNO, Франция

Показатель	Очень высокое качество	Высокое качество	Среднее качество	Низкое качество
<b>Цинк,</b> мг/кг Мидии Устрицы	Менее 100 Менее 1500	100-150 1500-2500	150-200 2500-4500	Более 200 Более 4500
<b>Медь,</b> мг/кг Мидии Устрицы	Менее 5 Менее 100	5-10 100-350	10-15 350-700	Более 15 Более 700
<b>Ртуть,</b> мг/кг	Менее 0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	Более 0,4
<b>Кадмий,</b> мг/кг Мидии Устрицы	Менее 1 Менее 3	1-2 3-6	2-4 6-12	Более 4 Более 12
<b>Свинец,</b> мг/кг	Менее 2	2-4	4-6	Более 6

Продолжение таблицы 42.

<b>СВ, мкг/кг*</b>	Менее 250	250-800	800-1350	Более 1350
<b>DDT, мкг/кг</b>	Менее 50	50-125	125-200	Более 200
<b>аНСН, мкг/кг</b>	Менее 2	2-4	4-6	Более 6
<b>gНСН, мкг/кг</b>	Менее 5	5-10	10-15	Более 15
<b>РАН, мг/кг**</b>	Менее 4	4-12	12-20	Более 20
<b>DSP, % полож. результатов</b>	0	Менее 20	20-40	Более 40
<b>PSP, мкг / 100 г мяса</b>	Отсутствие токсичности	Минимум один результат в пределах 38,5 - 80	Минимум один результат в пределах 80 - 1000	Минимум один результат со значением более 1000
<b>E. coli /100 мг мяса</b>	90% результатов менее 230 и ни одного более 4600	Ни одного результата более 4600	Ни одного результата более 46000	Минимум один результат более 46000

\* Полихлорбифенилы

\*\* Полиароматические углеводороды

В дальнейшем, одновременно с развитием конхиокультуры, будет складываться сеть контроля, аналогичная Национальным сетям европейских стран, что значительно упростит взаимоотношения фермеров с контролирующими органами, которые не будут непосредственно связаны с фермерами, так как будут работать (брать пробы) в зонах, включающих многие фермы.

## Глава 7

# ПОТРЕБЛЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА МОЛЛЮСКОВ

Все продаваемые в сыром виде двустворчатые моллюски (в том числе мидии и устрицы) должны быть живыми, а это значит, что они плотно закрыты, а приоткрытые моллюски тотчас закрываются при прикосновении к ним. Пригодность моллюсков для потребления подтверждается сертификатом. Моллюски, собранные либо выращенные в неблагоприятных местах, могут представлять реальную угрозу для здоровья потребителя (заражение гепатитом, сальмонеллёзом и т.д.). Подготовленные к реализации или к потреблению моллюски должны быть упакованы. При этом вода, выпускаемая частью моллюсков, не должна скапливаться на дне упаковки, так как в ней могут развиваться микроорганизмы опасные, как для потребителя, так и для самих моллюсков. Поэтому в коробках с устрицами делают второе дно, либо расфасованных моллюсков складывают в поддонах на выступающих из поддонов площадках.

### 7.1. Расфасовка моллюсков.

Мидий чаще расфасовывают в джутовые мешки по 5, 10, 15 кг в мешок. Мидий в меньших количествах (1-3 кг) расфасовывают в овощные сетки (рис. 116). В последние годы всё чаще мидий упаковывают в полиэтиленовые пакеты под вакуумом, как вместе с морской водой, так и без воды. Мидий также поставляют в баркетах, то есть в пластмассовых водонепроницаемых ящиках, заполненных морской водой и запечатанных под вакуумом. В таком виде живые мидии могут храниться не двое, а четверо суток. В некоторых странах (Франция, Голландия, Новая Зеландия) на перерабатывающих фабриках из мидий готовят наиболее популярные блюда, в том числе вместе со створками (мариньер, мукляд и т.д.), затем их расфасовывают в вакуумные упаковки и поставляют потребителям в охлаждённом виде. Разогретое блюдо практически не отличается от свежеприготовленного, но срок хранения продукции при этом значительно увеличивается.

Устриц традиционно упаковывают, всегда без воды, в деревянные, картонные, либо пластиковые коробки, несколько расширяющиеся кверху (рис. 116). Вес устриц в коробке находится в пределах от 1 до 15 кг. Во Франции самые распространённые коробки для устриц сделаны из картона: как из твёрдого картона (carton compact), так и из гофрированного картона (carton ondule). Картон пропитывается специальным составом и поэтому не намокает. Но коробки делают не герметичными - сквозь них должна протекать жидкость. Кроме картона, используют и деревянные пластины, (из которых делают фанеру). Изготавливают коробки и из гофрированного пластика, который состоит из двух плёнок, толщиной по 0,2 мм, между которыми заключена гармошка (гофрированная часть) толщиной 1 мм. Итого, толщина стенки равна 1,4 мм. Для упаковки устриц можно использовать и отечественные пачки из картона и комбинированных материалов для рыбной продукции (ГОСТ 15-22-98). Коробки для устриц во Франции делают вместимостью на 1; 2; 3; 5; 7; 10; 13; 15 кг.



Рис. 116. Тара для расфасовки устриц (коробки) и мидий (мешок).

Устриц укладывают выпуклой створкой книзу, что необходимо для предотвращения вытекания воды. Некоторые фирмы заполняют коробки водорослями, которые сохраняют постоянный уровень влажности в коробках и передают запах моря. Иногда устриц

упаковывают отдельно друг от друга, чтобы предотвратить их досрочное открывание и высыхание. Кроме поставок устриц в традиционных коробках, живых устриц поставляют и в вакуумной упаковке. О качестве устриц можно судить по характеристикам, указанным в таблице 43.

Таблица 43. Показатели, характеризующие качество устриц

№	Хорошие устрицы	Плохие устрицы
1	На мясе имеются сжатые складки	Складки на мясе отсутствуют; они разглажены, обсушены, мясо лишено блеска
2	Мясо имеет цвет серого жемчуга	Цвет мяса молочный или желтоватый
3	Лигамент (в замке) полупрозрачный	Лигамент беловатый – старые устрицы. Лигамент жёлтый – плохие устрицы
4	Мясо невязкое и не клеится к стенкам упаковки	Мясо вязкое и клеится
5	Специфический запах устричного мяса	Запах отсутствует
6	Во время термообработки мясо слабо сокращается и мало выделяет жидкости	Мясо сильно сжимается; перед реализацией мясо держали в воде с целью увеличения его веса.
7	На поверхности можно заметить соль	Соль не видна

Моллюсков хранят на воздухе при высокой влажности (например, в полиэтиленовой упаковке с отверстиями для вентиляции или покрытыми влажным полотном и полиэтиленовой плёнкой) при температуре от 1 до 14°C. Рассмотрим подробнее особенности переработки отдельно для мидий и устриц.

## 7.2. Переработка мидий

Мидий, как пищевой продукт, подразделяют на следующие компоненты: тело (или мягкие ткани); межстворчатая жидкость; раковина (или створки). Биссус также является компонентом тела, но его обычно не учитывают из-за его малой массы. Всё тело мидии, включая желудочно-кишечный тракт и жабры, считается съедобным. Жидкость, заключённая во внутримантийной полости, называется межстворчатой жидкостью. Она насыщена продуктами жизнедеятельности моллюсков, а также микроэлементами и обычно используется для приготовления блюд из мидий. Соотношение компонентов тела зависит от годового цикла размножения. Ниже в таблицах приведены количественные данные по компонентам, полученные в феврале 2009 г, то есть в промежуточный (межнерестовый) период.

Таблица 44. Компоненты тела крупных мидий (53-61 мм)

№	Длина, мм	Вес общий, г	Межстворчатая жидкость, г	Раковина, г	Мягкие ткани, г
1	59,6	17,07	8,59	5,82	2,66
2	56,4	17,15	6,74	6,74	2,00
3	57,8	19,13	9,49	6,76	2,88
4	61,6	18,21	9,06	6,01	3,14
5	57,1	18,28	9,58	6,09	2,61
6	59,6	19,11	8,86	7,05	3,20
7	59,9	19,49	9,26	6,51	3,72
8	61,3	19,47	9,28	6,94	3,23
9	58,0	17,26	5,74	5,74	3,71
10	55,6	18,86	9,26	6,64	2,96
11	52,9	16,46	6,67	6,86	2,93
12	58,0	19,22	9,67	6,58	2,97

В технологии переработки мидий самым распространённым приёмом открывания мидий является их нагрев. При этом к межстворчатой

жидкости добавляется «клеточный сок», образуя вместе с межстворчатой жидкостью «бульон».

В магазинах Украины обычно продают варёно-мороженное мясо. Мясо, извлечённое из створок мидий бланшированием, называют варёным.

Таблица 45. Компоненты тела мелких мидий (26-36 мм)

№	Вес общий, г	Межстворчатая жидкость, г	Раковина, г	Мягкие ткани, г	Кол-во, шт.
1	34,17	15,68	12,54	5,95	15
2	35,78	17,03	12,49	6,26	15
3	36,03	16,57	12,67	6,79	17
4	37,92	19,17	13,22	6,42	16
5	38,38	17,94	13,82	6,62	18
6	38,97	18,38	13,72	6,87	15

Примечание: в таблице приведены суммарные значения. Для получения индивидуальных значений (по одному моллюску) нужно суммарное значение разделить на количество штук (последняя колонка).

Таблица 46. Выход варёного мяса при открывании мидий нагревом (август 2000 г.)

Наименование компонента	Вес, кг	%
Створки	4,3	46,24
Мясо	1,3	13,98
Бульон	3,7	39,78
<b>Итого:</b>	<b>9,3</b>	<b>100</b>

Бланширование мидий паром при температуре 98°C производят в течение от 10 до 22 мин.; в автоклавах - при температуре от 105 до 108°C в течение от 8 до 10 мин. в зависимости от размера мидии. За рубежом бланшируют мидий при 98°C и давлении 1,42 кг в течение 4 мин. Варят мидий в морской воде или в 3% солевом растворе; соотношение воды и сырья 1:1 или 1:1,2. Продолжительность варки - от 15 до 25 мин., в зависимости от размера мидий. Извлечённое мясо

промывают и обсушивают на решете в течение 30 - 40 минут. Его плотно укладывают в картонные коробки, вместимостью 1 кг, выстланные пергаментом или синтетической плёнкой и замораживают при минус 18°C. Коробки или брикеты, обёрнутые в пергамент (полиэтиленовую пленку), укладывают в деревянные ящики, вместимостью до 30 кг или в картонные коробки, вместимостью 15 кг. Размораживают мясо на воздухе при температуре не выше 20°C до полного оттаивания. Продолжительность хранения мяса мидий при минус 18°C - до 3 месяцев.

Из мяса мидий в домашних условиях и в ресторанах готовят многочисленные блюда. На предприятиях изготавливают пресервы («Мидии копчёные в масле», «Мидии маринованные» и др.) и консервы, а также различные лекарственные препараты, обзор которых дан в конце раздела.

#### *Приготовление мидий.*

Выращенные мидии отличаются от «диких», то есть выловленных драгой или собранных водолазом. Во-первых, партия диких мидий состоит из моллюсков разных возрастов, в том числе старых с жёстким мясом. Выращенные мидии поступают в продажу после достижения ими товарного размера (5 см), что обычно происходит за 18 месяцев выращивания. Поэтому реализуемые выращенные мидии представлены молодыми моллюсками. Во-вторых, дикие мидии могут содержать песок или жемчуг, которые отсутствуют в выращенных моллюсках. В-третьих, в условиях морского хозяйства мидии растут быстрее; они содержат больше мяса, а их раковины тоньше, чем у диких особей.

Известно, что из мидий готовят разнообразные блюда, подвергая моллюсков термообработке. Но мидий также едят и в свежем виде, что особенно распространено на французском побережье Средиземного моря. Для этого внешнюю поверхность мидий отскабливают и отмывают, не погружая моллюсков в пресную воду. Затем вырывают биссус и, в образовавшееся отверстие, вводят лезвие маленького ножа, которым удаляют одну створку, отрезав от неё мясо. Всё мясо остаётся на одной створке. Мясо подрезают снизу, выдавливают на него несколько капель лимонного сока; всё перемешивают и выпивают жидкость вместе с мясом.

В приведенных ниже рецептах для приготовления блюд путём термообработки используются, как это принято в ряде европейских стран (Франция, Италия, Испания и т.д.), мидии вместе со створками. Это придаёт блюдам праздничный, по настоящему «морской вид». Однако данное обстоятельство вынуждает повара прикладывать дополнительные усилия на очистку раковин. Купленных мидий необходимо промыть в проточной воде, отскоблив с поверхности створок организмов - обрастателей (балянусов, мшанок, губок, гидроидов). Важно при этом мидий не держать в пресной воде, а отмывать их под струёй воды, иначе они могут набрать пресную воду, что отрицательно скажется на качестве блюд. Необходимо удалить и биссус, то есть нити, которыми мидии прикрепляются к твёрдой поверхности. Остатки биссуса удаляют после извлечения мяса из раковин.

Отмытых мидий помещают в сухую кастрюлю из расчёта 0,5 кг живых мидий на одну персону. Объём кастрюли должен в 2 раза превышать объём приготавливаемых мидий. Запас свободного пространства в кастрюле позволит мидиям раскрыться при закипании, а также два-три раза перемешать мидий встряхиванием по мере их прогревания (мидий нагревать в закрытой кастрюле). После полного открытия моллюсков, их извлекают из кастрюли вместе с раковинами шумовкой. Жидкость процеживают и держат отдельно для приготовления блюд, которые отличаются широким ассортиментом. Ниже приводятся рецепты французской кухни.

### **Суп из мидий.**

*Простой рецепт для 6 персон: 2 кг мидий, 1,2 литра воды, 2 луковицы, 2 морковки, четверть корня корневого сельдерея, 50 г сливочного масла, петрушка, укроп, 6 столовых ложек сметаны, соль и перец.*

Отскоблить и отмыть мидий; открыть мидий путем нагрева в течение 5 мин. на интенсивном огне. Мелко нарезать лук, морковь и сельдерей. Обжарить все это на сливочном масле вместе с крупно нарезанной зеленью. Процедить жидкость вышедшую из мидий, влить в нее 1,2 л воды и обжаренные овощи. Закрывать крышкой и варить 30 мин. на среднем огне. В это время извлечь мясо мидий из створок. Когда бульон будет готов, пропустить его через миксер, т.е.

овощи нужно протереть. Добавить в суп мясо мидий, сметану, соль и перец по вкусу. Подогреть суп и сразу же подавать на стол.

#### *Суп президента.*

Суп готовится аналогично супу из мидий: приготовить хороший овощной суп-пюре с использованием мидийного бульона. Затем добавить в него мясо мидий.

#### *Суп домашний с мидиями.*

*1 кг мидий; 2 средние луковицы; 2 ветки сельдерея; сливочное масло - 100 г; две белые части лука пуаро (можно лук порей); мука 30 г; 1,5 л молока; 100 г сухого белого вина; десяток корней петрушки; 50 г сметаны; мускат; соль и перец.*

Нарезать мелко лук, сельдерей и пуаро. Всыпать в кастрюлю мидий, измельчённый лук и сельдерей; отмытые корни петрушки и белое вино. Всё нагреть на интенсивном огне; встряхнуть при этом один раз кастрюлю для того, чтобы нижняя часть содержимого кастрюли оказалась наверху. При этом все мидии должны быть открытыми. Затем мидий извлечь, а бульон пропустить через тонкое сито. Другую луковицу, корень сельдерея и пуаро слегка обжарить в другой кастрюле на сливочном масле (40 г); посыпать мукой; обжарить всё это в течение нескольких минут, при этом мука не должна румяниться; снять с огня и остудить.

Вскипятить молоко и вылить его на охлаждённую смесь в кастрюле; перемешать; поставить на огонь и, постоянно помешивая, довести до кипения, но не доводить овощи до пюре.

Посолить, поперчить, добавить мускат и специи. Всё варить на слабом огне 20 мин.; влить мидийный бульон (отцеженный от осадка). Прокипятить в течение нескольких минут; добавить сливочное масло и сливки; всыпать мидий. Суп подавать горячим.

#### *Борщ с мидиями.*

*На 2 персоны: 60 г (20 шт.) мяса мидий, 80 г риса, 50 г репчатого лука, 40 г моркови, 20 г сливочного масла, соль, специи по вкусу.*

Готовить борщ из квашенной или свежей капусты. За 10 минут до конца варки борща добавить мясо мидий.

#### *Рыбная уха с мидиями.*

*На 4 персоны: 500 г рыбы с жёстким мясом (ерши, кефаль); 500 г рыбы с мягким мясом (султанка, пикша и т.д.); 500 г мидий; 1*

*луковица, 2 дольки чеснока, 10 веточек петрушки; 2 помидора, 1 морковь, 1 сельдерей; 0,5 стакана растительного масла, соль, перец, 4 кусочка белого хлеба.*

Почистить рыбу; отскоблить и отмыть мидий. Поместить мидий в сухую кастрюлю и поставить на сильный огонь без воды на несколько минут. Когда мидии откроются, их достать из кастрюли и извлечь мясо из раковин. Профильтровать мидийный бульон.

Порезать лук, морковь, сельдерей, 10 веток петрушки и 2 дольки чеснока; обжарить всё это в 0,5 стакана масла. Когда эта смесь поджарится, добавить мякоть двух помидор, соль, перец и всё это прожарить ещё в течение 10 мин.

Перенести всё в тушилку и добавить туда рыбу с жестким мясом; покрыть их водой и нагреть на сильном огне до закипания. Варить в открытой посуде 10 мин.

Добавить в тушилку рыбу с мягким мясом; варить ещё 10 мин, затем внести мидий и мидийный бульон. Положить на дно супницы обжаренные кусочки хлеба и на них налить горячую уху.

Сразу же подавать на стол.

### **Вторые блюда.**

*Мидии в мадере.*

Открыть отмытых мидий нагреванием. Удалить одну створку с каждой мидии. Разложить створки с мясом на горячий противень. В кастрюле разогреть сливочное масло, томат, бульон из мидий, стакан мадеры, добавить специи, все прокипятить и залить мидий.

*Шашлык из мидий*

*4 дюжины мидий, 150 г сырой ветчины, чашка тертых сухарей, 1 яйцо, соль, перец.*

Открыть отмытых мидий нагреванием и извлечь из них мясо. Порезать ветчину на маленькие ломтики и приготовить шашлыки, чередуя сало и мидий. Пропустить шашлыки через взбитое подсоленное яйцо, поперчить и обсыпать сухарями. Держать над жаром 15 мин., поворачивая шашлыки.

*Горячие мидии*

Открыть мидий в гриле или на очень горячем противне. Открывающихся мидий сразу же подают к столу и едят их с хлебом и маслом.



Рис. 117. Горячие мидии.

### *Жареные мидии*

Открыть мидий нагревом и удалить одну створку. На сковороду налить растительного масла и положить кусок сливочного масла. Разложить на сковороде створки с мясом мидий и в течение нескольких минут их прожарить. Затем добавить рубленый чеснок и петрушку, мякоть

белого хлеба и немного перца. Прожарить все вместе еще в течение 2 мин.

### *Мидии мариньер.*

В кастрюле обжарить на сливочном масле мелко нарубленный лук с петрушкой. Вылить стакан кислого белого сухого вина. Добавить нарезанный чеснок и поперчить. Высыпать в эту кастрюлю хорошо отмытых мидий. Накрывать крышкой и нагревать, периодически перемешивая мидий. Когда мидии полностью откроются подавать на стол. Есть в горячем виде.

### *Мидии мариньер (другой вариант).*

Засыпать в кастрюлю мелко нарубленный лук и сливочное масло; влить стакан сухого белого вина (кислого). Засыпать живых отмытых мидий. Кастрюлю нагревать на сильном огне, перемешивая содержимое. Когда мидии полностью раскроются, мидий достать из кастрюли. Оставшийся бульон держать в нагретом состоянии. Профильтровать этот бульон и поставить на огонь. Добавить в бульон муку и сливочное масло; кипятить помешивая. Подсолить и поперчить. Вылить соус на мидий, посыпать мелко нарезанной петрушкой; блюдо подавать горячим.

*Мукляд.*

Готовить мидий по второму рецепту «*Мидии мариньер*», заменив лук мелко нарезанным чесноком. Добавить в соус сметану и один желток, а также несколько семян укропа. Половину створок удалить; залить оставшихся мидий соусом.

*Мидии натуральные.*

В кастрюлю поместить отмытых и слегка обсушенных мидий вместе с нарубленной морковью, луком, лавровым листом и куском сливочного масла. Готовить на медленном огне, периодически перемешивая. Мидии готовы после полного открытия.

*Мидии во фритюре.*

Приготовление в течение 20 мин. После подсушивания мяса, его берут по два кусочка и макают во фритюр. После приготовления складывают на блюдо, украшают дольками лимона и накрывают блюдо салфеткой. Если у вас нет фритюра, обмакните каждую мидию в муку, затем в сбитое яйцо с сухарями. Это блюдо едят с томатным соусом.

### **7.3. Приготовление устриц**

«Открыть устрицу – это значит открыть праздник!». Это выражение хорошо известно во Франции – в стране, где устрицы являются обязательным компонентом праздников, важных и торжественных встреч, выходных дней и особенно главного праздника французов – Рождества. Широко известны полезные и лечебные свойства устриц, а также их лёгкая и, практически полная, усвояемость человеческим организмом.

В нашей стране традиция потребления устриц, хотя и забыта, но в настоящее время она начинает возрождаться. Ниже предлагаем несколько советов тем, кто решил сам попробовать этот полезный и приятный продукт.

1. Хранение устриц. Устрицы хорошо сохраняются, если их раковины не повреждены. Оптимальная температура хранения: 4°C, но допускаются колебания от +1 до +14°C. Хранить устриц нужно вдали от прямых солнечных лучей. Хорошее место для хранения: нижняя часть холодильника, где устрицы остаются живыми в

течение 10 дней. Более того, их вкус улучшается после 3 дней хранения.

2. Как открыть устрицу? Неспециалисту открыть устрицу непросто, но профессионалы открывают сотню устриц за 5 минут. Начинающему любителю устриц мы рекомендуем, во избежание пореза ладони раковиной, положить на левую ладонь сложенную салфетку. На салфетку кладут устрицу выпуклой створкой вниз. При этом узкое окончание раковины (замок) направлен к себе.

Для открывания устриц нужно выбрать нож с узким и коротким лезвием. Взять нож в правую руку, большой палец поместить на лезвие ножа на расстоянии 1 см от конца лезвия. Ввести лезвие между створками с правой стороны раковины на расстоянии 2/3 длины раковины от замка. Именно в этом месте находится мускул, замыкающий раковину. Перерезать этот мускул (ближе к верхней створке); приподнять и удалить верхнюю створку. Сохранить жидкость, омывающую мясо нижней створки. Если нож плохо вводится между створками раковины, нужно, с помощью плоскогубцев, надломить край раковины, после чего в это место ввести лезвие ножа.



Рис. 118. Устрица, подготовленная к дегустации (с удалённой верхней створкой).

### *Дегустация устриц.*

Устриц открывают непосредственно перед их употреблением. Открытых устриц размещают на блюде, обычно по 6, либо по 12 штук. Для того чтобы жидкость не выливалась из раковины на тарелку, нужно пользоваться специальными тарелками с углублениями, либо предварительно насыпать на тарелку слой крупной соли (можно морской) или слой колотого льда, либо слой свежих водорослей.

Прежде, чем есть устрицу, вдыхают её аромат, который хорошо передаёт йодистый запах морских волн. Затем ножом отделяют от нижней створки мускул – замыкатель. Выдавливают на устрицу несколько капель лимонного сока, или же добавляют немного уксуса, смешанного с тонко нарезанной белой частью зелёного лука. После этого вилкой с короткими зубцами перемешивают мясо устрицы в жидкости с лимонным соком (либо уксусом), после чего выпивают всё содержимое. Устриц запивают белым сухим вином. Например, во Франции к устрицам обычно заказывают такие белые вина: Шабли (Chablis), Мюскаде (Muscadet), Гро-Плян (Gros-Plant). Подают к устрицам и бутерброды из серого хлеба со сливочным маслом, лучше немного подсоленным.

Открытых устриц (без верхней створки) можно хранить замороженными (например, в морозилке) в течение 3-х месяцев. Считается, что их вкус от этой процедуры существенно не ухудшается. Однако это утверждение, по нашему мнению, нуждается в проверке.

Из устриц, особенно крупных, готовят различные блюда; мы приводим некоторые рецепты французской кухни.

### *Подготовка устриц к термообработке.*

Откройте раковины, не кромсая мясо, отделите мясо и положите на ткань, чтобы жидкость стекла. Соберите межстворчатую жидкость, которая в дальнейшем понадобится, профильтруйте её. Слегка обварите устриц в этой воде с добавлением или без добавления белого вина и перца (но без соли), можно ароматизировать добавлением кервеля, эстрагона, укропа или ветки сельдерея. Время отваривания 2 мин. на слабом огне.

### *Ароматизаторы.*

Перец используется обязательно. Берут ароматические травы, за исключением базилика. Необходимы также масло и особенно сливки (сметана). Нельзя использовать горчицу и растительное масло.

*Слоеные устрицы с гусиной печенью.*

Сделать из слоеного теста блинчики диаметром примерно 5 см. Их испечь непосредственно перед подачей на стол. Когда они еще горячие положить на блинчик кусочек печени и сырое мясо одной устрицы и сразу же съедайте, не дав остыть этому блюду.

*Горячие устрицы по старинному рецепту.*

*Устрицы среднего размера, размягченное сливочное масло.*

*Посуда: противень или гриль газовый либо электрический.*

Поместить устриц на горячий противень, как только они откроются, поместить в них по небольшому кусочку масла. Есть устриц после того, как масло растопится.

*Горячие устрицы в белом вине.*

*На 4 персоны: 2 дюжины устриц, 6 шт. зеленого лука, 250 мл белого сухого вина, 200 г сливочного масла, 1 ст. ложка уксуса из белого вина, соль, молотый перец, 1 кг крупной соли.*

*Оборудование: ситечко, пестик, кастрюля с низкими стенками (либо сковорода), шумовка, глубокая тарелка, средняя кастрюля, деревянная лопатка, сбивалка, водяная баня, чистый противень, фильтровальная бумага.*

Вскрыть живых устриц, извлечь мясо и профильтровать жидкость через ситечко, сохранить всё (необходимо для приготовления блюда). Хорошо отмыть внутренние поверхности вогнутой створки. Просушить их в теплой духовке. В сковороду (или в низкую кастрюлю) положить кусочек масла, влить профильтрованную жидкость от устриц и белое вино. Поперчить, но не солить. Нагреть все, вначале на слабом огне. Как только содержимое закипит, поместить в него мясо устриц (три или четыре за один раз) на несколько секунд и сразу же мясо перенести на фильтровальную бумагу. В кастрюле слегка подрумянить лук на небольшом количестве масла. Добавить уксус и держать на огне до полного испарения жидкости. Затем влить жидкость, оставшуюся от обжаривания устриц и прибавить огонь для ускорения выпаривания жидкости, которой должно оставаться 2 ст. ложки. Когда жидкость станет теплой, её постепенно влить в взбиваемые желтки. При этом

желтки продолжают взбивать. Затем поместить кастрюлю на водяную баню. Постепенно, по кусочкам, добавлять сливочное масло, продолжая взбивать до получения консистенции майонеза. Поместить в каждую створку мясо одной устрицы. В противень насыпать крупной соли и размещать устриц, слегка вдавливая их в соль. Распределить соус по створкам. Затем противень поставить на 30 сек. в разогретую духовку и сразу же подавать к столу.

Замечание. Устрицы должны быть упитанными.

*Суфле из устриц.*

*На 6 - 8 персон: мясо живых устриц (36 шт.), которое должно быть слегка обсушеном, межстворчатая жидкость сохранена, молоко (250 мл), сливочное масло (40 г), мука (40 г), яйца, белки отделены от желтков и взбиты (4 шт.), соль и перец.*

Разогреть межстворчатую жидкость с молоком, перед закипанием опустить мясо устриц. Покипятить 3 мин., т.е. до тех пор, пока края мяса не начнут коробиться. Извлечь мясо и остудить, после чего порубить. Бульон сохранить. Расплавить сливочное масло в кастрюле с толстым дном и добавить муку, обжарить. Добавить сюда 250 мл бульона и продолжать кипятить все время помешивая до тех пор, пока не получится гомогенный соус. Снять с огня и постепенно добавлять желтки (сбитые) постоянно перемешивая жидкость, также перемешивая до получения гомогенного соуса. Вновь поставить на огонь, постоянно помешивая соус, пока он не станет плотным.

Опустить устриц в этот соус. Посолить и поперчить. Добавить сбитый белок. Перелить содержимое в хорошо смазанную чугунную кастрюлю 20 см диаметром. Готовить при температуре 180°C в течение 40 мин., пока суфле не поднимется и не станет золотистым. Сразу же подавать к столу.

*Устрицы гласе (глазированные).*

*На 4 персоны: устрицы очищенные, вскрытые, но в раковинах (124 шт.), масло сливочное, рубленая петрушка (4 столовые ложки), белая часть зеленого лука (6 шт.), молотый перец, тертый сыр (60 г).*

Мясо устриц слегка обсушить, разложить на подогретой сковороде со сливочным маслом, приправить петрушкой, тонко нарубленным зелёным луком и грубо помолотым перцем. Сверху

посыпают тертым сыром. Глазируют в подогретой духовке (220°C), примерно 10 мин. Блюдо подают в горячем виде.

*Устрицы в крестьянском сливочном масле.*

*На 6 персон: 120 г масла, 24 крупных устрицы, 100 мл шампанского, 5 г цедры лимона, 1 чайная ложка зубчатого лука, щепотка сахара, чайная ложка сока лимона.*

Мелко нарубить цедру лимона. В маленькую кастрюлю опустить лимонную цедру, кусочек масла с лесной орех, сахарную пудру, соль, перец и 4 столовые ложки шампанского. Готовить на слабом огне пока не впитается вся жидкость. Снять с огня. Открыть устриц, извлечь их из раковины, собрать жидкость и пропустить её через тонкое сито. Опустить устриц в профильтрованную жидкость. В кастрюлю налить шампанское и половину межстворчатой жидкости. Добавить цедру лимона, сок лимона поперчить и довести до кипения.

Как только закипит соус опустить в него устриц, просчитать до 6 и извлечь их шумовкой. Поместить устриц в чашку, чтобы они оставались мягкими. Выпарить наполовину соус из шампанского. Поместить в духовку промытые раковины. В каждую раковину поместить мясо одной устрицы, сверху полить соусом, добавить немного цедры лимона. Украсить зубчатым луком и сразу подавать.

*Устрицы в сале.*

Открыть устриц; на сковороде хорошо прогреть тонкий кусок бекона, затем его обтереть и хорошо просушить. Обработанный таким образом бекон раздавить и смешать с мелко нарезанным луком и петрушкой. Покрыть мясо устриц, находящееся в раковине, этой смесью и выдержать их в течение нескольких минут в горячей духовке. Подавать вместе с четвертинкой лимона.

#### **7.4. Фармакология и конхиокультура**

К настоящему времени разработаны технологии глубокой переработки моллюсков, особенно мидий, в высококачественные пищевые продукты, биологически активные вещества (БАВ) и лечебно - профилактические препараты радиозащитного, противоопухолевого, кроветворного и инсулиноподобного действия. Из створок мидий и устриц выпускают кормовые добавки в виде муки и крупки для сельскохозяйственных животных, особенно для

птицы. Мука из створок и некондиционных мидий повышает биологическую ценность корма птиц и молодняка с/х животных; укрепляет их иммунную систему, улучшает ионный состав крови, повышает прочность скелета и т.д. В США ежегодно из створок устриц выпускают кормовую муку на 10-12 млн. долларов.

Мясо мидий и устриц богато микроэлементами, витаминами и БАВ. Мидии содержат жирорастворимые витамины А и D, а также водорастворимые витамины группы В (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>) и другие. Наибольшее значение имеет провитамин D<sub>3</sub> (7-дегидрохолестерол), нечасто встречающийся в другом сырье, который при облучении ультрафиолетовым светом переходит в витамин D<sub>3</sub>. Содержание в мясе мидий целого ряда незаменимых веществ определяет его высокую питательную и биологическую ценность, а также некоторые лечебные свойства. По незаменимым аминокислотам, (которые не синтезируются в организме человека), белки мидий превосходят белки говядины и рыбы. Белки мидий хорошо усваиваются, усвояемость достигает 85%. Жиры культивируемых мидий имеют большую биологическую ценность, так как содержат около 40% незаменимых для организма человека полиненасыщенных жирных кислот. Эти кислоты входят в состав витамина F. Мясо мидий и устриц, включающее много полезных для здоровья человека компонентов, рекомендовано Минздравом СССР, а затем Украины и России в качестве лечебно-профилактического питания. При создании лечебных диет в Институте питания АМН РФ было выяснено, что мидии полезны при заболевании печени, желчного пузыря, сахарного диабета, склероза, а также при малокровии. Мясо мидий рекомендовано в качестве диетического продукта для профилактики и лечения лиц, больных атеросклерозом, для профилактики ожирения, а также для лиц пожилого возраста. Не удивительно, что из моллюсков изготавливают многочисленные медицинские и косметические препараты. При этом переработка, например, мидий, значительно повышает рентабельность предприятия.

В Украине и России, где мидий выращивают значительно больше, чем устриц, производятся медицинские, пищевые и технические продукты в основном на основе переработки мидий. Одним из наиболее рентабельных продуктов переработки считаются

**гидролизаты** – продукты, получаемые гидролизом мяса в кислотной, либо щелочной среде, либо под воздействием ферментов. Соответственно выпускаются кислотные, щелочные и ферментативные гидролизаты. Гидролизаты являются прекрасным сырьем для производства лечебно-профилактических, фармакологических и косметических препаратов, биологически активных пищевых добавок. Вот образцы некоторых гидролизатов:

**МИГИ-К** - пищевой мидийный гидролизат кислотный. Химический состав МИГИ-К: содержание влаги – 69 – 72 %; минеральные вещества - 14,21 %; липиды - до 0,8 %; общий азот - 1,6 - 2,4 %; азот аминокруппы - 870 - 1000 мг %. Исследования свойств препарата показали, что МИГИ-К обладает полезными свойствами (которые отсутствуют в мясе мидий), даже при длительном хранении: три года - при температуре 20°C и неограниченно - в холодильнике. Рекомендовано использование МИГИ-К в качестве пищевого продукта для эффективного лечения и защиты лиц, подвергшихся воздействию ионизирующего облучения. Установлено, что применение МИГИ-К приводит к ослаблению поражения кроветворной системы, более быстрому ее пострadiационному восстановлению.

Кислотный гидролизат **МИГИ-К ЛП** представляет собой темно-коричневую жидкость, в состав которого входят аминокислоты (в том числе все незаменимые); низкомолекулярные пептиды, жирные полиненасыщенные кислоты, меланоиды и значительное количество микроэлементов в формах, легко усвояемых человеком. МИГИ-К ЛП может быть рекомендован лицам, подвергшимся ионизирующим излучениям. Его могут использовать больные, проходящие химио- и радиотерапию, а также больные с воспалительными процессами, иммунодефицитом, метаболическими нарушениями, железодефицитными анемиями, при лечении травм. Этот гидролизат рекомендуется лицам, работающим во вредных условиях труда, либо проживающих в экологически неблагоприятных районах, а также спортсменам и здоровым людям для повышения выносливости и трудоспособности. Применение МИГИ-К ЛП в виде пищевой добавки значительно улучшает вкус блюд.

Ферментно-кислотный мидийный гидролизат «**Мидийный элексир**» (**МИДИЭЛ**) - обладает высокой антивирусной,

иммуномодулирующей и общетонизирующей активностью. В МИДИЭЛе содержатся все незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, олигопептиды. Благодаря наличию таурина в МИДИЭЛе, препарат воздействует на организм человека как сильное радиотерапевтическое и онкопротекторное средство, которое предупреждает и останавливает рост как доброкачественной, так и злокачественной опухолей.

Белково-углеводный концентрат мидийный **БУК-М**. Изготавливают этот гидролизат в процессе гидролиза мяса мидий с использованием ферментов протеолитического и амилалитического действия. Клинические исследования показали наличие у БУК-М иммуностимулирующих, антиоксидантных, гемостимулирующих, противовоспалительных свойств. Белок БУК-М характеризуется сбалансированным набором незаменимых аминокислот, причем содержание лизина, метионина и триптофана в БУК-М значительно выше, чем в говядине, яйцах, сыре и рыбе. Комплексные соединения белков с углеводами (гликопротеиды) придают БУК-М иммуностимулирующие, противоопухолевые и кроветворные свойства.

Щелочной мидийный гидролизат («**Мигивенг**»). Гидролизат обладает выраженным противоожоговым и ранозаживляющим действием, нормализует содержание ДНК при отравлениях тяжелыми металлами, является источником антиоксидантов, полиненасыщенных жирных кислот, незаменимых аминокислот и микроэлементов.

Следует особо отметить, что мидийные гидролизаты «МИГИ-К», «БУК-М» и «Мидиэл» клинически опробованы в различных крупных медицинских учреждениях России и Украины. Показано, что гидролизаты проявляют высокую терапевтическую эффективность при лечении многих заболеваний и могут быть использованы практически во всех сферах медицины.

*Лечебно-профилактические, фармакологические и косметические препараты, биологически активные пищевые добавки (нутрицевтики и парафармацевтики).*

На основе гидролизата БУК-М были разработаны технологии получения экстракта мидийного, бальзама «**Пантикапей**», молочнокислого напитка «**Мидимол**», пищевой эмульсии типа

майонеза, ряда соусов для общепита и другой продукции, обладающей антиоксидантными и радиопротекторными свойствами.

«**Биполан**» – биодобавка из черноморских моллюсков. Основными компонентами биодобавки являются физиологически важные 20 аминокислот, в том числе все незаменимые; 13 моносахаридов (глюкоза, фруктоза, уроновые кислоты – 2, сиаловые кислоты – 4, гексозамины – 2, арабиноза, ксилоза, рибоза); 18 биогенных макро- и микроэлементов, липиды, среди которых более 38,0 % приходится на долю эссенциальных жирных кислот; витамины – С, А, Е, U, РР, группы В. “Биполан” рекомендуется применять при заболеваниях эндокринной и кроветворных систем; для профилактики атеросклеротических процессов в организме; в лечении и профилактике онкологических заболеваний.

Антивирусный препарат «**Вирамид**» из мидии обладает профилактическим и лечебным действием в отношении вирусов гриппа А и В, вирусов простого герпеса 1-го и 2-го типов.

«**Мидивет**» - пищевой продукт высокой биологической активности. Обладает способностью повышать общую устойчивость организма. Рекомендован лицам, контактирующим с ионизирующим и неионизирующим излучением, больным, получающим лучевую и химиотерапию.

Мидийный концентрат «**МидиКон**» является антиоксидантом прямого действия; он связывает образующиеся в организме свободные радикалы, препятствуя развитию токсичных процессов перекисного окисления липидов, способствуя восстановлению естественной антиоксидантной системы организма. Антиоксидантная активность, а также наличие в составе "МидиКона" мукопротеинов обуславливают противоопухолевое действие биодобавки. Биологически активные вещества гликопротеиновой природы обеспечивают восстановление процессов костномозгового кроветворения (красного, белого и тромбоцитарного), улучшая клинические показатели крови; нормализуют активность щитовидной железы; облегчают поступление ионов в клетки организма.

«**Мидоцел**» - биодобавка для профилактики онкологических заболеваний.

«Таурин – 2» - аминоктансульфоновая кислота, которая является одним из перспективных и ценных продуктов переработки мидий.

*Группа препаратов косметического направления.*

Гель после бритья «ИМИДЖ» - антисептический и тонизирующий гель после бритья с лиофилизатом из мидий.

Из створок мидий и устриц вырабатывается ряд препаратов, содержащих легко усваиваемый кальций. Кальций - единственный элемент, поддерживающий нормальный кислотно-щелочной баланс человека. В возрасте 40 лет дефицит кальция испытывают 50 % американцев, а в возрасте 60 лет - более 90 %. Известно около 150 серьезнейших заболеваний, вызванных дефицитом кальция. Считают, что если вернуть кальций в организм человека, то можно будет на порядок снизить угрозу сердечнососудистых заболеваний и заболевания раком. В настоящее время в аптеках Украины продаётся легко усваиваемый кальций, полученный из створок устриц, с добавлением витамина D.

В данном кратком обзоре упомянуты только препараты, получившие наиболее широкую известность. В заключение следует добавить, что на основе переработки мидий и других моллюсков выпускаются препараты и пищевые добавки и для домашних животных (кошек, собак). Эти добавки компенсируют недостаток микроэлементов в корме животных, что улучшает экстерьер, прежде всего шерстный покров и его блеск.

Украинские и российские фармакологи опережают своих западных коллег по ассортименту препаратов, выпускаемых на основе мяса мидий. Учитывая заинтересованность западных морских биотехнологов и фармакологов в сотрудничестве по производству мидийных препаратов, в частности биодобавок для животных, следует считать данное направление перспективным для международного сотрудничества.

### 8.1. Экономические аспекты марикультуры

Выращивание деликатесной продукции, богатой белками животного происхождения, причём без расходования кормов и со сравнительно невысокими затратами энергии и труда – привлекательно с экономической точки зрения. При этом выход готовой продукции с единицы площади морской акватории оказывается гораздо выше, чем при выращивании теплокровных животных на пастбищах. Не удивительно, что устрицеводство и мидиеводство являются экономически выгодными в десятках стран и эти отрасли по объёмам продукции стали ведущими в мировой марикультуре. Однако, в сложившихся социально-экономических условиях в Украине, необходимо, до принятия окончательного решения относительно целесообразности создания собственного мидийного или устричного хозяйства, выполнить надёжное экономическое обоснование своего проекта. А принятие решений при управлении уже функционирующим предприятием также должно быть обосновано экономическими расчётами.

Эффективность выращивания моллюсков зависит от принятой организационно – экономической структуры предприятия и его производительности, выбор которых базируется на анализе:

- природных условий (площадь доступной акватории, степень её защищённости от волн и ветра, направление и скорость течений, глубины, обеспеченность кормом, посадочным материалом, наличие хищников, состояние природных поселений моллюсков, удалённость от базы, возможности охраны фермы);
- имеющейся инфраструктуры (наличие портовых сооружений, полноценной береговой базы). Создание новой инфраструктуры на берегу целесообразно только при организации сети марихозяйств или очень крупных хозяйств;

- специфики работ на мидийно-устричном хозяйстве, проявляющейся в выраженной сезонности в реализации продукции, а также в выполнении морских работ (необходимость найма сезонных рабочих).

В настоящее время не представляется возможным выполнить экономический анализ действующего на Чёрном море мидийно-устричного хозяйства. Единственное черноморское мидийно-устричное предприятие ООО «ЯХОНТ - ЛТД», функционирующее в районе пос. Кацивели (Южный берег Крыма) и отвечающее современным техническим требованиям, находится пока на этапе становления. Поэтому приходится ограничиваться ориентировочными расчётами, составленными для некоторого абстрактного предприятия.

В качестве примера возможной фермы рассмотрим морское хозяйство производительностью 1000 т мидий и устриц в год (900 т – мидии; 100 т – устрицы). Организацию морской фермы предполагается осуществить в перспективном для развития марикультуры районе: в Каламитском заливе (Западный Крым) на акватории площадью 31,2 га (поверхность моря), либо 50 га (площадь дна под фермой). Основной упор при выборе носителя делается в данном случае на штормоустойчивость, а также на испытание разных носителей с целью дальнейшей оптимизации структуры фермы.

Структура фермы с указанием производительности отдельных её участков отражена в таблице 18. Организация морской фермы обойдётся (цены 2007 года) в 2 672 295 грн. (табл. 20). На строительство и оснащение береговой базы необходимо 844 800 грн.

Устричный спат можно закупать за границей, но, если мы хотим развивать отечественное устрицеводство, мы должны строить свой питомник, который будет удовлетворять не только потребности в спате собственной фермы, но и других черноморских ферм. Годовая производительность - 4 млн. устричного спата в год, из которых 1,5 млн. - для собственного выращивания и 2,5 млн. - для поставок в другие устричные хозяйства. Затраты на строительство и оборудование питомника составляют 652600 грн. (см. табл. 23).

Для планирования такого крупного морского хозяйства желательно приобрести французское судно, полностью оснащённое

специальным оборудованием, стоимостью 1 950 000 грн. (цены 2007 года).

Целесообразно в состав предприятия, располагающего питомником, хорошей береговой базой, оборудованным специализированным судном - «плавучей базой», включить и учебное подразделение, готовящее специалистов по конхиокультуре. Такая организация - Региональный центр марикультуры - может стать центром развития мидиеводства и устрицеводства на Чёрном море и, следовательно, может рассчитывать на государственное финансирование в полном, либо частичном объёме.

Итак, общие расходы на сооружение и оборудование довольно крупного мидийно-устричного хозяйства с учебным центром просуммированы в таблице 47.

Таблица 47. Смета финансовых затрат на организацию Регионального центра марикультуры

№	Наименование	Стоимость, грн. (цены 2007г)
1	Морская ферма	2 672 295
2	Береговая база	844 800
3	Питомник с учебным центром	652 600
4	Специализированное судно (плавбаза)	1 950 000
	<b>Итого:</b>	<b>6 119 695</b>

*Количество работающих.*

Всего в Региональном центре должно работать 35 человек.

На полную мощность предприятие должно выйти через 3 года: в первый год устанавливаются 30 поверхностных носителей; во второй: 50 полупогружённых и в третий: 15 подповерхностных, для постановки которых нужны рабочие, имеющие навыки выполнения монтажных работ в море.

Сроки амортизации оборудования:

- носитель: 4-5 лет;
- судно: 8 лет (корпус – 10 лет; двигатель – 5 лет);
- строение (цех): 10-15 лет;

- грузовик: 5 лет;
- механизация: 5 лет.

*Реализация мидий.*

- Продолжительность выращивания мидии: 18 месяцев после оседания личинок. Первый урожай собирают через 2 года после постановки поверхностных носителей, т.е. в течение 3-го года будет реализовано 210 т мидий. В течение 4-го года:  $210 + 450 = 660$  т мидий и 50 т устриц. В течение 5-го года:  $660 + 250 = 910$  т мидий и  $50 + 50 = 100$  т устриц. Ежедневно реализуется 3 т мидий.
- Отпускная цена на ферме: 10 грн. за кг (цены 2007-2008 гг. Однако в 2008-2009 гг. цены на живую мидию возросли до 35-40 грн. за кг).
- Начиная с 5-го года, за год реализуется 910 000 кг живых мидий (на сумму 9 100 000 грн.).

*Реализация устриц.*

- Продолжительность выращивания устриц в среднем 24 месяца. Начало сбора урожая: через два года после выставления садков с посадочным материалом.
- Цена одной устрицы 12 грн. (цены 2008-2009 гг.).
- При выходе предприятия на проектную производительность за год реализуется 1 000 000 живых устриц (100 т на сумму 12 000 000 грн.).

*Реализация спата.*

- Цена спата: 1 устрица длиной 10 мм стоит 0,2 грн.
- За год реализуется 2,5 млн. шт. спата (на сумму 500 000 грн.).

Кроме реализации моллюсков доход должны приносить очистка загрязнённых моллюсков, доставляемых с фермерских хозяйств на станцию очистки Регионального центра. Ориентировочная цена очистки: 2 грн. за кг мидий и 6 грн. за кг устриц. Однако эта статья дохода начнёт работать только после создания на Чёрном море фермерских хозяйств.

Подготовка фермеров – также доходная статья.

Кроме этого, доход будет давать разработка проектов для создаваемых фермерских хозяйств; возможны разработки и других проектов и выполнение исследований по марикультурной тематике.

Для разработки проектов, проведения исследований, организации конференций и т.д. «Региональный центр марикультуры» должен заключать договора со специалистами на время проведения запланированных мероприятий.

*Расчёт рентабельности и прибыли:*

$$R = \frac{K - J}{J} \cdot 100\% ,$$

где:  $R$  - рентабельность, %;

$K$  - стоимость годовой реализации моллюсков, грн.;

$J$  - годовые затраты на работу предприятия, грн.

Годовые затраты на обеспечение функционирования предприятия складываются из амортизационных отчислений, отчислений на текущий ремонт и на выплату зарплаты, а также налоги, которые в данных расчётах не учитываются (табл. 48).

Таблица 48. Расчёт капитальных вложений, амортизационных отчислений (А) и отчислений на текущий ремонт (Т/Р) при создании Регионального центра марикультуры

№	Основные фонды	Стоимость, тыс. грн.	А, %	Т/Р, %	А, тыс. грн.	Т/Р, тыс. грн.
1	Здание береговой базы	249,6	6,7	1,8	16,72	4,49
2	Здание питомника	291,2	6,7	1,8	19,51	5,24
3	Склад	30	10	1	3	0,3
4	Морская ферма	2672,3	20	2	534,5	53,45
5	Судно	1950	12,5	2,5	243,75	48,75
6	Оборудование береговой базы	345,2	14,3	1	49,36	3,45
7	Оборудование питомника	361,4	14,3	1	51,68	3,61
8	Причал	30,0	6,7	1,8	2,01	0,54
9	Всего капитальных вложений:	5929,7			920,53	119,83

Средняя зарплата работника составляет 2500 грн./мес. Годовая зарплата 35 человек составит:  $2500 \times 12 \times 35 = 1\,050\,000$  грн.

Итак, годовые расходы по Региональному центру составляют:  
 $920\,530 + 119\,830 + 1\,050\,000 = 2\,090\,360$  грн.

В первые два года реализации не будет, поэтому предприятие будет убыточным.

В третий год будет реализовано 210 т мидий на сумму 2 100 000 грн., что только покроет расходы на обеспечение функционирования центра. В последующие годы, после выхода предприятия на запланированную производительность ежегодно будет реализовываться продукция на сумму:

$$9\,100\,000 + 12\,000\,000 + 500\,000 = 21\,600\,000 \text{ грн.},$$

что в 10 раз превышает расходы на содержание центра.

Прибыль за год составит  $21\,600\,000 - 2\,090\,360 = 19\,509\,640$  грн., т.е. предприятие окупится в течение года его нормальной работы. Рентабельность предприятия после выхода на проектную производительность:  $19\,509\,640 / 2\,090\,360 \times 100 = 933\%$ .

Однако в данных расчётах, во-первых, не учтены налоги, во-вторых, использованы цены на продукцию, сложившиеся в условиях острого дефицита живых моллюсков на рынке Украины. Какими цены будут в будущем – прогнозировать трудно. Возможно, что цены будут не ниже минимальных мировых оптовых цен, что для мидий составляет 1\$ за кг живых моллюсков.

## **8.2. Как организовать морское хозяйство**

Правила организации марихозяйств, а также предприятий на пресных водоёмах, изложены в документе - «Инструкция о порядке осуществления искусственного разведения, выращивания рыбы, других водных живых ресурсов (ВЖР) и их использования в специальных товарных рыбоводных хозяйствах», зарегистрированном в Министерстве юстиции Украины 28 января 2008 г., за № 64/14755.

Согласно Инструкции, будущий пользователь акватории подаёт заявление специальному уполномоченному центрального органа исполнительной власти по вопросам рыбного хозяйства Украины (Государственный комитет рыбного хозяйства Украины) заявление,

согласованное с территориальным (местным) органом рыбоохраны, а также «Режим», разработанный на основе научно-биологического обоснования и согласованный с рыбоохраной и местным органом Министерства охраны окружающей природной среды Украины. К этим документам прилагается научно-биологическое обоснование (НБО) рыбохозяйственного водного объекта, включающего разделы: общая характеристика; гидрологический и гидрохимический режимы; видовой, возрастной, размерно-весовой состав ВЖР; объём запасов ВЖР; рыбопродуктивность по видам; сроки запрета вылова; видовой состав водных растений, зоопланктона, фитопланктона, бентоса, их биомассы и эффективность использования кормовой базы; технология и технические средства выращивания выбранных объектов.

Отдельно представляется карта-схема размещения фермы, уставные и другие документы, перечисленные в Инструкции. НБО и Режим разрабатываются научно-исследовательской рыбохозяйственной организацией в соответствии с заявкой Пользователя. После утверждения Режима в Комитете рыбного хозяйства, Пользователь в течение года обязан выставить носители и оснастить их коллекторами. В противном случае Департамент рыболовства рассмотрит вопрос об аннулировании Режима.

Запрашиваемые площади водных участков должны быть обоснованы планируемой производительностью фермы и техническими характеристиками используемых носителей. Напомним, что площадь участка определяется площадью, занимаемой якорной системой. Эта площадь превышает площадь поверхности акватории, на которой расположены наплава.

Выбранный участок должен отвечать требованиям, изложенным в разделе «Выбор и разметка участков для морской фермы».

**Форма заявлення:**

Голові спеціально уповноваженого  
центрального органу виконавчої влади  
з питань рибного господарства України

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(повна назва та реквізити  
заявника)

**ЗАЯВА**

Прошу затвердити Режим рибогосподарської експлуатації водного  
об'єкта \_\_\_\_\_  
(назва рибогосподарського водного об'єкта та його  
місцезнаходження)

\_\_\_\_\_ 200\_\_ р. \_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)  
М.П.

Заяву погоджено

\_\_\_\_\_ 200\_\_ р. \_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)  
Територіальний орган рибоохорони М.П.

## **Форма для складання Режима:**

ПОГОДЖЕНО

Начальник територіального  
органу Міністерства охорони  
навколишнього природного  
середовища України

"\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Голова спеціально  
уповноваженого центрального  
органу виконавчої влади з питань  
рибного господарства України

"\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ р.

ПОГОДЖЕНО

Начальник територіального  
органу рибоохорони

"\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ р.

### **РЕЖИМ**

рибогосподарської експлуатації

\_\_\_\_\_ (назва рибогосподарського водного об'єкта)

1. Розроблений \_\_\_\_\_

(назва наукової установи, організації тощо, яка розробила Режим)

2. Фізико-географічна характеристика:

2.1. Місцезнаходження водного об'єкта \_\_\_\_\_

(Автономна Республіка Крим (область), район, найближчий населений пункт (указати відстань у км), тощо

2.2. Розміри:

а) довжина, км \_\_\_\_\_; б) ширина, км \_\_\_\_\_;

в) площа водного дзеркала, га \_\_\_\_\_;

г) об'єм, куб.км \_\_\_\_\_; г) максимальна глибина, м \_\_\_\_\_;

д) середня глибина, м \_\_\_\_\_

2.3. Характеристика (консистенція, склад) ґрунтів \_\_\_\_\_

2.4. Види рослин та ступінь заростання у відсотках до загальної площі акваторії \_\_\_\_\_

3. Гідрологічний та гідрохімічний режими \_\_\_\_\_

(замерзання, скресання, товща льодового покриву, класифікація води, наявність явищ задухи)

4. Зв'язок з іншими рибогосподарськими водними об'єктами

(наявність трубопроводів, водозабірних споруд, каналів, рибозахисних пристроїв на них, стоків тощо)

5. Кормова база \_\_\_\_\_

(біомаса фітопланктону, зоопланктону, г/куб.м,

біомаса бентосу, г/куб.м тощо)

6. Видовий склад водних живих ресурсів та їх запаси за видами (тон) \_\_\_\_\_

7. Фактична рибопродуктивність (кг/га) \_\_\_\_\_, у тому числі за видами (кг/га) \_\_\_\_\_

8. Обсяги улову окремих видів водних живих ресурсів за період не менше ніж 5 років до початку здійснення робіт, тон.

N з/п	Види водних живих ресурсів	Роки					
		-----	-----	-----	-----	-----	-----
-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+
-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+
-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+
	Усього						
-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+	-----+



15. Інші заходи \_\_\_\_\_

16. \_\_\_\_\_  
(назва наукової установи, організації,  
яка розробила Режим)

відповідає за наукове обґрунтування цього Режиму

\_\_\_\_\_  
(назва користувача)

відповідає за виконання вимог, складених науковою організацією для  
цього Режиму.

17. Термін дії Режиму від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ р. до  
"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ р.

Повна назва та реквізити  
наукової установи,  
організації, якою розроблено  
Режим \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ р. Керівник \_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали, підпис)  
М.П.

Повна назва та реквізити  
користувача, на замовлення  
якого розроблено Режим \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

"\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ р.

Користувач \_\_\_\_\_  
(прізвище, ініціали, підпис)

В Режиме представлена программа работ по годам, включая объёмы реализации выращиваемой продукции. Опыт показывает, что практически всегда Пользователь составляет слишком оптимистическую программу, которая в дальнейшем не выполняется. Но за не выполнение собственноручно составленной программы, у Пользователя возникают серьёзные неприятности в отчётные периоды, причём, повторные невыполнения программы могут привести к аннулированию Режима и, следовательно, к прекращению деятельности предприятия.

В настоящей Инструкции уточняются положения о функционировании морского хозяйства, ведения отчётности и контроля производственной деятельности органами рыбоохраны. Разъясняется также последовательность действий, требуемых для внесения изменений в режим в случае изменения производительности фермы, либо изменения ассортимента выращиваемых объектов.

После утверждения режима в Департаменте рыбного хозяйства, производится согласование выделенной акватории (согласование координат водного участка) в Госгидрографии Украины, для чего делается выкопировка участка морской фермы с указанием координат участка. На согласование предоставляются: а) заявка на согласование; б) название организации, почтовый адрес, телефон, факс, код ЕГРПОУ, свидетельство плательщика НДС, индивидуальный налоговый номер, расчётный счёт, наименование банка, код МФО; в) схема расположения фермы (выкопировка) с указанием координат; г) режим. Координаты акватории согласовываются при условии, что ферма не будет мешать судоходству, не попадает в запретную, либо уже занятую хозяйственной деятельностью зону, а также, если по дну данной зоны не проходят электрокабели, трубопроводы и т.д. Гидрографическая служба затем наносит на навигационные карты участок фермы, который считается закрытым для плавания.

После завершения монтажа фермы местная рыбоохрана инструктирует об особенностях организации процесса выращивания и подъёма (реализации) ВЖР, в частности о ведении журналов (промысловый журнал, журнал приёма ВЖР, талоны на подъём ВЖР), отчётностей и получении разрешений.

Береговая база, на которой будет производиться обработка моллюсков и их подготовка к реализации, должна быть аттестована Лабораторией ветеринарной медицины.

Дополнительно следует завести журнал ведения всех работ на морской ферме с указанием дат постановки всех носителей, схемы размещения этих носителей на акватории, сроков оседания спата, размеров моллюсков, их количество и вес на погонный метр и т.д.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная работа представляет собой первую книгу на русском языке, (включая переводную литературу), в которой подробно изложены все этапы выращивания мидий и устриц. Поэтому эту книгу можно считать практическим руководством по мидиеводству и устрицеводству.

Основные условия для развития марикультуры: потребности в продуктах (мидиях), пригодные акватории, отработанная и надёжная технология - достаточно подробно освещены в этой книге. По расчётам специалистов потребности Украины в живой товарной мидии: 143 098 т мидий в год, а Крыма: 7 238 т мидий в год. Разработанные технологии производства фармакологических препаратов, кормовых добавок, продуктов питания остаются практически не задействованными из-за отсутствия сырьевой базы. Растущий спрос на морепродукты со стороны людей, приезжающих на побережье Чёрного моря для отдыха и лечения, удовлетворяется лишь частично и, в основном, за счёт импорта мороженого мяса мидий, из которого невозможно приготовить полноценное и эстетически оформленное морское блюдо.

Черноморское устрицеводство находится в худшем состоянии, чем мидиеводство. Если в начале 20-го столетия только Крым производил 11-13 млн. экз. черноморских устриц в год, которых в живом виде поставлял в Санкт-Петербург, Москву, Варшаву, Ригу и другие города, то в настоящее время в незначительных количествах выращивается только акклиматизированная тихоокеанская устрица, которая тут же и реализуется. Черноморская устрица, превосходящая по вкусовым качествам других устриц, находится на грани исчезновения. Однако спасти эту устрицу и даже выращивать в промышленных масштабах возможно, если не допускать превышения температуры воды в садках выше 19°C, что легко решаемо технически. На наш взгляд, для развития устрицеводства целесообразно построить один-два мощных питомника, которые могли бы снабжать посадочным материалом все черноморские устричные фермы.

В Чёрном море сохранились огромные акватории, где площади, пригодные для марикультуры, измеряются не гектарами, а тысячами

квадратных километров. Например, у крымского побережья пригодными для конхиокультуры являются акватории Каламитского и Каркинитского заливов, а также озеро Донузлав. Качество воды в перечисленных акваториях отвечает санитарным требованиям и характеризуется высокой продуктивностью. В Каламитском заливе фермы будут расположены на значительном удалении от берега (2-4 км и более), что существенно ослабит загрязняющее воздействие на фермы хозяйственно-бытовых и промышленных стоков и, с другой стороны, фермы не будут мешать развитию индустрии отдыха. Береговая полоса северо-западного Крыма не перенаселена как на южном берегу, следовательно, получение участков для создания береговых баз на западном и северном побережье – задача вполне решаемая.

Технология выращивания, описанная в книге, разработана на основе анализа современной технологии и технических средств, используемых в конхиокультуре Западной Европы и Северной Америки, а также на основе собственного 25-летнего опыта экспериментального выращивания и испытания собственных технических разработок. Предлагаемые конструкции носителей являются штормоустойчивыми и предназначены для выращивания в открытом море. В защищённой от штормов акватории целесообразно эксплуатировать упрощённые поверхностные носители, отличающиеся дешёвизной и простотой обслуживания.

Технология и разнообразие технических средств выращивания дают широкие возможности выбора характера и производительности планируемого морского хозяйства: можно начинать с создания скромного хозяйства производительностью всего 10 т мидий в год и с ручной обработкой урожая. Для этого целесообразно использовать донные носители и небольшой, оборудованный портиком и ручной лебёдкой катер. Применяя носители других типов, можно построить ферму средней производительности (150 - 200 т/год). На основе подповерхностных носителей можно создать надёжные и крупные фермы, (например, 1000 т/год) с высоким уровнем механизации обслуживания фермы и обработки урожая. Перспективной представляется реализация и комплексного проекта, включающего ферму, питомник, станцию очистки моллюсков и учебный центр.

Необходимо прилагать серьёзные усилия для формирования рынка живых моллюсков и продуктов их переработки. Формированию рынка будут способствовать создание сайтов производителей моллюсков; публикации в СМИ; выступления на радио и телевидении, а также распространение в местах реализации и в Интернете красочных проспектов с рецептами приготовления блюд из **живых** моллюсков; организация дегустаций и т.д.

Следует особо отметить, что технология и технические средства выращивания, описываемые в данной книге, соответствуют таковым, применяемым в экономически развитых странах и резко контрастируют с низкоэффективной технологией, использовавшейся в СССР при выращивании мидий на непрерывных коллекторах. Современная технология позволяет производить непрерывно в течение всего года съём с одного носителя только мидий товарного размера и при этом не терять мелких мидий. В то время как старая технология рассчитана на подъём всего носителя один раз в два года, реализацию товарных мидий и выбрасывание в море нетоварных, составляющих обычно до 80% всего урожая.

Новым для черноморского мидиеводства является и взгляд на конечный продукт, предлагаемый морским хозяйством: в продажу поступает не варёно-мороженное мясо, а живые мидии, (как это принято в большинстве стран Западной Европы и Северной Америки). Однако, при этом фермер должен затрачивать усилия и средства на пропаганду блюд, которые готовятся из живых мидий, что входит в область интересов фермера, конкурирующего с импортным мороженым мясом мидий.

Как следует из содержания книги, профессия морского фермера требует знаний из различных областей человеческой деятельности. Минимум, достаточный для организации морского хозяйства и его успешного функционирования, по нашему мнению, содержится в данной книге. Хотя стать квалифицированным успешным мидиеводом или устрицеводом, можно только в процессе многолетнего практического выращивания, обработки и реализации вкусных и полезных для человека морепродуктов: мидий и устриц.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бардач Дж. Аквакультура: разведение и выращивание пресноводных и морских организмов / Дж. Бардач, Дж. Ритер, У. Макларни; перевод с англ. А. Д. Гершановича и К. М. Михлиной; под ред. Т. М. Аронович. – Москва: Пищевая промышленность, 1978. - 294 с.
2. Гаевская А. В. Паразиты, комменсалы и болезни черноморской мидии / Гаевская А. В., Губанов В. В., Мачкевский В. К., Найдёнова Н. Н., Ткачук Л. П., Солонченко А. И., Холодковская Е. В.; под ред. Гаевской А. В.; Академия наук Украинской ССР, Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского. – Киев: Наукова думка, 1990. – 132 с.
3. Государственные санитарные правила и нормы. Для предприятий и судов, производящих продукцию из рыбы и других живых ресурсов. – Киев: Минздрав Украины, 2003.
4. Горбунова Н. П. Альгология : учеб. пособие для вузов по спец. «Ботаника» / Н. П. Горбунова — Москва : Высшая школа, 1991. - 256 с.
5. Дубинин Н. П. Генетика = Genetics: научное издание / Н. П. Дубинин. - Кишинев: Штиинца, 1985. - 534 с.
6. Заика В. Е. Митилиды Чёрного моря / Заика В. Е., Валовая Н. А., Повчун А. С., Ревков Н. К.; отв. ред. Заика В.Е.; Академия наук Украинской ССР, Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского. – Киев: Наукова думка, 1990. – 205 с.
7. Иванов В. Н. Биология культивируемых мидий / Иванов В. Н., Холодов В. И., Сеничева М. И., Пиркова А. В., Булатов К.В.; Академия наук Украинской ССР, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. – Киев: Наукова думка, 1989. - 100 с.
8. Кракатица Т. Ф. Биология черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. в связи с вопросами ее воспроизводства / Т. Ф. Кракатица; Академия наук Украинской ССР, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. - Киев: Наукова думка, 1976. - 76 с.

9. Марикультура мидий на Чёрном море / ред. В. Н. Иванов; Национальная академия наук Украины, Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ – Гидрофизика», 2007. – 314 с.

10. Наумова Н. В. Исследование рынка продуктов из мидий / Наумова Н. В., Козыряцкая А. Х. // Рыбное хозяйство Украины - 1999 - №1 - С. 25-28.

11. Милн П. Х. Морские хозяйства в прибрежных водах = Fish and shellfish farming in coastal waters / П. Х. Милн; пер. с англ. Т. Т. Костроминой ... [и др.] ; под ред. Л. В. Спекторовой, З. П. Орловой. - Москва: Пищевая промышленность, 1978. – 197 с.

12. Пиркова А. В. Динамика линейного и весового роста устриц *Crassostrea gigas*, культивируемых в б. Карантинная /Пиркова А. В., Попов М. А.// Рыбне господарство України. – 2005. - №7 (спецвыпуск). – С. 115-116.

13. Рябушко Л. И. Атлас токсичных микроводорослей Чёрного и Азовского морей / Л. И. Рябушко; Мин-во обороны Украины, Национальная академия наук Украины, НИЦ «Государственный океанариум». – Севастополь: «ЭКОСО-Гидрофизика», 2003. - 142 с.

14. Супрунович А. В. Аквакультура беспозвоночных / А. В. Супрунович; Академия наук Украинской ССР, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. - Киев: Наукова думка, 1988. - 154 с.

15. Супрунович А.В. Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: устрицы, гребешки, раки, креветки / А. В. Супрунович, Ю. Н. Макаров; отв. ред. В. И. Золотарев; Академия наук Украинской ССР, Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского. - Киев: Наукова думка, 1990. - 261с.

## Список дополнительной литературы.

1. Bussani M. Guida pratica di mitilicoltura / M. Bussani. - Bologna : Edagricole, 1983. - 231 p.
2. Vidal-Giraud B. Conchyliculture en mer ouverte en region Languedoc-Roussillon / B. Vidal-Giraud. - Montpellier : CEPRALMAR, 1988. - 132 p.
3. Bompais X. Les filieres pour l'elevage des moules. Guide pratique / X. Bompais. - Plouzane : IFREMER, 1991. - 250 p.
4. Loste C, Cazin F. La conchyliculture en mer ouverte en Languedoc-Roussillon. Situation en 1992 / C. Loste, F. Cazin. - Montpellier : CEPRALMAR, 1993. - 187 p.
5. Апрышко Г. Н. Противоопухолевые препараты из морских организмов / Г. Н. Апрышко, М. В. Нехорошев; под ред. В.Н. Иванова. - 2-изд. (испр. и доп.). – Севастополь: Аквавита, 2000. – 105 с.
6. Золотарёв В. Н. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков / В. Н. Золотарев. - Киев: Наукова думка, 1989 – 112 с.
7. Касьянов В. Л. Размножение иглокожих и двустворчатых моллюсков: монография / В. Л. Касьянов, Л. А. Медведева, С. Н. Яковлев, Ю. М. Яковлев; отв. ред. С. А. Милейковский; АН СССР, Дальневост. науч. центр. Ин-т биологии моря. - Москва: Наука, 1980. - 204 с.
8. Мотавкин П. А. Гистофизиология нервной системы и регуляция размножения у двустворчатых моллюсков / П. А. Мотавкин, А. А. Варакин; АН СССР, Дальневост. науч. центр. Ин-т биологии моря. – Москва: Наука, 1983. – 206 с.
9. Раков В.А. Биологические основы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg) в заливе Петра Великого: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.18 / В. А. Раков; Академия наук СССР, Дальневосточный научный центр, ТИНРО - Владивосток, 1984. – 24 с.

Науково - освітнє видання

Холодов В.І., Піркова Г.В., Ладигіна Л.В.  
**Виращування мідій та устриць в Чорному морі.**

Редактор В.М. Єремєєв.  
Технічний редактор Р.Г. Геворгіз.

Монографія  
(російською мовою)

Рецензенти - В.І. Рябушко, докт. біол. наук  
О.Р. Болтачов, канд. біол. наук

Друкується за постановою вченої ради  
Інституту біології південних морів НАН України  
(протокол № 20 від 18 грудня 2009 року)

Видання здійснене за підтримкою  
ТОВ „ЯХОТ ЛТД”, м. Дніпропетровськ

---

Підп. до друку	Формат	Бум. офсетна №
Друк офсетний		
Наклад 300 прим.	Заказ №	Ціна договірна

---

Друкарня „DigitPrint”, 99011 Севастополь, вул. Сенявина, 1  
Свідоцтво про державну реєстрацію № Серія від

