

А. В. Супрунович

# Аквакультура БЕСПОЗВОНОЧНЫХ



АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

**А. В. Супрунович**

---

# **Аквакультура БЕСПОЗВОНОЧНЫХ**

УДК 574.6 : 592

**Аквакультура беспозвоночных / Супрунович А. В.** — Киев: Наук. думка, 1988 — 156 с.— ISBN 5-12-000258-4

В монографии рассмотрены современные биотехнические методы промышленного выращивания ценных видов беспозвоночных, обобщен опыт по их культивированию, показана динамика процесса культивирования. Даются перечень и краткие характеристики наиболее широко культивируемых пищевых беспозвоночных. Показаны устройства и приспособления для выращивания беспозвоночных, техническая оснащенность работ. Рассматриваются типы промышленных хозяйств, способы очистки товарной продукции, а также вопросы, связанные с организацией промышленных хозяйств. Приводятся сведения о культивировании одноклеточных водорослей, кормовых беспозвоночных, составах кормов, их производстве в замкнутых системах водоснабжения.

Для гидробиологов, зоологов, маринодов, работников рыбной промышленности

Ил. 67. Табл. 24. Библиогр.: с. 146—154.

Ответственный редактор *В. И. Иванов*

Рецензенты *И. А. Граф, В. А. Куликова*

Редакция общей биологии

С  $\frac{2001050100-044}{M221(04)-88}$  КУ-2-310-88

ISBN 5-12-000258-4

© Издательство «Наукова думка», 1988

Биоресурсы морских и пресных вод СССР с каждым годом приобретают все более важное народнохозяйственное значение. Промысел наиболее ценных гидробионтов близок к максимально возможному пределу в связи с тем, что запасы отдельных морских и солоноватоводных организмов не безграничны. Кроме того, на шельфе, где в основном сконцентрирован промысел рыб, беспозвоночных и водорослей, могут наблюдаться существенные экологические изменения за счет интенсивного промысла и хозяйственной деятельности. Поэтому одним из основных способов увеличения запасов гидробионтов на шельфе, среди которых важное значение имеют ценные беспозвоночные животные, может служить их искусственное разведение и выращивание.

В некоторых странах мира (КНР, Япония) имеется многовековой опыт культивирования беспозвоночных. В последнее десятилетие интерес к их культивированию значительно возрос в связи с резким ростом спроса на пищевые продукты из морских организмов. Интенсифицировались научно-исследовательские работы в этой области, быстрыми темпами увеличивается количество промышленных хозяйств (ферм), производящих ценную пищевую и кормовую продукцию из морских и пресноводных беспозвоночных.

В СССР культивированию беспозвоночных в промышленных масштабах стали уделять особое внимание в последние 10—15 лет, и в настоящее время эта отрасль хозяйства имеет большие перспективы для развития.

Цель предлагаемой книги — показать современные биотехнические методы промышленного выращивания ценных видов беспозвоночных и обобщить накопленный опыт по их культивированию в течение последних лет. Главное внимание уделяется тем беспозвоночным, которые в настоящее время выращиваются или будут выращиваться в промышленных хозяйствах СССР, а также некоторым видам, культивируемым за рубежом, но биотехника которых хорошо разработана и может служить примером экспериментальных и промышленных разработок.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

---

- АзчерНИРО — Азово-Черноморский научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии Минрыбхоза СССР
- АзЧеррыба — Азово-Черноморское рыбопромышленное объединение
- ВНИРО — Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии Минрыбхоза СССР
- ВРПО АзЧеррыба — Всесоюзное рыбопромышленное объединение АзЧеррыба
- ВРПО Дальрыба — Всесоюзное рыбопромышленное объединение Дальрыба
- Севрыба — Североморское рыбопромышленное объединение
- ВРПО Севрыба — Всесоюзное рыбопромышленное объединение Севрыба
- Дальрыба — Дальневосточное рыбопромышленное объединение
- ДВНЦ СО АН СССР — Дальневосточный научный центр Сибирского отделения АН СССР
- ДВПИ — Дальневосточный политехнический институт Минвуза РСФСР
- ЗИН АН СССР — Зоологический научно-исследовательский институт АН СССР
- ИНБЮМ — Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского АН УССР
- ИРИК — Инкубатор рачьеи икры КрасНИИРХ
- КрасНИИРХ — Краснодарский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства Минрыбхоза РСФСР
- ОМУРК — Очаковский опытно-мидийно-устричный рыбокомбинат Минрыбхоза СССР
- ООЭМО МГИ АН УССР — Одесское отделение экологии и экономики Мирового океана Морского гидрофизического института АН УССР
- ПИНРО — Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии Минрыбхоза СССР
- ТИНРО — Тихоокеанский научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии Минрыбхоза СССР
- УкрНИИРХ — Украинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства.

## АКВАКУЛЬТУРА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ, СОСТОЯНИЕ И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

---

В течение многих столетий беспозвоночные (Invertebrata) служили человеку пищей, техническим сырьем, а раковины ценных моллюсков — украшениями и даже деньгами. До настоящего времени наиболее интенсивно эксплуатируются ресурсы шельфа Мирового океана, в связи с чем отмечается снижение численности млекопитающих, рыб, моллюсков, ракообразных, водорослей и других ценных гидробионтов. Неблагоприятно влияет на воспроизводство биоресурсов все увеличивающееся загрязнение Мирового океана промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми отходами. Создавшееся положение заставило многие страны мира обратить особое внимание на воспроизводство водных организмов в контролируемых условиях. Современная аквакультура ценных гидробионтов, в том числе беспозвоночных, — бурно развивающаяся отрасль науки и техники.

В настоящей работе под термином аквакультура понимаются искусственное разведение (получение жизнеспособных или жизнестойких личинок) и выращивание (подрощивание личинок и молоди до жизнестойких стадий или товарных размеров) ценных гидробионтов до товарных размеров, включая комплекс работ до их реализации. При выращивании искусственно полученной молоди термин «выращивание» лучше заменить термином «культивирование», под которым понимается естественный сбор или искусственное получение молоди и ее дальнейшее подрощивание до товарных размеров.

В настоящее время мировая продукция аквакультуры рыб, беспозвоночных и водорослей составляет 9—9,5 млн. т (в 1975 г. всего 6,1 млн. т). Около 80 % общей продукции аквакультуры приходится на страны Азии; доля Европы — 13—14, Северной Америки — до 2, Латинской Америки и Африки — менее 1 %. К 2000 г., по прогнозу ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций), ожидается производство 50 млн. т, при этом доля продукции марикультуры в общем объеме продукции аквакультуры пока составляет 30—35 % и будет резко расти в первую очередь за счет двустворчатых моллюсков, так как они не требуют кормов и больших затрат при культивировании в промышленных хозяйствах [201].

В Японии, США, Франции, Испании, Голландии, Китае, Австралии, Италии и других странах культивирование ценных беспозвоночных ведется в промышленных масштабах, а в Японии, Испании, Франции, Голландии является одним из источников национального

дохода. Например, от общей продукции прибрежного рыболовства Японии в 1981 г. (2,8 млн. т) продукция марикультуры (водоросли, беспозвоночные, рыбы) составила около 1 млн. т; в Китае, с учетом выращивания водорослей, она достигла 1,5 млн. т; в США, Испании, Голландии, Франции она находится на уровне сотен тысяч тонн (в основном за счет выращивания двустворчатых моллюсков — устриц и мидий). В этих странах число промышленных хозяйств, занятых выращиванием беспозвоночных, достигает нескольких тысяч [17, 43]. Многие беспозвоночные являются традиционной пищей населения (во Франции — мидии и устрицы, в Испании — мидии, в Японии — устрицы и креветки). Некоторые высшие ракообразные (креветки, омары, раки и др.) во многих странах считаются деликатесными.

Из громадного числа беспозвоночных в промышленных масштабах выращиваются двустворчатые моллюски (класс *Bivalvia*) — устрицы, мидии, гребешки, клемы, жемчужницы; брюхоногие моллюски (класс *Gastropoda*) — морские ушки; десятиногие ракообразные (отряд *Decapoda*) — креветки, раки, омары, крабы (несколько видов); кормовые ракообразные (класс *Crustacea*) — артемия, копеподы и др.

При товарном выращивании беспозвоночных в хозяйствах предпочтение отдается некоторым видам, пользующимся традиционно большим спросом у населения. Например, в промышленных японских хозяйствах, занятых культивированием устриц и креветок, предпочтение отдают гигантской устрице (*Crassostrea gigas*) и японской креветке (*Penaeus japonicus*), хотя в Японии насчитывается около десятка других видов устриц и креветок, перспективных для промышленного выращивания. В Испании, Италии, Голландии предпочитают выращивать мидий (*Mytilus edulis*, *M. galloprovincialis*). Культивирование моллюсков и ракообразных в разных странах имеет свои традиции и специфику.

Как следует из литературных источников, организации работ по аквакультуре необходимо уделять большое внимание. В комплексе мероприятий по аквакультуре предусмотрены [124]:

- 1) изучение абиотических условий, в частности влияния загрязнений и возможности создания искусственного апвеллинга;
- 2) выбор культивируемых объектов, их кормов и рационов питания, изучение конкурентов, болезней, хищников, паразитов;
- 3) разработка биотехники выращивания ценных гидробионтов, их сбор и переработка готовой продукции;
- 4) экономическая оценка всего процесса и его отдельных этапов.

На Всемирной конференции по аквакультуре были сформулированы основные направления развития мировой аквакультуры [51]:

- 1) пастбищное хозяйство, выпуск молоди в прибрежные водоемы;
- 2) товарное выращивание молоди;
- 3) замкнутые циклы воспроизводства и выращивания;
- 4) мелиорация биотопов (создание нерестилищ, рифов);
- 5) направленное воздействие на режим водоемов (удобрение, искусственный апвеллинг);
- 6) акклиматизация и вселение новых видов.

Очень важно при постановке работ по аквакультуре правильно выбрать объекты для культивирования, изучить биотехнические этапы их выращивания, рассчитать экономическую эффективность процесса культивирования. Национальная Океаническая Атмосферная Ассоциация (НОАА) США наиболее перспективными для промышленного культивирования в стране назвала следующие группы животных: среди десятиногих ракообразных — морских и пресноводных быстро растущих креветок, пресноводных раков, омаров, крабов; среди моллюсков — устриц, мидий, клем, гребешков, жемчужниц. Большое внимание уделяется культивированию таких новых объектов, как гигантская креветка *Macrobrachium rosenbergii* [86, 88].

В настоящее время в СССР разрабатывается биотехника культивирования моллюсков — плоских (*Ostrea edulis*) и гигантских (*Crassostrea gigas*) устриц, мидий (*Mytilus edulis*, *M. galloprovincialis*), приморских (*Patinopecten yessoensis*) и японских (*Chlamys farreri nipponensis*) гребешков, песчаной ракушки (*Mya arenaria*); иглокожих — дальневосточного трепанга (*Stichopus japonicus*); пищевых ракообразных — интродуцированных (*Macrobrachium rosenbergii*, *M. nipponensis*, *Penaeus japonicus*) и местных (*Pandalus latirostris*) креветок, длиннопалых (*Astacus leptodactylus*) и широкопалых (*Astacus astacus*) раков, а также привозных из Швеции (*Pacifastacus leniusculus*) раков (водоемы Прибалтики); кормовых ракообразных — артемий (*Artemia salina*), копепод (*Pontella mediterranea* и др.), дафний (*Daphnia pulex*, *D. magna*, *D. longispinus* и др.), некоторых кормовых организмов классов Crustacea, Insecta.

В промышленных масштабах культивируют кормовых беспозвоночных на рыбзаводах или специальных рыбоводных комплексах.

Разработкой биотехники культивирования кормовых и пищевых беспозвоночных занимаются практически во всех научно-исследовательских институтах Минрыбхоза СССР. Активное участие в работах принимают институты АН СССР, Академии союзных республик, Минвуз СССР и проектно-технические организации.

В настоящее время в южной (район Ласпи — Батилимана) и юго-восточной (район Судака — Карадага) частях Крымского побережья, у кавказских берегов (мыс Большой Утриш) и в северо-западной части Черного моря (район Большого Фонтана г. Одессы, Егорлыцкий, Тендровский заливы), в Керченском проливе (с. Заветное), в Обиточном заливе Азовского моря, у мыса Картеш Белого моря, в бухте Западная Зеленецкая Баренцева моря, в бухтах залива Петра Великого Японского моря (о. Попов, пос. Посъет и др.) проводятся комплексные научно-исследовательские работы по обоснованию биотехники культивирования пищевых моллюсков.

## ХАРАКТЕРИСТИКА КУЛЬТИВИРУЕМЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

---

В настоящее время насчитывается более 100 видов ценных беспозвоночных, введенных в аквакультуру в различных странах мира. Культивируют моллюсков (Mollusca), иглокожих (Echinodermata), членистоногих (Arthropoda). К этим же типам относится значительное количество культивируемых кормовых беспозвоночных. Незначительная часть выращиваемых кормовых организмов принадлежит к червям (Annelida и др.).

Среди культивируемых беспозвоночных большую часть продукции дают устрицы (роды *Ostrea* и *Crassostrea*), мидии (род *Mytilus*), гребешки (роды *Pecten*, *Patinopecten*), креветки (роды *Penaeus*, *Metapenaeus*, *Macrobrachium*), раки (роды *Astacus*, *Procambarus*). Основную массу животных кормов для выращиваемых личинок рыб и беспозвоночных получают за счет культивирования артемий, копепод.

С каждым годом спектр культивируемых видов расширяется, совершенствуется биотехника выращивания традиционных объектов аквакультуры (устриц, мидий, гребешков, креветок, раков, артемий и др.).

Распространение научных методов основ аквакультуры имеет огромное значение для повышения рентабельности хозяйств и особенно при освоении новых объектов культивирования.

В настоящее время в аквакультуру введено значительное число видов морских беспозвоночных. Ниже приводится их список и характеристика, составленные с учетом материалов каталога ФАО [132], а также других литературных источников [2, 3, 6, 24, 32, 41, 44, 53, 55, 79, 84, 109, 112, 135, 142, 144].

### ТИП MOLLUSCA

Класс *Bivalvia*

Надотряд *Autobranchia*

СЕМЕЙСТВО *Crassostreidae*

Род *Crassostrea*

*Crassostrea angulata* (Lamarck) — португальская устрица. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена в прибрежных водах Европы. Промышленное выращивание осуществляется во Франции. Завезена в Тунис, где культивируется в солоноватых озерах.

Экспериментальное выращивание осуществляется также в Южной Африке. Соленость воды при выращивании может колебаться от 21 до 43 ‰ (оптимальная 20—30 ‰), температура — 20—25 °С. Размножаются устрицы при температуре воды более 20 °С. До момента оседания личинки находятся в планктоне 15—20 дней. Товарных размеров (более 60 г), включая массу раковины, устрицы достигают к концу третьего года выращивания.

*Crassostrea commercialis* (Iredale and Roughley) — сиднейская скальная устрица. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена в водах Австралии и Гавайских островов. Промышленное выращивание устриц этого вида производится в эстуарных районах и заливах Австралии наряду с другими видами устриц. Экспериментальное выращивание осуществляется в некоторых странах Южной Африки. Оптимум температуры и солености воды для роста и развития устриц колеблется в широких пределах. Например, в порту Стефенс устриц выращивают при температуре воды 12—25 °С и солености 25—35 ‰. Размножение устриц растянутое, выход половых продуктов в течение года может происходить 2—4 раза (летом и осенью) при температуре воды выше 20 °С. Личинки находятся в планктоне в течение 2—3 недель. Товарных размеров (8—10 см, масса, включая раковину, приблизительно 70 г) достигает за 3—4 года.

*Crassostrea cucullata* (Born) — японская устрица, или индийская скальная устрица. Обитает в морских и солоноватых водах Японии, Австралии, Новой Зеландии, Индии. Промышленное выращивание устричного спата осуществляется в Японии, товарное выращивание развито на Филиппинах и в незначительных масштабах на юге Индии. Наиболее благоприятен для размножения устриц период с марта по май. Товарных размеров (6—8 см) устрицы достигают за 8—12 месяцев выращивания.

*Crassostrea gigas* (Thunberg) — тихоокеанская, или гигантская устрица. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена в основном в тихоокеанских водах Японии и СССР, но встречается в водах стран Юго-Восточной Азии. Товарное выращивание осуществляется в Японии, на Корейском полуострове, в Новой Зеландии, Франции, ФРГ, США (Аляска и Калифорния) и странах Юго-Восточной Азии, Европы. Экспериментальное и полупромышленное выращивание осуществляется на Филиппинах, в СССР (залив Посыета, Японское море) и во многих странах мира. Лучше всего устрицы растут в эстуариях при солености воды 20—25 ‰ и температуре 24 °С. Половые продукты устрицы этого вида выметывают с мая по сентябрь при температуре воды 19—20 °С. Наибольшая интенсивность выхода половых продуктов (пика размножения) наблюдается при температуре воды 23—25 °С. Личинки находятся в планктоне 10—14 дней. При культивировании во Внутреннем Японском море с июня (момент оседания личинок) до ноября — декабря (сбор товарных устриц) масса устриц достигает 30 г, а при дальнейшем подращивании (12 мес) увеличивается до 60 г и более. В северной части Японии 60-граммовых устриц получают за 18 мес выращивания. Товарных размеров (10—15 см) устрицы достигают за 1,5—2 года выращивания.

***Crassostrea rhizophorae*** (Guilding) — мангровая устрица. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена в прибрежных водах Кубы, Ямайки, Пуэрто-Рико, Венесуэле. Товарное выращивание осуществляется на Кубе и Венесуэле. Температура обитания составляет 18—35 °С, соленость воды — 22—40 ‰ (оптимальные — 22—30 °С и 28—36 ‰). Размножается устрица круглогодично, с пиками в марте — июне и сентябре — ноябре или марте — мае и августе — ноябре (на Кубе) в зависимости от температуры воды и мест обитания. Максимум планктонных личинок устриц наблюдается в июле и снижается к декабрю. Товарных размеров (5 см) устрицы достигают за 5—7 мес выращивания.

***Crassostrea rivularis*** (Gould) — башмачная устрица. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена в водах Филиппинских островов, Японии, Индии, США и других стран. Промышленное выращивание осуществляется на Филиппинах и в Японии, где на ее долю приходится 7 % всей устричной продукции страны. В районах обитания температура воды колеблется от 25 до 33 °С, а соленость от 7 до 45 ‰. Оптимальная температура воды для размножения устриц 30—33 °С, а соленость — 15—16 ‰. Товарных размеров (7—7,5 см) устрицы достигают за 6—9 мес выращивания.

***Crassostrea virginica*** (Gmelin) — американская атлантическая, или восточная, устрица. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена на Атлантическом побережье США, в западной Индии, завезена в Британскую Колумбию. Промышленное выращивание устриц осуществляется в США. Выдерживает колебания солености воды от 5 до 32 ‰ (оптимальная 15—25 ‰). Размножается при температуре воды 20—32 °С. Оптимальная для роста личинок устриц соленость воды — 15—18 ‰, температура — 18—30 °С. Личинки устриц находятся в планктоне от 10 до 20 дней. Товарных размеров (7—7,5 см) устрица достигает за 2—4 года выращивания (в зависимости от температуры и солености воды, района выращивания, кормовой базы).

## Род *Ostrea*

***Ostrea edulis*** (Linnaeus) — европейская плоская устрица. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена у берегов Европы (Франция, Великобритания, Испания, Италия, Югославия, СССР и др.). В СССР встречается в основном в северо-западной части Черного моря (Тендровский, Каркинитский заливы). Промышленное выращивание осуществляется во многих странах Европы (Франция, Великобритания, Испания, Италия, Греция, Югославия и др.), а также Южной Африки. В СССР также приступили к промышленному выращиванию устриц. Плоская устрица выдерживает соленость воды до 45 ‰ (оптимальная 18—30 ‰), размножается при температуре воды 15—20 °С. До момента оседания личинки находятся в планктоне 12—14 дней. Товарных размеров (6—7 см) устрица достигает за 9—40 мес выращивания (в зависимости от температуры и солености воды, района выращивания, кормовой базы). В СССР в северо-западной

части Черного моря устрица достигает товарных размеров (5—6 см за 3 года выращивания и у кавказских берегов — за 1,5 года.

*Ostrea iredalei* (Faustino) — филиппинская устрица. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена в прибрежных водах Филиппинских островов. Товарное выращивание осуществляется на Филиппинах, где этот вид наиболее широко культивируется. Размножаются устрицы весной (март — май) и летом (июнь — август) при солёности воды 15 ‰ и температуре от 30 до 33 °С. Оптимальная температура воды для роста и развития устриц 25—33 °С. Солёность воды в районах обитания постоянно варьирует (из-за дождей), но устрицы выдерживают солёность воды до 45 ‰. В планктоне личинки устриц находятся 6—7 дней, товарных размеров (6—8 см) достигают за 8—12 мес выращивания.

#### СЕМЕЙСТВО MYTILIDAE

#### Род *Mytilus*

*Mytilus edulis* (Linnaeus) — обыкновенная мидия. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена во многих водоемах Европы, Азии, Америки. Промышленное выращивание осуществляется в Испании, Голландии, Италии, ФРГ, ГДР, Великобритании, Китае, Канаде и многих других странах. В СССР мидия распространена в Белом, Баренцевом и Японском морях. Мидии этого вида встречаются в водах с солёностью от 4 до 40 ‰ и температурой 1—25 °С (оптимальные 16—32 ‰ и 10—20 °С). Размножаются в весенне-осенний период с двумя пиками: апрель — июнь и октябрь — ноябрь. Сроки и интенсивность выхода половых продуктов мидий зависят от температуры и солёности воды в районах обитания. В теплых водах личинки мидий ведут планктонный образ жизни 2—4 недели, в холодных — 4—12 недель, товарных размеров (5—8 см) достигают за 8—36 мес выращивания (в зависимости от температуры и солёности вод районов выращивания, кормовой базы). В Баренцевом море (СССР губа Западная Зеленецкая) мидии достигают товарных размеров (5 см к концу 4-го года выращивания).

*Mytilus galloprovincialis* (Lamarck) — средиземноморская мидия. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена в Средиземном и Черном морях. В СССР значительное скопление мидий этого вида отмечены в Феодосийском и Керченском заливах, в северо-западной части Черного моря (Тендровский залив и др.), а также в северной части Азовского моря (Обиточный, Бердянский заливы, Молочный лиман). Промышленное выращивание мидий осуществляется в Италии, Югославии, Греции, СССР, Болгарии в солоноватых водах Туниса и других странах. Температура и солёность воды, при которых обитают мидии, колеблются в пределах 10—38 ‰ и 4—25 °С. Личинки ведут планктонный образ жизни в течение 0,5—1,0 мес и более (в зависимости от температуры и солёности воды в районе обитания). Товарных размеров (5 см) в северо-западной части Черного моря достигают за 36 мес выращивания, а у крымских берегов — за 12—16 мес.

*Mytilus smaragdinus* (Ghemnite), *Mutilus viridis* (Linnaeus) — зеленая мидия. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена в прибрежных водах Филиппинских островов. Промышленное выращивание осуществляется на Филиппинах, в Таиланде. Встречается в теплых водах (26—32 °С) с соленостью 20—35 ‰. Низкая соленость воды (менее 20 ‰) тормозит рост и развитие мидий. Оптимальная температура воды 26—30 °С, соленость — 27—33 ‰. Размножаются мидии круглый год, товарных размеров (4—6 см) достигают за 6 мес. На Филиппинах иногда продают мидий размером 3—5 см, которых выращивают 3 мес, а также более 10 см, которых выращивают около года.

#### СЕМЕЙСТВО PECTINIDAE

##### Род *Pecten*

*Patinopecten yessoensis* (Jay) — приморский гребешок. Обитает в морских водах, распространен у берегов Японии и СССР (Дальний Восток). Промышленное выращивание осуществляется в Японии и СССР (залив Посыета). Оптимальная соленость воды 29—33 ‰. В заливе Посыета (Японское море) размножается с начала мая до конца июня при температуре воды 10—12 °С. До момента оседания личинки гребешка находятся в планктоне 30—40 дней. Товарных размеров (10 см и более) гребешок достигает за 3—4 года выращивания.

#### СЕМЕЙСТВО PTERIIDAE

##### Род *Pinctada*

*Pinctada fucata* (Gould) — японская жемчужница. Обитает в морских водах, распространена в водах Японии, Шри Ланки, Судана и других стран, а также в Красном море. Промышленное выращивание осуществляется в Японии, а экспериментальное — в Австралии, куда интродуцирована. Обитает в водах соленостью 30—50 ‰ и температурой 18—31 °С (оптимальные 34—37 ‰ и 20—25 °С). Размножается 2 раза в год (весной и осенью), возможно, и зимой. Например, жемчужницы залива Каг (Индия) первый раз размножаются зимой (декабрь — январь), а второй (менее интенсивно) — в начале лета (апрель — май). Выращивание жемчужниц длится около трех лет.

#### СЕМЕЙСТВО VENERIDAE

*Mercenaria mercenaria* (Linnaeus) — мерценария, или жесткая ракушка. Обитает в морских и солоноватых водах, распространена вдоль Атлантического и Тихоокеанского побережья США, в заливах Святого Лаврентия и Мексиканском. Завезена для акклиматизации в Англию. Промышленное выращивание осуществляется в США. Встречается в районах с температурой воды 9—31 °С (оптимальная 19—21 °С), соленостью 22—27 ‰. Размножение моллюсков может

происходить один (осенью) или несколько (весной и осенью) раз в зависимости от температуры воды. Лучший рост личинок наблюдается при солености воды 25—27 ‰ и температуре 18—30 °С. Товарных размеров (5—7,5 см) жесткая ракушка достигает за 14 мес выращивания (на огороженных площадках Мексиканского залива).

#### СЕМЕЙСТВО MYIDAE

**Mya arenaria** (Linnaeus) — мия, или песчаная ракушка. Обитает в морских и солоноватых водах. Распространена на восточных и западных побережьях Северной Америки, вдоль Атлантического побережья Европы (от Норвегии до Франции), по Тихоокеанскому побережью (от Камчатки до Японии), в морях СССР (Белом и Черном). В северо-западной части Черного моря (СССР) мия появилась примерно 15 лет назад и в настоящее время широко расселилась во многих его районах, а также в Азовском море. Промышленное выращивание осуществляется в США. Биотехнику ее выращивания разрабатывают во многих странах мира, в том числе и в СССР. Моллюск обитает в водах соленостью 10—30 ‰ при температуре до 25 °С. Оптимальная соленость для роста и развития сеголетков — 18 ‰, а взрослых особей — 22—23 ‰ (Белое море). В лиманах северо-западной части Черного моря мия широко расселилась в районах с соленостью воды 12—18 ‰. В северных районах размножается летом (июнь — август), в южных — весной и летом. При выращивании мии в Чезапикском заливе (США) промысловых размеров (5—6 см) моллюск достигает за 1,5—2 года, а в северном штате Мэн (США) — за 4—5 лет.

### ТИП ECHINODERMATA

#### Класс Holothurioidea

#### ОТРЯД ASPIDOCIROTA

#### СЕМЕЙСТВО Stichopodidae

**Stichopus japonicus** — (Selenka) дальневосточный трепанг. Обитает в морских водах, распространен у берегов Японии и Дальнего Востока (СССР) и других районах тихоокеанских вод. Экспериментальное выращивание осуществляется в СССР (залив Петра Великого, о-в Попов). Размножается с июля по август, интенсивно откладывает икру в конце июля — начале августа при температуре воды 21—25 °С. Продолжительность инкубационного периода оплодотворенной икры 1—1,5 сут, а длительность нахождения личинок в планктоне до момента перехода их к донному способу обитания — 10—18 сут при температуре воды 21—23 °С. В СССР завершена разработка биотехники сбора и искусственного получения молоди трепанга. Предполагается, что весь биотехнический процесс выращивания товарных трепангов (100—150 г) будет осуществляться за 3 года.

## ТИП ARTHROPODA

### Класс Crustacea

#### ОТРЯД DECAPODA

#### СЕМЕЙСТВО PENAEIDAE

**Metapenaeus bennettiae** (Racek and Dall) — австралийская пятнистая креветка. Обитает в солоноватых водах, распространена в эстуарных районах западной части Австралии. Креветка переносит широкий диапазон колебаний температуры и солености воды. Ювенильные особи концентрируются в озерах и реках, взрослые креветки перемещаются в эстуарии. От выхода икры до стадии постличинок проходит от 3 до 3,3 недель (летом). За 8—9 мес выращивания самцы креветки могут достичь 8, а самки — 10,5 см.

**Metapenaeus dobsoni** (Miers) — креветка. Обитает в морских и солоноватых водах, распространена в Индо-Тихоокеанском районе. Промышленное выращивание осуществляется в прибрежных рисовых полях Индии. Выдерживает соленость до 45 ‰. Питается мелкими кормовыми ракообразными, червями и водорослями. Товарных размеров (6—6,5 см) достигает за 4—5 мес выращивания.

**Penaeus aztecus** (Jves) — коричневая креветка. Обитает в морских и солоноватых водах, распространена в Мексиканском заливе и на восточном побережье США. Экспериментальное культивирование креветок осуществляется в США, биотехника выращивания разрабатывается во Франции и Англии. Встречается при солености воды от 16 до 35 ‰ и температуре — 8—37 °С (оптимальная 20—30 °С). Продолжительность личиночного метаморфоза — 12 дней. Товарных размеров (10 см и масса 9 г) креветки достигают за 5 мес выращивания.

**Penaeus duorarum** (Burkenroad) — розовая креветка. Обитает в морских и солоноватых водах, распространена в Мексиканском заливе, в водоемах Западной Африки, Бразилии у Бермудских островов. Экспериментальное культивирование осуществляется в США и в Африке. Выдерживает широкий диапазон колебаний солености воды. Оптимальная температура воды для роста и развития креветок — 20—30 °С. Длительность личиночного метаморфоза около 15 дней. Товарных размеров (20—25 г) креветки достигают за 5—6 мес выращивания.

**Penaeus indicus** (H. Milne Edwards) — индийская креветка. Обитает в морских и солоноватых водах, распространена в Индо-Тихоокеанском районе. Культивируется в промышленных масштабах на Филиппинах, в Пакистане, Таиланде, Вьетнаме, Сингапуре, Малайзии и Индии. Один из наиболее распространенных из выращиваемых видов креветок в прибрежных прудах Индонезии. Выдерживает широкий диапазон колебаний солености воды. Оптимальная температура воды для роста и развития креветок 23—33 °С. Длительность личиночного метаморфоза — 10—15 дней. Товарных размеров (длина 19,5 см, масса 80—100 г) достигает за 15—20 мес выращивания.

**Penaeus japonicus** (Bate) — японская креветка. Обитает в морских и солоноватых водах, распространена в Индо-Тихоокеанском районе. Один из основных промышленно культивируемых видов креветок в

Японии. В экспериментальных масштабах выращивается во Франции, на Корейском полуострове, СССР и в других странах. Оптимальный рост и развитие креветки наблюдается при солености воды 24—30 ‰, температуре — 24—30 °С. Продолжительность личиночного метаморфоза креветки 7—10 дней. Товарных размеров (длина 21 см, масса 90—100 г) креветки достигают за 1,5 года выращивания. В промышленных хозяйствах Японии креветок (20—25 г) выращивают 6 мес.

*Penaeus merguensis* (De Man) — банановая креветка. Обитает в морских и солоноватых водах, распространена в Индо-Тихоокеанском районе. Промышленное выращивание осуществляется в солоноватых прудах Таиланда, Сингапура, Малайзии, Индонезии, экспериментальное — на островах Фиджи в поликультуре с рыбой. Питается креветка фитопланктоном. Оптимальная температура воды для роста и развития креветок 26—30 °С, соленость 26—35 ‰. Длительность личиночного метаморфоза варьирует до 20 дней и более. Товарных размеров послеличинки креветок (длина 2 см) при выращивании в прудах с личинками рыбы (*Chanos chanos*) могут достигать за 3 мес (средняя масса самцов 11, самок — 27 г). При товарном выращивании креветок в солоноватых прудах стран Юго-Восточной Азии длина креветок может достигать 25 см, масса — 110—140 г.

*Penaeus monodon* (Fabricius) — большая тигровая креветка. Обитает в морских и солоноватых водах, распространена в Индо-Тихоокеанском районе. Товарное выращивание осуществляется в крупных масштабах на Филиппинах, в небольших — на о-ве Тайвань, в Таиланде, Индии и некоторых других странах. Оптимальная температура воды при выращивании 21—35 °С, соленость — 24—30 ‰. Продолжительность личиночного метаморфоза креветки 9—12 дней. Товарных размеров (12—14 см) креветки достигают за 4—6 мес. Длина годовиков может достигать 23 см, масса 95—120 г, полуторогодовиков — 33 см.

*Penaeus setiferus* (Linnaeus) — белая креветка. Обитает в морских и солоноватых водах, распространена на восточном побережье США, в северо-восточной части Мексиканского залива. Один из наиболее ценных культивируемых видов креветок на южном Атлантическом и Мексиканском побережьях США. Выращивается также в солоноватых прудах США. Оптимальная температура воды для выращивания 20—30 °С, соленость 27—33 ‰. Размножается при солености воды 32—37 ‰. Продолжительность личиночного метаморфоза креветки 10—12 дней. Оптимальная температура воды для выращивания личинок 28—30 °С, соленость 27—35 ‰. Товарных креветок (20 г и более) выращивают за 5—6 мес.

#### СЕМЕЙСТВО PALAEMONIDAE

*Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann) — пресноводная креветка. Обитает в солоноватых и пресных водах, распространена в водоемах Северной Америки. Экспериментальное культивирование производится в США (Флорида), Мексике и Перу. Оптимальная температура воды для развития личинок 26—30 °С, соленость 14—18 ‰

Длительность личиночного метаморфоза 36—50 дней. Половозрелыми креветки становятся при длине 10—11 см и массе 17—25 г. Могут достигать длины 15 см и более.

*Macrobrachium americanum* (Bate) — пресноводная креветка. Обитает в солоноватых и пресных водах, распространена на Тихоокеанском побережье Мексики, между южной частью Калифорнии (США) и северной частью Перу. Экспериментальное культивирование креветок осуществляется на западе Мексики и США. Оптимальная температура воды для развития личинок 26—30 °С, соленость — 10 ‰ (для инкубации икры часто используется пресная вода), для развития личинок — 12—15 ‰. Длительность личиночного метаморфоза креветки — 53 дня, в течение которых личинки проходят 11 стадий. Длина самцов может достигать 23,5 см.

*Macrobrachium rosenbergii* (De Man) — гигантская пресноводная креветка. Обитает в солоноватых и пресных водах, распространена в Индо-Тихоокеанском районе. Успешно выращивается в промышленных масштабах в Малайзии, Таиланде и на Гавайских островах. Эксперименты с этим видом креветок проводят во многих странах мира (США, Франция, др.). С 1977 г. в СССР начали проводить экспериментальное выращивание креветки. Оптимальная температура для роста и развития креветок 26—30 °С, соленость для созревания икры 6—12 ‰ (при инкубации можно использовать и пресную воду), для выращивания личинок — 12—14 ‰. Личиночный метаморфоз длится 24—40 дней. Товарных размеров (16—20 см, масса 60—80 г) креветки достигают за 7—10 мес выращивания (в зависимости от температуры и кормления). Креветки длиной 30 см и более (масса 150—200 г) могут быть получены к концу второго года выращивания.

#### СЕМЕЙСТВО ASTACIDAE

*Astacus astacus* (Linne) — широкопалый рак. Обитает в пресной воде, распространен в западных странах Европы (ГДР, Франции, Польше, Швеции, Норвегии, Финляндии и др.). В СССР рак встречается в водоемах Прибалтики и Белорусской ССР. Промышленное выращивание осуществляется во Франции и Швеции, экспериментальное — в ГДР, СССР (в Литве) и других странах. Оптимальная температура для роста и развития раков 17—21 °С. Личинки выклевываются в течение 6—12 дней после помещения икры (стадия бьющегося сердца) в инкубационные устройства. Жизнестойкими (переходят на самостоятельное питание) становятся на 7—9-й день, т. е. после первой линьки. Товарных размеров (10 см, масса 35 г) достигают к концу 3—4 года выращивания (в водоемах Литовской ССР).

*Astacus leptodactylus* (Eschscholtz) — длиннопалый рак. Обитает в пресных и солоноватых водах. В Европе распространен на территории, простирающейся от южных (Черное, Каспийское, Азовское и Мраморное) до северных (Белое и Балтийское) морей и от Венгрии и Югославии до Уральского хребта, встречается в западно-азиатской части СССР и Сибири. Род делится на четыре подвида и девять рас.

Промышленное выращивание раков осуществляется во Франции, Швеции, Финляндии и других странах, экспериментальное — в СССР (на Украине, в Молдавии. Ростовской обл. и озерах Волго-Ахтубинской поймы). Оптимальная температура воды при выращивании 18—22 °С. Выклев личинок из икры в зависимости от температуры воды происходит в конце мая — начале июня. Личиночный метаморфоз (до перехода на самостоятельное питание) длится 3—9 дней. Товарных размеров (10 см, масса 30 г) раки достигают за 2—3 года в Ростовской обл. и озерах Волго-Ахтубинской поймы, за 1,5—2 года — в водоемах Одесской обл.

***Pacifastacus leniusculus* (Dana)** — сигнальный рак. Обитает в пресной воде, распространен в Северной Америке. Акклиматизирован в Финляндии, Швеции, Франции, СССР (водоемы Литовской ССР) и некоторых других странах. В 1972 г. этот рак был завезен из Швеции в закрытые озера Литовской ССР. В промышленных масштабах раков выращивают на рисовых полях в США (штат Орегон) и в аквахозяйствах Швеции, Финляндии, Франции. В СССР проводится экспериментальная акклиматизация рака в водоемах Литвы (закрытые озера). Сигнальный рак эвритермен: на рисовых полях США он обитает при температуре воды 10—21 °С и выше, а в водоемах Швеции и Литовской ССР — от 4 до 16 °С и выше. Длительность личиночного метаморфоза рака (до перехода на самостоятельное питание) от выклюнувшихся личинок составляет 5—7 дней. Товарных размеров (15—20 г) достигает за 7 мес. В Швеции длина раков достигает 9—10 см (товарный размер) к концу второго года выращивания.

***Procambarus clarkii* (Girard)** — красный болотный рак. Обитает в пресной, а также в слабосоленой (до 8 ‰) воде, распространен в Северной Америке. Культивируется в промышленных масштабах в США (штат Луизиана), на юге Испании (Севиля). Жизненный цикл длится год. Адаптирован к пересыханию водоемов, что отличает его от других видов. Оптимальная температура для роста и развития раков 21—29 °С. Рост замедляется при температуре воды менее 13 °С, а при температуре 32 °С рак зарывается в грунт. Икра созревает всего за 14—21 день. Личиночный метаморфоз (до перехода на самостоятельное питание) длится 4—5 дней. Товарных размеров (10—15 г) раки в США достигают за 5—6 мес. В возрасте 8—12 мес некоторые раки могут весить 30—40 г.

***Paralithodes camtschatica* (Tilesius)** — королевский, или камчатский краб (сем. Lithodidae). Обитает в морских водах, распространен в больших количествах у побережья Тихого океана (район Дальнего Востока), в водах Японии, США (Аляска) и других районах. В СССР предпринята попытка акклиматизировать краба в Баренцевом море. Промышленное выращивание не производится. Экспериментальные работы по культивированию выполняются в Японии. В СССР (на Дальнем Востоке) начато изучение возможностей его выращивания. Оптимальная температура воды для выращивания личинок и молоди краба 8—10 °С, при солёности — 30—40 ‰.

***Scylla serrata* (Forsk.)** — голубой краб (сем. Scyllidae). Обитает в морских и солоноватых водах, распространен в Индо-Тихоокеанском

районе. Товарное выращивание осуществляется в прудах на Филиппинах, Таиланде, Сингапуре, о-ве Тайвань, а также на рисовых полях Индии и Пакистана. В экспериментальных условиях выращивают от яиц до взрослых особей при температуре воды 25—29 °С, солености 25—30 ‰. Личиночный метаморфоз (личинка на стадии мегалопы) длится около месяца. Товарных размеров (ширина карапакса) 11—12 см достигают за 11 мес, на рисовых полях — за 5—6 мес, но при меньших размерах.

#### СЕМЕЙСТВО *Homaridae*

***Homarus americanus*** (H. Milne Edwards) — американский омар. Обитает в морских водах, распространен у берегов Америки (южной части залива Св. Лаврентия у побережья провинции Нью-Брунсуик, по побережью Новой Шотландии и штата Мэн (США) и др.). Экспериментальное выращивание осуществляется во многих районах США, а также в Британской Колумбии в естественных и термальных водах в США. Для промышленного выращивания (в незначительных масштабах) используют термальные воды от электростанций или теплостанций. В районах естественного обитания омара температура воды колеблется от 4 до 21 °С, а соленость — 24—35 ‰. Личинки омара летом развиваются при температуре воды 14—24 °С и солености не ниже 20 ‰ (оптимальные 20—22 °С и 31—32 ‰). Взрослые омары обитают в воде с соленостью не ниже 14—16 ‰. Оптимальная температура воды для выращивания омаров (начиная с V стадии) 21—24 °С. Товарных размеров (400—450 г) в естественных условиях омары достигают за 5—8 лет, а при выращивании на подогретых водах (21—24 °С) — за 1—1,5 года.

***Homarus vulgaris*** (H. Milne Edwards) — европейский омар. Обитает в морских водах, распространен у берегов Европы, в Средиземном и Мраморном морях и от побережья Туниса (35° с. ш.) до Тромсе (Норвегия, 70° с. ш.), живет в Северном море, изредка встречается в Черном. Распространение во внутренних морях ограничивается соленостью 24 ‰, в южных районах — поверхностной температурой воды 25 °С. Товарное выращивание осуществляется на термальных водах (Великобритания).

Биотехнику культивирования омара разрабатывают также во Франции и некоторых других странах. Оптимальная температура воды для развития личинок омара 20—22 °С и соленость — 30—34 ‰ (минимальная соленость воды для развития личинок 24 ‰). Товарных размеров (400—450 г) омары достигают в естественных условиях за 5—8 лет, а в подогретых водах (21—24 °С) — за 1—2 года выращивания.

## БИОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАЕМЫХ ОРГАНИЗМОВ

---

Из громадного разнообразия культивируемых видов беспозвоночных, принадлежавших к разным систематическим группам, остановимся на биологических характеристиках лишь тех видов, которые выращиваются или перспективны для выращивания в СССР. Особый интерес представляют моллюски (классы Bivalvia, Gastropoda) и ракообразные (класс Crustacea), так как они составляют основную массу выращиваемых пищевых беспозвоночных.

**Моллюски.** *Размножение, развитие.* Различие самцов от самок или гермафродитов среди моллюсков проявляется в период созревания гонад и определяется гистологическим путем или при микроскопировании мазка гонад. Например, гонада у самцов *Mytilus edulis*, *M. galloprovincialis* в период созревания становится белой, желтой, оранжевой, у самок — белой, желтой, оранжевой и розовой. Среди устриц семейства Ostreidae встречаются раздельнополые моллюски и гермафродиты. У представителей отдельных родов (*Ostrea*, *Crassostrea* и др.) наблюдается чередование полов: вначале они развиваются как самцы, а затем как самки (прогандрический гермафродитизм). Возможность самооплодотворения устриц исключается, поскольку половые продукты созревают в разное время.

Формирование гамет (гаметогенез) у моллюсков носит сезонный характер и зависит от экологических факторов среды. По гистологическим срезам гонад моллюсков можно судить о протекании гаметогенеза в период их размножения, а также по величинам гонадного индекса (отношение массы половой железы к массе тела моллюска, %). В начальный период гаметогенеза в яичниках по периферии концевых отделов гонады — ацинусов появляется большое количество мелких ооцитов, а в семенниках — сперматоцитов. В ацинусах яичников и семенников у раздельнополых моллюсков и в гонадах гермафродитов развиваются половые клетки (от оогониев до ооцитов, закончивших рост, и от сперматоцитов до сперматид и спермиев).

У гигантской устрицы (*Crassostrea gigas*), обитающей в заливе Восток Японского моря (СССР), в мае ацинусы яичников заполнены ооцитами, в июне — начале июля крупные ооциты заполняют просветы половых трубочек. В июне в мужской гонаде идет активный спермиогенез. Просветы ацинусов заняты спермиями, по периферии расположены сперматоциты и сперматиды. После нереста в июле — середине августа в мужской гонаде у стенок ацинусов и половых протоков

Т а б л и ц а 1. Плодовитость плоской устрицы *Ostrea edulis*\* [32, 202]

Средний диаметр раковины, см	Северо-западная часть Черного моря (СССР)	Прибрежные воды Великобритании
4,0	73 600	100 000
5,7	317 000	540 000
7,0	327 000	840 000

\* У устриц измерялась высота раковины (расстояние от замка макушки до брюшного края).

ров особей. Начиная с некоторых размеров моллюсков она снижается, что связано со снижением потенциальной способности к размножению. Плодовитость одноразмерных моллюсков одного и того же вида, обитающих в разных географических и климатических зонах, различна (табл. 1).

Процесс вымета яиц или личинок у моллюсков протекает по-разному. Например, у устриц рода *Crassostrea* половые продукты вымываются наружу, где и происходит оплодотворение, а у рода *Ostrea* яйца выводятся в мантийную полость, где и оплодотворяются спермиями. В мантийной полости развиваются личинки.

Из оплодотворенного яйца в результате дробления формируется личинка — трохофора. Она снабжена ресничками и способна передвигаться. Через 1—2 сут у нее развивается первичная двустворчатая раковина. Важным этапом развития личинки является образование у нее плавательного органа — велюма (*velum*), или паруса, на краю которого расположены реснички. Личинка на этой стадии называется велигер (парусник). Раковина велигера конхиолиновая и имеет однородную структуру. Размеры личинок на стадии велигера у разных видов двустворчатых моллюсков варьируют (табл. 2). Личинки устриц, развивающиеся во внешней среде, мельче личинок, развивающихся из яиц, оплодотворяющихся спермиями в мантийной полости. Например, длина раковины личинки *Ostrea edulis* равна 160—190 мкм, а

скапливаются вспомогательные клетки, обладающие фагоцитарными свойствами (трофоциты). В прорывах ставшихся ацинусов остаются невыметанные ооциты и спермии [30, 82].

У моллюсков (как и у других гидробионтов) величины плодовитости зависят от возраста и размеров, но при этом для многих животных прослеживается общая закономерность, выражающаяся в том, что плодовитость нарастает не прямолинейно в зависимости от разме-

Т а б л и ц а 2. Размеры пелагических личинок устриц (сем. *Ostreidae*) и сроки нахождения их в планктоне [55]

Вид	Длина личинок, мкм		Продолжительность пелагического периода развития личинки, дни	Оптимальная температура воды для роста личинок, °С
	в начале пелагического периода	в момент оседания личинок		
<i>Ostrea edulis</i>	160—190	240—290	8—12	21—24
<i>Crassostrea gigas</i>	70—80	300	10—12	20—25
<i>C. virginica</i>	68—75	275—355	16	22—25
<i>C. angulata</i>	70—100	400	21	22,5

личинки *Crassostrea gigas* или *Mercenaria mercenaria* — 50—80 мкм [202].

При дальнейшем развитии раковина личинки приобретает форму, специфичную для данного вида моллюска. Происходит формирование макушки, образуется новый участок раковины (продиссоконх II), который имеет линии нарастания, развивается нога и пигментное пятно. Такая личинка называется великонх. Личинки на стадии великонха, помимо плавания, способны ползать по субстрату.

Личинки устрицы размером более 300 мкм переходят к донному образу жизни. Длина раковины личинок *C. gigas* в период оседания колеблется от 300 до 380 мкм [53]. Метаморфоз личинок у многих видов двустворчатых моллюсков, ведущих оседлый образ жизни, завершается к моменту закрепления их на субстрате. К субстрату личинки устрицы прикрепляются за счет выделений pedalной железы, лежащей у основания ноги. Уже через несколько часов после оседания личинка *O. edulis* способна выдержать сильное течение воды. Через двое суток у нее исчезает глазное пятно, нога, передний аддуктор, парус и значительно изменяются другие органы (рот, задний аддуктор и др.). В течение 3—4-х суток основные органы (за исключением гонад) устрицы становятся почти такими же, как у взрослой особи [202].

Мидии крепятся к субстрату несколько иначе — с помощью биссуса, который выделяется биссусной железой, расположенной у основания ноги. Личинка выбирает подходящий субстрат и ногой проверяет пригодность его для прикрепления. Найдя подходящее место, личинка останавливается и начинается формирование биссусных волокон. У осевших личинок (спата) утрачивается парус, образуется новый участок раковины (диссоконх).

Темп дальнейшего развития и роста моллюсков зависит от условий среды, качественного и количественного состава пищи.

*Рост.* Годичные кольца, образующиеся на раковинах моллюсков, позволяют судить об их росте, который оценивают на основании закономерностей чередования годичных слоев роста различной ширины в раковине моллюсков [56]. Темп роста моллюсков, например мидий, по сезонам и в течение года неодинаков (табл. 3). У американской устрицы (*Crassostrea virginica*) из пролива Лонг-Айленд (США) при снижении температуры морской воды с 7 до 1 °С скорость фильтрации устрицы резко замедляется в несколько раз [55, 116].

Т а б л и ц а 3. Зависимость прироста (мм) мидий *Mytilus galloprovincialis* на Одесской банке от сезона года [23]

Возраст, годы	Зима	Весна	Лето	Осень	Возраст, годы	Зима	Весна	Лето	Осень
1+	2,2	1,8	8,0	10,9	5+	0,1	0	1,6	2,2
2+	1,5	0,2	3,4	9,1	6+	0,2	0,1	1,1	2,9
3+	0,9	0	2,8	4,5	7+	0,6	0,4	1,2	2,7
4+	0,7	0,1	1,8	3,7	8+	0,6	0	1,0	2,4

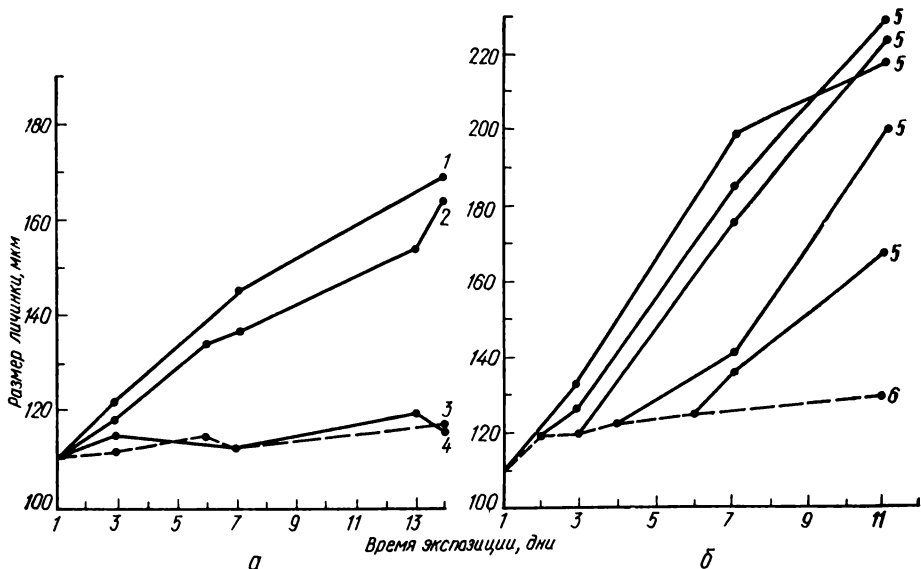


Рис. 1. Скорость роста личинок моллюска *Mercenaria mercenaria* в зависимости от концентрации растворенного кислорода в среде [161]:

А — проточная морская вода; Б — вода с высоким содержанием растворенного кислорода ( $O_2$ ) после переноса их из среды с низким содержанием кислорода: 1 — концентрация растворенного кислорода ( $O_2$ ) 5,6 мг/л, 2 — 4,2, 3 — 0,9, 4 — 2,4, 5 — 6,0, 6 — 1,0 мг/л. Прерывистая линия характеризует рост личинок в среде с низким содержанием кислорода (0,9 и 1,0 мг/л)

Скорость фильтрации воды моллюсками зависит и от содержания в воде растворенного кислорода ( $O_2$ ), уменьшение концентрации которого приводит к изменению ритма сердечных сокращений, состава крови. В искусственной среде при выращивании личинок моллюска *Mercenaria mercenaria* в течение короткого времени обнаружена зависимость между их ростом и величинами концентраций кислорода [161]. Увеличение до определенного предела содержания растворенного кислорода в выростной среде повышает интенсивность роста личинок. При концентрации  $O_2$  до 5,6 мг/л личинки *M. mercenaria* растут нормально, а при 0,9—2,4 мг/л  $O_2$  их рост замедляется (рис. 1). Отмечена также зависимость между величинами потребления растворенного кислорода моллюсками и температурами воды в местах их обитания. Для мидий *M. edulis* в марте — июле минимальное потребление кислорода (0,03 мг  $O_2$  на 1 г живой массы в час) отмечено при температуре воды 3—4 °С, максимальное (0,20 мг  $O_2$  на 1 г живой массы в час) — при 23 °С. Мидии, обитающие в естественных условиях, потребляют максимум кислорода в марте — июне, т. е. в период размножения, минимум — в ноябре — феврале [161].

На скорость фильтрации воды моллюсками влияет соленость воды. Нарушения оптимальных величин солености воды отражаются на росте моллюсков (табл. 4) и на созревании половых продуктов. Например, у мидий *M. edulis* размером 3—5 см при снижении солености воды до 15 ‰ может ускоряться созревание половых продуктов, но и отме-

Т а б л и ц а 4. Показатели роста личинок *Crassostrea virginica* при различной солености воды [106]

Показатель	Соленость, ‰					
	26,5	17,0	15,0	12,5	10,0	7,5
Длина личинок, мкм						
начальная	165,6	165,6	165,6	165,6	165,6	165,6
через 8 дней	206,3	214,0	203,1	205,8	186,8	175,5
Прирост длины личинок за 8 дней, мкм	40,7	48,4	37,5	40,2	21,2	9,9

чается гибель и разрушение части ооцитов на первой и второй стадиях роста, усиливаются фагоцитарные процессы в гонадах. При солености воды 5—10 ‰ разрушаются ооциты [21, 105].

*Некоторые эколого-биохимические особенности моллюсков* (табл. 5). Пищевая и кормовая ценность моллюсков из разных районов их обитания при выращивании в хозяйствах различного типа может существенно различаться.

Аминокислоты (лизин, аргинин, глютаминовая кислота, лейцин) обнаружены в теле мидий *M. galloprovincialis*, обитающих в Днестровско-Дунайском междуречье, Тендровском заливе северо-западной части Черного моря; содержание незаменимых аминокислот в белке у мидий размером 5—6 см колеблется от 43,5 до 49 ‰ [28]. Высокое содержание (до 55 %) незаменимых аминокислот, среди которых преобладают лизин, аргинин, лейцин, в белках моллюсков свидетельствует об их пищевой и кормовой ценности [60]. Наибольшее содержание витамина В<sub>12</sub> отмечено у мидий размером 1—2 см (0,32—0,34 мкг/г). Количество витамина В<sub>12</sub> зависит и от физиологического состояния моллюсков; у мидий в течение года его содержание может изменяться в 2—3 раза [75].

Т а б л и ц а 5. Данные теххимических исследований мидий (*Mytilus galloprovincialis*) Керченского залива Черного моря [24]

Показатель	Из выростного мидийного хозяйства	С естественной мидийной банки
Размеры мидий, мм	40—70	40—75
Масса (средняя)		
одного экземпляра, г	20,0	20,3
мяса, г	8,7	7,0
мяса, % к массе мидий	43,3	34,4
створок, %	36,7	37,7
межстворчатой жидкости, %	17,2	24,6
Химический состав мяса, %		
белок	14,6	12,5
жир	1,9	1,6
углеводы	1,2	2,1
зола	1,3	1,3
влага	81,0	82,5

Биохимические исследования по содержанию каротиноидов, ксантофиллов также свидетельствуют о пищевой ценности моллюсков. У мидий *M. galloprovincialis* и мий *M. arenaria*, обитающих в северо-западной части Черного моря, содержание каротиноидов и ксантофиллов увеличивалось у мелких особей (размер менее 1 см) и уменьшалось у крупных. Содержание каротиноидных пигментов изменяется у моллюсков также по сезонам года и в зависимости от места их обитания [1].

*Паразитарные и инфекционные заболевания, взаимоотношения с хищниками и конкурентами.* Нежелательные при выращивании двустворчатых моллюсков организмы влияют в первую очередь на прикрепление их к субстрату, вызывают различные аномалии в росте и развитии моллюсков. Паразитическая копепода (*Mytilicola intestinalis*), встречающаяся во всех районах Галисии (Испания), где выращиваются мидии (*Mytilus edulis*), вызывает более сильную эпизоотию в местах, прилегающих к эстуариям или близких к берегу, чем в мидийных фермах, расположенных в более отдаленных местах от берега. Пораженность мидий паразитической копеподой *M. intestinalis* находится в тесной связи с глубинами, удаленностью от берега и с размерами моллюсков [84]. Наиболее часто на мидиях в разных географических зонах паразитируют копеподы (*Mytilicola intestinalis*), а полихеты (*Polydora ciliata*) паразитируют также и на устрицах (сем. *Ostereidae*).

В Егорлыцком заливе Черного моря было зарегистрировано заболевание мидий *M. galloprovincialis*. Причиной паразитарного заболевания мидии, названного проктэкозом, являются партеногенетические поколения трематоды (*Proctoeces maculatus*). Паразиты, поселяясь практически во всех мягких тканях мидий, вызывают полную или частичную атрофию таких жизненно важных органов, как гонады, гепатопанкреас, мантия, биссусная железа, мышцы.

Гиперинвазированные моллюски гибнут. Изучены особенности развития фаз жизненного цикла *P. maculatus*. Установлено, что на распространение заболевания мидий существенное влияние оказывает подвижность воды. Например, мидии в бассейнах Егорлыцкого хозяйства со слабой проточностью оказались в 3 раза сильнее заражены партенидами по сравнению с мидиями, обитающими в открытой части моря, где подвижность воды намного выше [39].

При исследовании устричных банок в Егорлыцком и Каркинитском заливах Черного моря обнаружено, что устрицы *Ostrea edulis* на 35 и 23 % общего количества (соответственно) поражены сверлящей губкой (*Cliona vastifica*). Личинки *C. vastifica* оседают на створки устриц и развиваются на них, образуя колонии. В раковинах устриц образуются многочисленные сквозные ходы, через которые в мантийную полость устриц проникает ил, что может вызвать их гибель. Поражается и лигамент устриц, снижается масса тела.

Один из методов борьбы с губками, применяемых в промышленных хозяйствах, является изъятие пораженных устриц на 3—4 ч из воды и очистка их от обрастателей или погружение их на 10—12 мин в насыщенный раствор  $\text{NaCl}$ ; кроме того, необходимо постоянное наблюдение за моллюсками на устричных банках и в выростных хозяйствах [32].

Микроорганизмы, паразитирующие на выращиваемых моллюсках, часто приводят к серьезным инфекционным заболеваниям. Амебы (род *Amoeba*), гаплоспоридии (*Minchinia nelsoni*, *M. costalis*) не только вызывают различные заболевания у самих моллюсков, но оказывают также токсичное воздействие на животных и на человека, потребляющих их в пищу.

Морские звезды (*Asterias rubens* и *A. forbesi*) питаются морскими гребешками (сем. *Pectinidae*), мидиями, устрицами и другими моллюсками. Брюхоногий моллюск (*Rapana thomasi*) опустошает устричные банки, а устричные сверла (*Urosalpinx cinerea*, *Eupleura caudata*) и сверлящая губка (*Cliona vastifica*) нарушают цельность створок устриц, что приводит к замедлению их роста и даже к гибели.

Механические способы борьбы с хищниками моллюсков, особенно с морскими звездами, эффективны при донном способе выращивания моллюсков (например, устриц во Франции), а при выращивании моллюсков в толще воды (на коллекторах, в садках и др.) их можно очищать только вручную или перемещать в более опресненные зоны морской воды.

**Ракообразные.** *Размножение, развитие.* Половое созревание крабов, раков, лангустов, омаров и других ракообразных сопровождается изменениями не только в семенниках и яичниках, но и в других частях тела (брюшко и клешни у раков и др.).

Сперматозоиды и яйцеклетки у особей различных возрастных групп созревают в разное время, что следует учитывать при отборе производителей. Например, наиболее полноценными производителями длиннопалых раков (*Astacus leptodactylus*) в водоемах Казахстана являются особи длиной 9—15 см, в Днестровском лимане (северо-западная часть Черного моря) — 11—15, на Дону — 12—13 см. С помощью гистологического анализа можно проследить этапы формирования половых продуктов ракообразных в разное время. Следует сопоставлять срезы яичников выбранного культивируемого вида с учетом времени и условий содержания производителей (температура, соленость, рН воды).

В процессе спаривания не у всех ракообразных (например, у пенеидных креветок) самцы прикрепляют сперматофоры около половых отверстий самок; у многих видов жаброногих ракообразных (отряд *Anostraca*) сперма вводится в половые протоки самки, где происходит оплодотворение яиц. Среди жаброногих, однако, встречаются виды (*Artemia salina*), яйца которых способны развиваться без оплодотворения, т. е. партеногенетически, что характерно и для некоторых ветвистых ракообразных (подотряд *Cladocera*).

Оплодотворенные яйца (икринки) могут откладываться в воду (у креветок сем. *Penaeidae*), но обычно у ракообразных икра вынашивается в специальной выводковой камере или прикрепляется к поверхности тела или брюшным конечностям (плеоподам). Икра раков, омаров, лангустов и других ракообразных находится на плеоподах самок; продолжительность нахождения в этом состоянии зависит от вида животного и условий среды, в первую очередь температуры воды. У ракообразных, принадлежащих к одному роду, могут резко различаться сроки нахождения икры на плеоподах самок. Например, у

Т а б л и ц а 6. Средняя индивидуальная (абсолютная и «рабочая») плодовитость

Показатель	1966		1968	1969
Колебания	$\frac{291-1893}{7-869}$	$\frac{198-1533}{7-735}$	$\frac{178-1277}{64-814}$	$\frac{96-913}{79-465}$
Средняя величина (M)	$\frac{637}{376}$	$\frac{588}{294}$	$\frac{557}{395}$	$\frac{454}{238}$
Среднее квадратичное отклонение ( $\sigma$ )	$\frac{273}{182}$	$\frac{249}{156}$	$\frac{264}{165}$	$\frac{199}{111}$

Примечание. В ислителе представлена абсолютная плодовитость, шт. яйцеклеток; в зна

самок длиннопалого рака *A. leptodactylus*, обитающих в Днестровском лимане, икра на плеоподах находится 1,5—2,0 мес, а у самок из Каховского водохранилища — 7—8 мес. Важно при выборе ракообразных для культивирования знать длительность нахождения икры на плеоподах самок, т. е. длительность инкубационного периода икры.

При промышленном культивировании ракообразных, икра которых находится на плеоподах самок (раки, крабы, омары и др.), необходимо установить стадию ее развития в период инкубации, поскольку закладывать икру в инкубационные аппараты или сажать в них икрных самок целесообразно, когда икра находится на последней стадии развития, т. е. непосредственно перед выклевом личинок.

Количество икры на плеоподах самок у ракообразных разных видов варьирует в период выхода ее на плеоподы и перед выклевом личинок и главным образом зависит от возраста и размеров животного. На количество икры на самках влияют также абиотические и биотические факторы, географическое положение водоемов, их кормовая база, плотность и численность естественных популяций. Плодовитость ракообразных, у которых икра находится на плеоподах самок в течение инкубационного периода, следует определять не только по величине ее на плеоподах самок (рабочая плодовитость), но и по числу яйцеклеток в яичниках (абсолютная плодовитость). Плодовитость ракообразных значительно колеблется по годам, что связано с влиянием абиотических, биотических и антропогенных факторов на воспроизводительную способность самок. Например, средняя абсолютная плодовитость белого днестровского рака (*A. leptodactylus*) 540 яйцеклеток, а рабочая плодовитость — 340 икринок, но в годы массовой гибели раков за счет эпизоотий или нарушений условий среды обитания (заморы и др.) плодовитость самок сильно варьирует (табл. 6).

Самки средних возрастных групп, которые легко адаптируются к резко меняющимся условиям среды, более жизнестойки в годы с неблагоприятными условиями для существования популяции и в связи с этим могут быть использованы в качестве производителей (с учетом других физиологических особенностей) в промышленных хозяйствах. Самок ракообразных младших возрастных групп, только достигших

белого днестровского длиннопалого рака (по годам)

1970	1971	1972	1973	1974
$\frac{220-905}{136-657}$	$\frac{134-903}{144-892}$	$\frac{219-873}{103-578}$	$\frac{209-847}{126-670}$	$\frac{227-852}{137-622}$
$\frac{516}{337}$	$\frac{509}{459}$	$\frac{528}{286}$	$\frac{498}{340}$	$\frac{517}{332}$
$\frac{177}{110}$	$\frac{168}{188}$	$\frac{195}{108}$	$\frac{179}{123}$	$\frac{167}{123}$

мевателе — «рабочая» плодовитость, шт. икринок.

половозрелости, использовать для биотехнических работ нецелесообразно, так как можно предположить, что их потомство будет недостаточно жизнестойким. Доля младших возрастных групп половозрелых самок среди общего числа самок популяции невысока. К тому же среди них встречается немало самок, не участвующих в размножении.

Сроки выклева личинок из икры зависят от условий обитания самок: в годы с высокими температурами воды в весенне-летний период личинки из икры выклеваются значительно раньше, чем в годы с низкими температурами.

Выклюнувшиеся личинки десятиногих ракообразных (как и других высших ракообразных) отличаются от взрослых особей. Однако у многих видов десятиногих ракообразных (речные раки, глубоководные виды омаров и др.) выклюнувшиеся личинки сразу же или через очень короткий промежуток времени (несколько дней) похожи по внешнему виду на взрослых особей. Выклюнувшиеся личинки до наступления первой линьки находятся на плеоподах самок, а после линьки начинают покидать самку, но держатся на очень близком расстоянии от нее. В момент опасности личинки возвращаются к самкам и держатся или под ними, на них или возле них. У планктонных личинок ракообразных различают стадии развития: науплиус, метанауплиус, зоэа, мизис, послеличинка и др. Например, у личинок на стадии науплиус три пары конечностей, непарный науплиальный глазок, зона роста, где формируются сегменты тела с их конечностями (максиллярные, грудные и брюшные), а на стадии метанауплиус обособляются максиллярные и часть грудных сегментов; на стадии протозоэа — образуются фасеточные (сложные) глаза, ногочелюсти и тело разделяется на головогрудь и брюшко; на стадии зоэа появляются зачатки грудных двуветвистых конечностей, головогрудь больше обособляется от брюшка; на стадии мизис образуются брюшные конечности, хотя сохраняются и грудные; на стадии послеличинки метаморфоз заканчивается и формируется молодая особь. У крабов личинка с большим шипом на головогрудном щите выклеывается на стадии зоэа, а на стадии мегалопа (только у крабов) она ведет донный способ жизни и подобна молодому крабу, но только с большим брюшком и грудными конечностями [49].

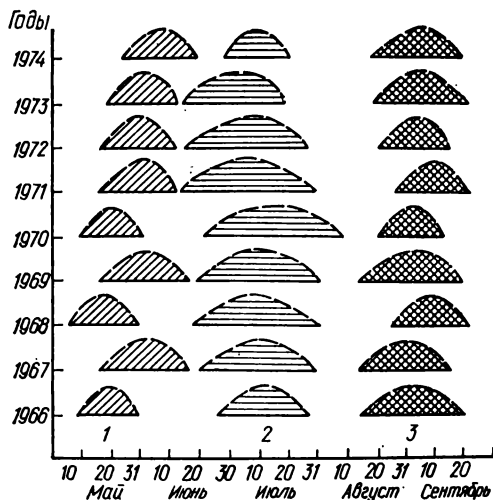


Рис. 2. Сроки, продолжительность и характер массовых линек производителей (размером более 80 мм) днестровского длиннопалого рака по годам:

1 — самцы, 2 — самки, 3 — самцы и самки

своей жизни линяют 7—8 раз, во второй — 3—4, а при достижении половозрелости (длина 8—9 см) всего 2 раза в году (сроки первой линьки самцов и самок совпадают, второй — различаются). Половозрелые самки, не участвующие в размножении, и первый раз линяют в те же сроки, что и самцы. Расхождения в сроках первой линьки вызваны вынашиванием самками икры и личинок. Обычно самцы раков в Днестровском лимане линяют первый раз в первой — третьей декадах мая (от 2 до 4 недель); самки — с середины второй декады июня до начала первой декады августа (от 3 до 5 недель). Второй раз половозрелые самцы и самки линяют с третьей декады августа до начала третьей декады сентября. Отклонения от этих сроков линьки возможны в годы с аномальным гидрологическим режимом лимана (рис. 2).

**Болезни.** При интенсивных методах промышленного культивирования ракообразных с высокими плотностями посадок проблема болезней и борьбы с ними становится первостепенной. Наиболее распространенными заболеваниями широкопалого рака (*Astacus astacus*) являются рачья чума, пятнистая и фарфоровая болезни. Рачья чума — одна из наиболее опасных болезней практически для всех раков (сем. Astacidae), вызывается грибом *Aphanomyces astaci*, который развивается в мягких хитиновых оболочках на суставах ходильных ног, что затрудняет движения рака. В пораженных местах иногда выступают желтые пятна; развиваясь внутри организма, мицелий гриба проникает наружу через глазные отверстия в виде белых налетов. Пораженный чумой рак качается на выпрямленных конечностях, часто пе-

Для наиболее часто культивируемых каридных креветок (сем. Caridae) характерно отсутствие у их личинок стадии науплиусе, которая также отсутствует у других личинок десятиногих ракообразных (за исключением креветок сем. Penaeidae), но ее проходят личинки жаброногих (подкласс Branchiopoda) и веслоногих (отряд Soropoda).

Рост личинок и взрослых особей ракообразных происходит во время линек. Количество линек у каждого вида ракообразного различно, причем на ранних этапах развития они линяют чаще, чем взрослые особи. Например, длиннопалые раки (*Astacus leptodactylus*) в Днестровском лимане (северо-западная часть Черного моря) в первый год

реворачивается на спину и беспрерывно двигает ими. Погибает рак на 9—10-й день.

Пятнистую болезнь раков *A. stacus* вызывают паразитические грибы сем. *Mucedinaceae*: *Oidium astaci* и *Ramularia astaci*, которые поражают хитиновые покровы раков. Болезнь проявляется в виде черных или коричневых пятен на панцире раков. Болезнь широко распространена среди раков *A. astacus*, обитающих в водоемах Эстонии (15—85 %) и Литвы (46—50 %). Гибели раков пятнистая болезнь не вызывает, но товарный вид их резко ухудшается, соответственно снижается стоимость продукции [79].

В южных водоемах УССР (Одесская обл.) распространено ржаво-пятнистое массовое заболевание длиннопалых раков (*A. leptodactylus*), которое поражает голову, грудку, брюшко, конечности и другие части тела. Мелкие точки на пораженных местах образуют пятна, напоминающие «ржавчину». На панцире появляются коричневые язвы, которые лопаются, образуют дырки, что снижает жизнеспособность и товарный вид раков. На пораженных плеоподах икранных самок икринок значительно меньше, чем на здоровых. Четкой зависимости между пораженностью икранных самок ржаво-пятнистым заболеванием и числом икринок на их плеоподах установить не удалось, но необходимо отметить, что число пораженных раков находится в прямой зависимости от загрязненности водоемов бытовыми и промышленными отходами. Панцирь и пораженные ткани больных раков *A. leptodactylus* обильно осеменены бактериальной флорой (32 культуры бактерий) родов *Pseudomonas* (7), *Vibrio* (3), *Bacterium* (10), *Bacillus* (3), *Micrococcus* (6), и грибами (3 культуры); три культуры идентифицировать не удалось.

При фарфоровой болезни раков *A. astacus* нижняя сторона брюшка и жевательные мышцы поражены микроспоридией *Thelohania sinfejeani*. Болезнь встречается у раков из водоемов Ленинградской обл. (3 %) и Литвы (0,18—12,5 %) [79]. У длиннопалых раков *A. leptodactylus* из водоемов Казахстана фарфоровая болезнь сказывается на формировании яйцеклеток в яичниках самок, которые остаются недоразвитыми. Масса яичников здоровых самок составляла 1,64—1,65 г, а больных — 0,20—0,34 г. Процент поражения раков *A. leptodactylus* фарфоровой болезнью в водоемах Казахстана колеблется от 5 до 45 [47]. К сожалению, эффективные меры борьбы с болезнями раков еще не разработаны.

Среди креветок (роды *Penaeus*, *Macrobrachium* и др.) также наблюдаются различные бактериальные и грибковые заболевания. Коричневые и черные пятна на хитиновом покрове креветки *Macrobrachium rosenbergii* вызываются бактериями родов *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Beneckea* spp., а у креветки *Penaeus serratus* — микобактериями и бактериями рода *Vibrio*. Бактерии *Beneckea* spp. поражают хитиновый покров также у пенеидных креветок и у голубого краба (*Callinectes sapidus*). Заболевание возникает при сильно уплотненных посадках выращиваемых креветок. Заболевание «белый синдром» встречается у креветок разных родов (*Macrobrachium*, *Palaeomon*, *Penaeus*) и поражает мышцы головы и живота. Возбудитель заболева-

ния — личинки трематод, а для креветки *Penaeus setiferus* — личинки цестод *Prochristionella penaei*. Болезнь вызывает повышенный отход креветок.

При гаплоспоридном заболевании креветки *Penaeus orientalis* в мускульных тканях, в органах пищеварения и жабрах содержится большое количество гаплоспоридных (одиночных) спор рода *Urosporidium* (диаметр 2,8 мкм), что сильно снижает жизнеспособность креветок.

Креветки подвержены также и грибковым заболеваниям. Например, соединительные ткани и мышцы креветки *Palaeomon serratus* могут быть поражены грибами рода *Pythium*. Некоторые виды этого грибка (*P. aferitile*) способны поражать половые органы креветок *P. serratus* [108].

## КУЛЬТИВИРОВАНИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

---

Промышленное выращивание пищевых беспозвоночных осуществляется в полноциклических и полуциклических хозяйствах. В первых производители и их потомство культивируются в искусственных условиях, во вторых — собранную в естественной среде молодь подращивают до товарных размеров в искусственных или естественных условиях.

В полуциклических хозяйствах подращивание молодежи беспозвоночных до товарных размеров осуществляется следующим образом: молодь, собранную от производителей, обитающих в естественной среде, подращивают в прудах, бассейнах, выростных емкостях и т. д. (таким способом в Японии выращивают креветок, в США — раков); молодь, полученную от естественного размножения производителей в местах их обитания, подращивают в искусственных или естественных условиях (бухты, заливы, лагуны и др.). (Так выращивают в СССР мидий и устриц).

В хозяйствах часто сочетается искусственное получение молодежи с подращиванием ее в естественных условиях. В таком хозяйстве «смешанного» типа может подрастать молодь, полученная от производителей, содержащихся в искусственных условиях (часто с использованием стимуляции размножения) или от производителей, выловленных в природных условиях. В крупных хозяйствах Японии, например, стимулируется созревание половых продуктов у моллюсков производителей, а полученную молодь подращивают в море. Личинок японской креветки получают в искусственных условиях, подращивают в бассейнах, а затем выпускают молодь в хорошо прогреваемые мелководные лагуны или заливы. Если в хозяйстве сбор личинок в естественных условиях можно заменить стимулированием размножения нескольких сотен производителей моллюсков, обладающих высокой плодовитостью, то количество искусственно полученной молодежи может полностью удовлетворить потребности хозяйства в посадочном материале. Смешанный тип хозяйств ближе к хозяйствам полноциклического типа. Однако в настоящее время более распространены полуциклические хозяйства, которые проще в эксплуатации, чем полноциклические.

В СССР промышленные хозяйства, функционирующие и проектируемые на Дальнем Востоке, — полуциклического типа.

## МОЛЛЮСКИ

Моллюски весьма пластичны, обладают большой плодовитостью, ведут малоподвижный образ жизни, что делает их наиболее благоприятными объектами для выращивания. Выращивание моллюсков проще, чем других беспозвоночных, поскольку не требует особо сложных конструкций и приспособлений, а также больших капитальных затрат.

Биотехника культивирования моллюсков в общем виде состоит из следующих этапов: 1) получение посадочного материала; сбор личинок на искусственные субстраты — коллекторы или получение личинок за счет стимулирования созревания половых продуктов производителей; 2) подращивание посадочного материала, осевших личинок (спата) на коллекторах или молоди в различных выростных устройствах (садки, лотки и др.) до товарных размеров; 3) доведение моллюсков до кондиционного товарного состояния, очистка и реация продукция.

Молодь моллюсков до товарных размеров подращивают в толще воды или на грунте. При выращивании в толще воды они лучше обеспечены кормом, меньше сказывается пресс хищников, а в связи с этим темп роста моллюсков и выход товарной продукции выше, чем при выращивании на грунте. Подращиваемые на грунте моллюски засоряются песком или донным осадком. В настоящее время во многих странах отдается предпочтение выращиванию моллюсков в толще воды.

При подращивании моллюсков необходимы различные выростные приспособления (садки, лотки, мешки и др.), а также устройства для их размещения в толще воды (носители): плоты, стеллажи, ярусные устройства, кольца и др. Выбор метода выращивания моллюсков в основном зависит от вида, его биологии, физико-географических условий размещения хозяйства. В СССР промышленное выращивание моллюсков осуществляется и в толще воды (устрицы, мидии, гребешок) и на грунте (гребешок).

### Двустворчатые моллюски

Двустворчатые моллюски (класс *Bivalvia*) являются самыми распространенными объектами культивирования и издавна служили пищей и предметами украшения людей. Наибольшее число культивируемых видов принадлежит к двум отрядам — связочнозубых (*Dysodonta*) и настоящих пластинчатожаберных (*Eulamellibranchia*) моллюсков, среди которых большинство культивируемых видов относится к связочнозубым. К этому отряду принадлежат семейства устриц (*Ostreidae*), мидий (*Mytilidae*), гребешков (*Pectenidae*), моллюсков которых выращивают во всем мире. Некоторые моллюски из родов *Pteria* и *Pinctada* семейства настоящие морские жемчужницы (*Pteriidae*) составляют основу перламутровой промышленности стран Юго-Восточной Азии и товарного выращивания искусственного жемчуга. Среди настоящих пластинчатожаберных моллюсков (отр. *Eulamellibranchia*) особенно интересны для промышленного культивирова-

ния некоторые виды семейств венериды (Veneridae), мии (Myidae), сердцевидки (Cardiidae). Однако пластинчатожаберных выращивают в значительно меньших масштабах, чем связочнозубых, что связано с биологическими особенностями: они закапываются в грунт, т. е. их невозможно выращивать в толще воды.

**Выращивание двустворчатых моллюсков в хозяйствах полувциклического типа.** *Выбор выращиваемого вида.* Предпочтение отдается виду с высоким темпом роста, незначительной смертностью на разных стадиях развития, высокой потенциальной продуктивностью, ценными пищевыми качествами, высоким содержанием мяса в раковине. Важное значение в выборе вида имеют национальные традиции и рыночный спрос. Испанцы, например, охотно покупают дорогую плоскую устрицу (*Ostrea edulis*), которую ввозят из Франции, а более дешевая гигантская устрица (*S. gigas*) у них не пользуется популярностью. Во Франции эту устрицу, завезенную из Японии, начали интенсивно выращивать и продавать после массовой гибели португальской устрицы (*Crassostrea angulata*), которая в этой стране традиционно пользовалась большим спросом.

*Районы выращивания моллюсков.* При организации хозяйств выростные участки должны быть расположены как можно ближе к хозяйству. При выращивании моллюсков в хозяйствах полувциклического типа само хозяйство не всегда располагается в районе установки коллекторов для сбора личинок и их подращивания до товарных размеров. Во многих промышленных хозяйствах, занимающихся выращиванием моллюсков в естественных условиях, молодь собирают в одних районах, а подращивают до товарных размеров — в других, расположенных порой за сотни километров от районов сбора. Во Франции, например, молодь устрицы *O. edulis* собирают в основном в заливе Морбиан, а подращивают в различных бухтах, заливах, эстуариях Бретани; в СССР молодь *O. edulis* собирают в Джарылгачском заливе (северо-западная часть Черного моря), а выращивают у кавказских берегов (восточная часть).

При выборе места для создания хозяйства в первую очередь следует ориентироваться на районы с максимальной интенсивностью оседания личинок культивируемого вида, а потом и на районы их возможного подращивания. Однако некоторых моллюсков с высоким темпом роста [73] можно выращивать в хозяйствах с одногодичным циклом (*S. gigas* — в Японии).

При подращивании молоди в выростных емкостях темп роста моллюсков возрастает благодаря хорошей прогреваемости воды, отсутствию пресса хищников и конкурентов, хорошей кормовой базе, что значительно сокращает срок товарного выращивания моллюсков.

*Устройство коллекторов.* В течение многих веков для сбора личинок двустворчатых моллюсков, особенно устриц, использовались искусственные субстраты или коллекторы — раковины моллюсков, камни, бамбуковые палки, деревянные колья, ветки, веревки, черепица и др.

В настоящее время в промышленных хозяйствах СССР на коллекторах выращивают молодь устриц, мидий и гребешков. Показатели

Т а б л и ц а 7. Коллекторы, используемые в промышленных хозяйствах полуциклического 144, наши данные]

Внешний вид коллектора	Размер, м	Материал
<i>Устричный</i>		
Проволока или шнур с нанизанными створками	1—3	Створки устриц
Сетчатые мешки	0,5×1,0	То же
Капроновый шнур с нанизанными створками	1—3	Створки мидий
Пакет, образованный 5—10 парами плиток	0,33×0,15 (керамическая плитка) 0,31×0,22 (пластмассовая плитка)	Черепица, керамика, пластмасса
Шест	0,05—0,1 в диаметре	Бамбук
Шест	1,8	Твердая древесина
<i>Мидийный</i>		
Ветки		Мангровое дерево
Капроновый шнур с вставками	1—8 (СССР) 3—12 м (Испания)	Капрон с древесиной или пробкой
Колья	3	Древесина (дуб)
Канаты	3	Кокосовые волокна с древесиной
<i>Гребешковый</i>		
Канаты	4	Кокосовые и синтетические волокна
Мешок	0,7×0,4	Монофиламентная дель

роста культивируемых моллюсков практически такие, как в других странах, расположенных в таких же географических и климатических зонах.

В связи с развитием промышленного выращивания двустворчатых моллюсков (устриц, мидий, гребешков и др.) испытывались и применялись новые материалы для изготовления коллекторов: керамика, бетон, шифер, стекло, пластмассы. Работа по подбору материалов для коллекторов продолжается. Эффективность использования коллекторов различного типа в хозяйствах зависит от сочетания географических, экологических, биологических, экономических и других факторов (табл. 7).

Коллекторы по способу размещения можно разделить на две группы: подвешенные в толще воды и расположенные на грунте. Располо-

Крепление	Глубина заглубления и место установки	Страна, где применяется коллектор
<i>коллектор</i>		
К плотам, стеллажам, рамам и другим носителям	На мелководье — в придонном слое до 3 м; в толще воды — 1 м от поверхности воды	Япония, СССР, Филиппины, Канада
На деревянных решетках, установленных на дне	0,15—0,25 м от дна	Франция (район Аркашон-Жиронда),
К плотам, каркасам ставных неводов, ярусным линиям	На мелководье — в придонном слое до 3 м; в толще воды — 1 м от поверхности воды	СССР
На деревянных платформах	0,25 м от дна	Франция (Бретань), Испания
В грунт, на расстоянии 0,3—0,6 м друг от друга	Дно (грунт)	Филиппины
Укладываются в стойки, вбитые в дно	1 м от дна	Австралия, Венесуэла, Новая Зеландия
<i>коллектор</i>		
Подвешиваются к горизонтальным брускам, поддерживающим их донными опорами	В поверхностном слое на глубине от 0,1 до 0,4 м	Куба
К плотам, ярусным линиям, каркасам, плавающим и донным устройствам	На мелководье — в придонном слое до 3 м; в толще воды — до 12 м от поверхности воды	Испания, СССР
В грунт, на расстоянии 0,35 м друг от друга	2 м от дна	Франция
К плавучим буйам или рамам	До 3 м от поверхности	Шотландия
<i>коллектор</i>		
К стальным тросам, размещенным на деревянных брусках плотов	До 4 м от поверхности воды	Австралия
К плотам, ярусным устройствам, каркасам и другим носителям	На мелководье — не менее 2 м от дна; в толще воды от 4 до 10 м	Япония, СССР

жение коллекторов в толще воды оправдано тем, что личинки и подрастающая молодь (спат), поднятые на коллекторах над дном, менее подвержены прессу донных хищников и прочих организмов, имеют лучший водообмен, хорошо обеспечены кормом, не засоряются донными взвесями. Коллекторы можно также разделить на традиционные (створки моллюсков, черепица, шесты, колья, канаты) и изготовленные из современных материалов (пластмассовые пластины, нейлоновые садки, сетчатые цилиндры, покрытые известью).

В СССР для изготовления мидийных коллекторов традиционного типа все чаще используют капрон. Например, в Чупинской губе Кандакшского залива Белого моря применяется капроновая дель с ячеей 8—10 мм; в районах южного и восточного Крымского побережья (Ласпи, Капсель, Карадаг, Керченский пролив) Черного моря —

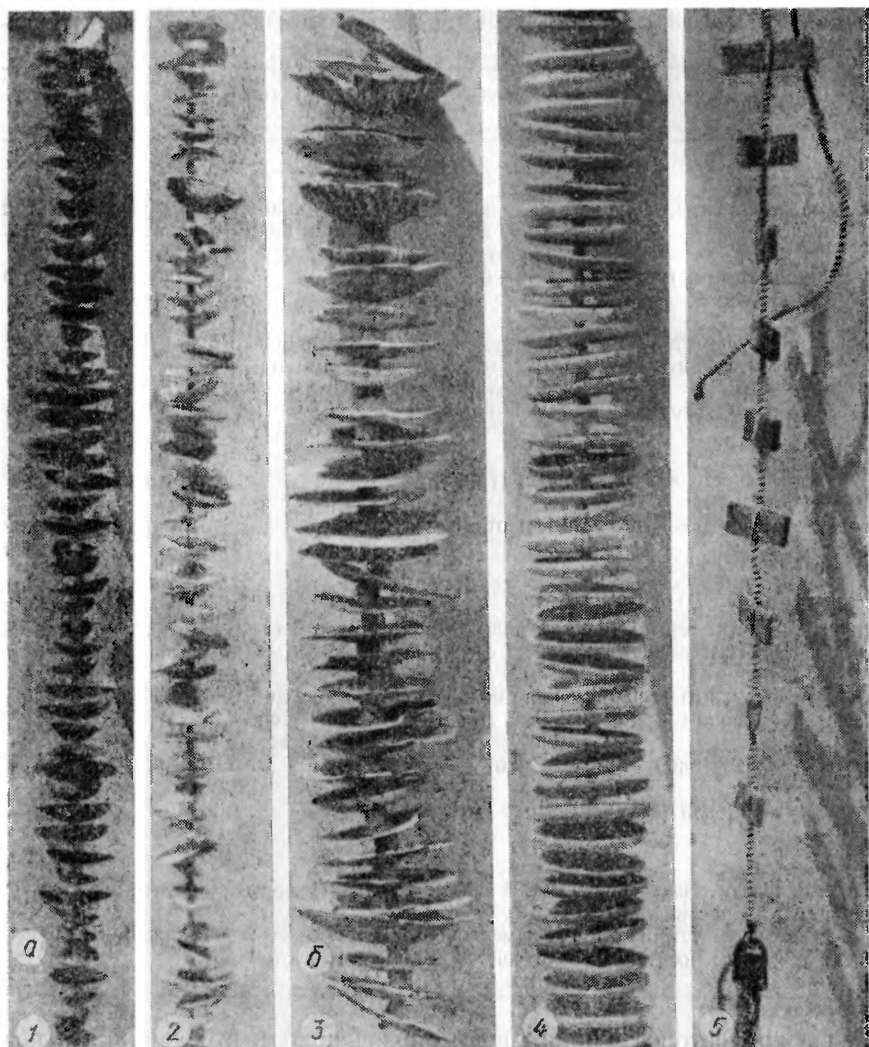


Рис. 3. Типы промышленных коллекторов, применяемых ООМУРК для сбора личинок устриц (а) и мидий (б) в северо-западной части Черного моря, изготовленных из створок (1 — мидийных, 2 — устричных, 3 — гребешковых) и пластин (4 — черепичных, 5 — пробковых)

6-миллиметровый капроновый фал, свитый из двух 3-миллиметровых капроновых веревок длиной от 3,5 до 8,0 м с вплетенными в них пенопластовыми пластинами размером  $0,1 \times 0,04 \times 0,01$  м или с вплетенными в них кусочками 10—16-миллиметрового капронового фала длиной от 0,1—0,12 м. В Болгарии применяются цилиндрические сумки длиной 4,5 м, изготовленные из капроновой сети с ячейей 28 мм.

На Очаковском опытном мидийно-устричном рыбкомбинате соби-

рают личинок устриц в Джарылгачском и Каркинитском заливах на коллекторы с нанизанными створками устриц *O. edulis* и мидий *M. galloprovincialis*, выловленных драгой в прибрежных районах заливов (рис. 3) Использовать коллекторы из створок приморского гребешка *P. yessoensis*, керамических пластин невыгодно, поскольку транспортировать створки гребешка с Дальнего Востока (залив Посыета) приходится на расстояние более 9000 км, а промышленное изготовление керамических плиток не налажено. Такое же положение наблюдается и во многих странах Юго-Восточной Азии, Центральной Америки и Африки. В то же время использование раковин, шестов, кольев и других материалов для сбора личинок моллюсков при больших масштабах производства не всегда выгодно, поскольку обработка коллекторов требует больших затрат.

В промышленных хозяйствах США, Японии, Франции чаще сочетаются традиционные и современные типы коллекторов (рис. 4). При традиционном выращивании устриц в промышленном хозяйстве в Бретани (Франция) личинок собирают в заливе Морбиан на керамические плитки полуцилиндрической формы (длина 33, ширина 15, высота полуцилиндра 5 см, масса 900 г), которые прикрепляют друг к другу проволокой и укладывают (вогнутой поверхностью вниз) друг на друга; образуется прямоугольный набор из 10 пар, размещаемый на платформе на высоте 60 см от дна залива. За 1 ч рабочий может набрать до 30 прямоугольных наборов. Перед установкой в заливе плитки покрывают известью для лучшего оседания личинок и облегчения снятия молоди устриц с коллекторов [143].

В промышленном хозяйстве, расположенном в этом же заливе, используют пластмассовые плитки полуцилиндрической формы (длина

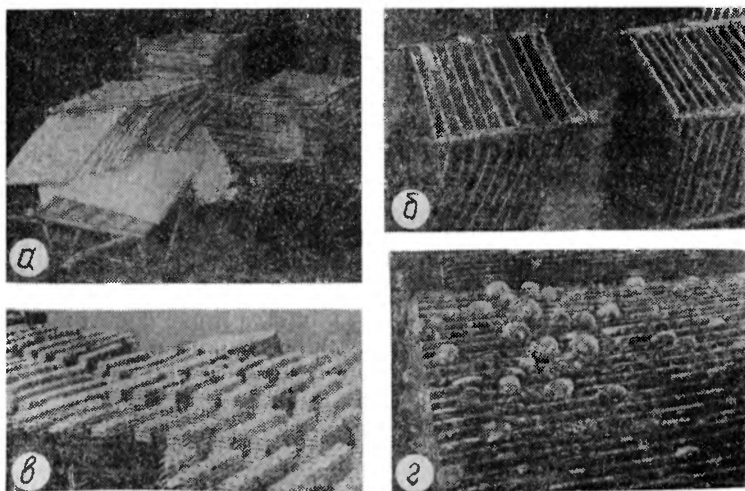


Рис. 4. Устричные коллекторы, используемые в промышленных хозяйствах Бретани (Франция) [143]:

а — секции пластмассового коллектора, б — секционный пластмассовый коллектор в сборе, в — керамический коллектор, г — пластмассовый полуцилиндрический коллектор в сборе

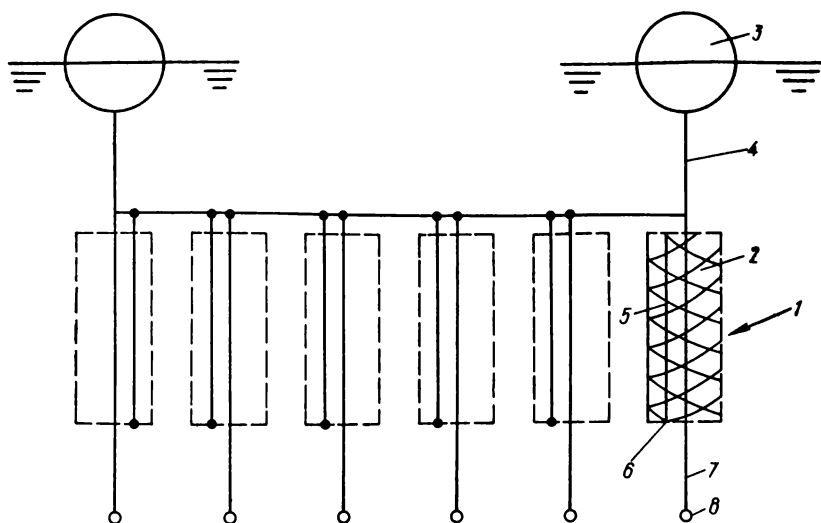


Рис. 5. Устричный коллектор (вид сбоку) [76]:

1 — цилиндрическая сеть, 2 — ячейя сети, 3 — поплавок, 4 — шнур, 5 — внутренний шнур, 6 — нижняя кромка сетки, 7 — центральный шнур, 8 — груз

31 см, 22 ширина, толщина 0,1 см), которые вставляют вогнутой поверхностью вниз в специальную рамную конструкцию. Пакеты с собранными плитками с помощью специального приспособления покрывают раствором гашеной извести в смеси с жженой магнезией в соотношении 3 : 5 и устанавливают на легкие металлические П-образные подставки на высоте 50 см от поверхности грунта.

В промышленном хозяйстве, работающем в заливе Морбиан, используют пластмассовые коллекторы, состоящие из 12 квадратных секций размером 60 × 60 см, в которых вертикально расположены 28 параллельных планок на расстоянии 1—1,5 см друг от друга. В четырех углах секции имеются круглые выступы с отверстиями диаметром 3 см, в которые вставляются деревянные палки или стержни. Готовый коллектор обрабатывают гашеной известью, смешанной со жженой магнезией.

Коллекторы в виде пластмассовых цилиндрических сеток, устанавливаемых в вертикальном и горизонтальном положениях в толще воды, практичнее прямых вертикальных сетей, с которых и молодь иногда опадает (рис. 5). Конструкция коллектора проста: диаметр цилиндрической сети 5—30, ячейя 0,5—1,0 см, диаметр пластмассовой арматуры, образующей сеточку, — 0,3—1,0 см; размеры эти могут варьировать. После обработки углекислым кальцием коллектор приобретает дополнительную жесткость [76]. Опыт использования пластмассовых сетчатых коллекторов с наполнителями (мешочки из монофильной дели) в промышленном хозяйстве в заливе Посьета (Японское море) для сбора молоди приморского гребешка (*P. jessoensis*) показал хорошие результаты. В хозяйстве в 1977 г. получено 12 млн. шт. молоди гребешка.

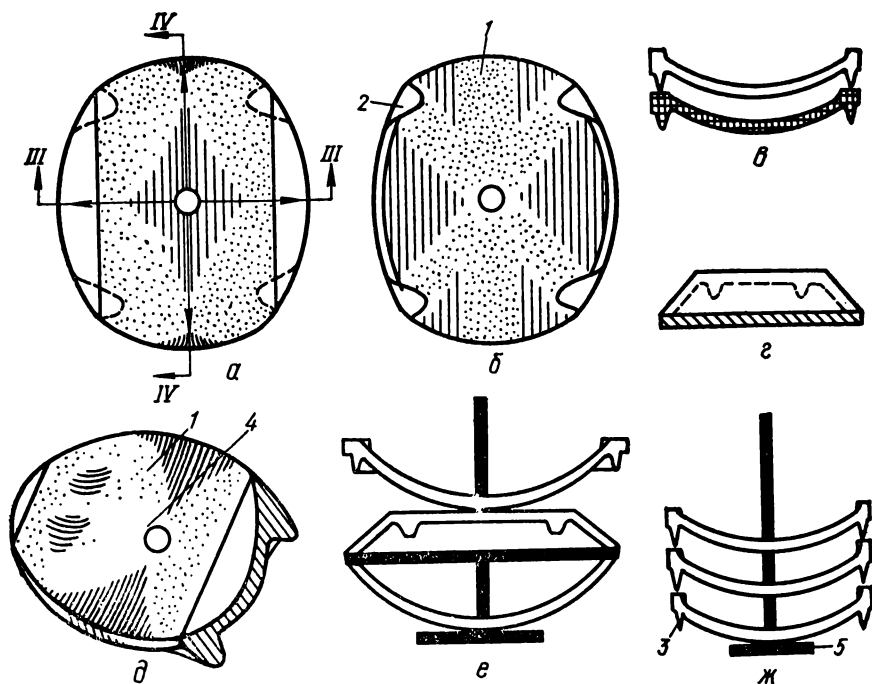


Рис. 6. Устричный коллектор [172]:

*a* — вид пластины коллектора сверху, *б* — вид пластины снизу, *в* — сечение пластины по линии III—III, *г* — сечение пластины по линии IV—IV, *д* — рабочее положение пластины, *е* — отклонение пластины от обычного положения на 180°, *ж* — вид сбоку нескольких пластин, напизанных на шнур или проволоку; 1 — пластина, 2 — стойка, 3 — пластины при сборке коллектора, 4 — центровое отверстие, 5 — подставка

Устричный коллектор, созданный Д. В. Квайлом и др. [172], также легок, прост в обращении, обеспечивает равномерное оседание личинок устриц и быстрое отделение подросшей молоди. Он состоит из ряда пластин, капронового шнура и подставки (рис. 6). Тонкие пластины (диаметр 6,5—7,5, толщина 0,3 см) выполнены в форме диска, изогнутого в поперечном направлении так, что одна сторона у пластины вогнутая, а другая выпуклая. Каждая пластина имеет несущее основание в виде двух плоских поверхностей, расположенных на противоположных концах верхней вогнутой ее части. Распорки на обратной стороне пластины образуют ряд стоек. При сборке коллектора стойки опираются на поверхность следующей пластины. Через отверстие в центре пластин проходит капроновый шнур для соединения их в коллектор и его крепления, при этом нижняя пластина соприкасается с подставкой. Между пластинами существует водообмен, поверхности пластин доступны для личинок. Число пластин в коллекторе зависит от района его постановки, глубины, плавучести поддерживающих посетителей. Пластины изготовлены из смеси портландского или боксито-гидравлического цемента, известняка, стеарата цинка или его заменителя, гипса и асбестоволокна. Смесь готовят в сухом виде и под давлением (8—12 т), из образовавшейся массы получают

пластины, которые обрызгивают 8 %-ным водным раствором фтористого кальция, пока они им не пропитаются, а затем оставляют для затвердевания. Для ускорения процесса затвердевания допускается небольшая тепловая обработка. Портландский цемент обеспечивает саморазрушение пластин после года нахождения их в морской воде, что облегчает снятие подросшей молодежи с пластин коллектора [172].

Интересен по конструкции коллектор для выращивания мидий, разработанный специалистами Одесского отделения Института экономики и экологии Мирового океана АН УССР. Изготовлен он из прессованных материалов в виде прямоугольной рамы, внутри которой размещаются шестигранной формы ячейки в виде чечелиных сот. Такие сотовые, или ячеистые, коллекторы располагают вертикально на глубине 1,0—1,5 м от поверхности воды и соединяют друг с другом в секцию, ориентированную по направлению штормового волнения. Извлечение моллюсков из коллектора производится путем их выдавливания. При использовании разборных рам мидий, выращенных на ячеистых коллекторах, можно подвергать глазированию льдом и хранить или транспортировать длительное время [8].

Подбор типа коллекторов, разработок новых конструкций для массового изготовления в хозяйствах имеет важное значение для облегчения труда людей, увеличения продуктивности хозяйств. В нашей стране промышленное производство коллекторов развито недостаточно.

*Размещение и установка коллекторов.* В хозяйствах полуциклического типа используются различные приспособления для размещения коллекторов — контейнеры, стеллажи, пакеты, рамки, плоты, ярусные установки, гундеры и другие устройства.

Для определения сроков установки коллекторов необходимо постоянно проводить исследования в районах их размещения. Изучается температурный режим района, соленость и содержание растворенного кислорода в воде, кормовая база, плодовитость моллюсков, сроки их размножения, выхода половых продуктов, сезонная динамика численности и распределения необходимых для выращивания личинок, длительность пелагического периода личиночных стадий моллюсков, что позволяет заранее указать сроки и районы для установки коллекторов, а также глубину их постановки. Коллекторы следует устанавливать до начала массового оседания личинок.

В бухтах, заливах, эстуариях и участках моря, где отсутствуют приливно-отливные явления, лучшими районами для размещения коллекторов являются естественные банки моллюсков. В литоральной зоне коллекторы располагают в районах с небольшими приливами и хорошо прогретой водой. Их устанавливают на плотках, стеллажах, жердях, сваях, различных донных и плавающих устройствах (рис. 7).

В промышленных хозяйствах на Черном море используют деревянные плоты и ярусные установки, на Дальнем Востоке (залив Посьета) — каркасы конструкции Дальтехрыбпрома. Для сбора личинок моллюсков и их подращивания до товарных размеров на коллекторах можно использовать каркас ставного невода, разработанный АзчерНИРО, который представляет собой устройство с полезной площадью 500 м<sup>2</sup>, две его боковые стороны образованы 12 деревянными или желе-

зобетонными столбами длиной 7—8 м, выступающими над поверхностью воды на 2 м. К их верхней части крепится проволока длиной 10 м и диаметром 6 мм, натягиваемая двумя якорями. По углам каркаса устанавливается еще по одному якорю; 16 натяжных якорей усиливают конструкцию и позволяют поддерживать устройство в толще воды. На столбы натягивают капроновый фал диаметром 10—12 мм, к которому на расстоянии 25 см друг от друга крепят коллекторы. Такое устройство может быть использовано только в местах с глубиной не более 6 м [24, 142]. Его эксплуатация в промышленных хозяйствах облегчает сбор личинок моллюсков на коллекторы, а кроме того, он пригоден и для товарного

выращивания моллюсков. Конструкцию устройства можно усовершенствовать, заменив деревянные и металлические изделия синтетическими и железобетонными с дешевыми наполнителями. Более современная конструкция линейной гундерной установки для выращивания мидий и устриц разработана Севастопольским экспериментально-конструкторским бюро по подводным исследованиям ВРПО Азчеррыба. Установка состоит из 46 гундер, изготовленных из 3,5-метровых деревянных стоек на бетонных основаниях и оснащенных распорками и скобами. Гундеры размещены в два ряда на расстоянии 7 м друг от друга. Между гундерами натянуты 22 подборы из 30-миллиметрового каната, на которых закрепляются 1200 коллекторов. Гундеры удерживаются 54 бетонными якорями (рис. 8). Минимальная глубина для постановки линейной гундерной установки должна быть не менее 7 м; выход товарной продукции — 22 т за один сезон выращивания моллюсков [42].

В заливе Посьета используется система, разработанная Дальневосточным филиалом научно-технического объединения (НТО) промысловства для сбора личинок гребешков и их товарного выращива-

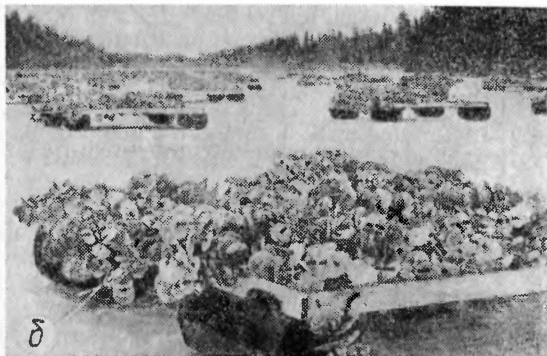


Рис. 7. Установка устричных коллекторов [101, 156]: а — на стеллажи (во Франции), б — к плотам (в Канаде. плоты с коллекторами на льду озера Брест-ор).



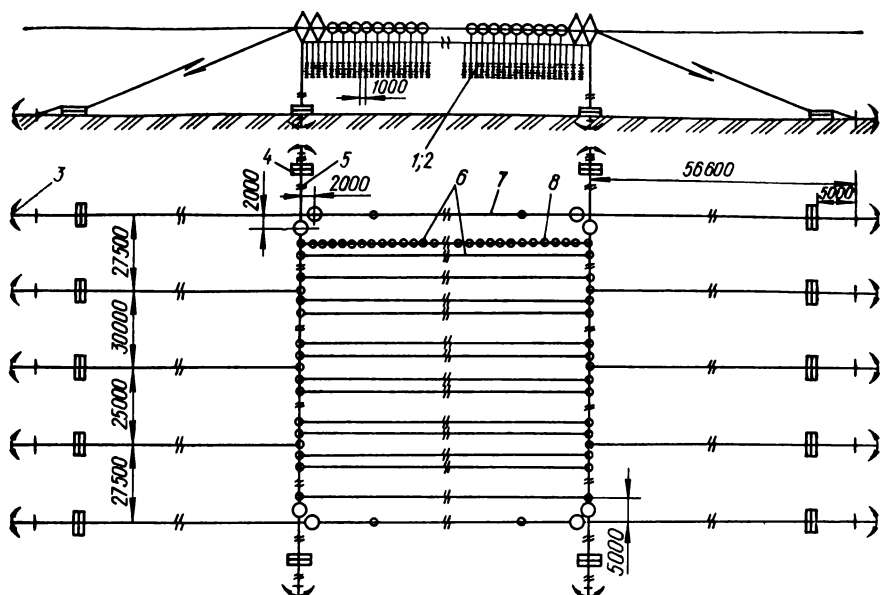


Рис. 9. Промышленная установка для выращивания морского гребешка [42].  
 1, 2 — коллекторы или гирлянды садков, 3 — якорь, 4 — подъякорник, 5 — якорная оттяжка, 6 — хребтины, 7 — канатная рама размером 110 × 100 м. 8 — наплава

люска в различные годы меняются незначительно, что связано в первую очередь с температурой воды. Например, оседание личинок гребешка *Patinopecten yessoensis* на коллекторы в заливе Посыета обычно начинается 20—25 июня, заканчивается к 5—10 июля; по годам сроки могут сдвигаться на 5—10 дней [3, 4]. Сроки оседания личинок мидий также ежегодно сдвигаются на 5—30 дней. Например, в июне, июле, сентябре 1985 г. температура воды у берегов Крыма (Евпатория, Ялта, Судак, Феодосия) резко колебалась от 8 до 22 °С. Максимальное оседание личинок мидий *M. galloprovincialis* у берегов Крыма наблюдается в западной части (Караджинская бухта) — в марте — мае и сентябре — ноябре [26]; в восточной части (Судакская бухта) — в феврале — марте и августе — сентябре; в южной части (бухта Ласпи) — январь — февраль и октябрь — ноябрь; в Керченском проливе — май — июнь и август — октябрь. Пик оседания личинок мидий *M. edulis* на коллекторы в заливе Восток Японского моря приходится на конец июня [7], а на различных участках литорали Англии и Уэльса — в мае — июне и в меньшей степени с середины сентября до начала ноября [102].

Промышленным хозяйствам необходимо использовать период активного оседания личинок на коллекторы. Если коллекторы выставить раньше начала оседания личинок, то они обрастают, на них появляются конкуренты, что мешает нормальному оседанию личинок; позднее выставление коллекторов грозит пропуском пика оседания личинок, что уменьшает их сбор (табл. 8).

Т а б л и ц а 8. Зависимость оседания личинок мидий на коллекторы от времени пребывания коллекторов в воде [25]

Время пребывания коллектора в воде, сут		Плотность молоди на коллекторе	
к моменту оседания личинок	в период оседания личинок	экз./м <sup>2</sup>	%
<i>Май — июнь</i>			
60—70	30—30	3542	15,6
50—60	30—30	6160	27,1
40—50	30—30	4312	19,0
30—40	30—30	5698	25,0
20—30	30—30	2618	11,4
10—20	30—30	308	1,3
0—10	30—30	15	0,6
<i>Июнь</i>			
0	10—30	0	0

Начало оседания личинок мидий *Mytilus edulis*, выращенных в искусственных условиях, отмечалось на 29-й день жизни. Большая их часть (94 %) оседала на субстраты при размерах 240—300 мкм [84]. Примерно такие же размеры пелагических личинок устриц *O. edulis* в период оседания — от 150 до 300 мкм [202]. Для эффективности сбора личинок моллюсков важны глубина погружения коллекторов и район их постановки. Для сбора личинок устриц *O. edulis* в мелководных заливах северо-западной части Черного моря (Джарылгачский, Каркинитский) наиболее пригоден придонный слой воды — от 10 до 60 см от грунта, а для сбора личинок мидий *M. galloprovincialis* в Керченском заливе — поверхностные слои воды [24, 32].

Материал коллекторов также влияет на интенсивность оседания личинок. Они в основном оседают группами, образуя скопления, что хорошо видно при подращивании молоди мидий на коллекторах (рис. 10).

Оседание личинок моллюсков зависит от многих экологических и биологических факторов. В Егорлыцком устричном хозяйстве, например, намечался сбор личинок на коллекторы в Егорлыцком заливе. Однако к моменту сбора в заливе не осталось даже личинок естественной промысловой популяции устриц и хозяйству срочно пришлось переключиться на сбор молоди в другом заливе (Джарылгачском), расположенном за сотни километров от хозяйства. Однако даже в этом заливе с каждым годом личинок на коллекторы оседает все меньше.

Темп роста мидий и устриц зависит от количества и расположения их на коллекторах. Свободное пространство вокруг осевшей молоди стимулирует рост моллюсков, поэтому размеры подрощенной молоди устриц *O. edulis* на черепичных коллекторах (в среднем 38,2 мм) выше, чем подрощенной на устричных коллекторах (в среднем 27,5 мм) [202].

Развитие и рост молоди моллюсков на коллекторах могут тормозить конкуренты, обрастатели (балаюсы, губки, мшанки, водоросли) и хищники (крабы, звезды).

При культивировании устрицы *S. gigas* на коллекторах из створок гребешков молодь устриц уже через 1 мес с момента оседания на коллекторы достигает длины 1,5, через 3 мес — 4 см, а к полутора годам — товарных размеров (8—10 см) [62]. Темп роста поддерживается еще и тем, что по мере развития молоди устриц между пластинами коллекторов устанавливаются разноразмерные распорки до 20 см. В хозяйствах полуциклического типа молодь подращивают на коллекторах до момента ее пересадки в дополнительные выростные устройства (садки, плоты и др.) или на грунт, где она растет до товарного размера.

Биотехнический процесс выращивания мидий *M. edulis* на Белом море предусматривает периодические заглубления плота-коллектора на глубину 2 м. Перевод секций с коллекторами мидий в поверхностный слой воды (весной) приводит к тому, что моллюски совместно с морскими звездами оказываются в сильно распресненном слое воды, возникшем после весеннего таяния льда. Такой подъем приводит к тому, что морские звезды (*Asterias rubens*) уже в течение 2 ч пребывания в распресненном слое полностью покидают мидийные коллекторы. Разработанный метод («скользящих» субстратов) позволяет предохранить моллюсков от воздействия льда и их выедания морскими звездами. Цикл выращивания товарных мидий длится 4 года, а выросшие моллюски характеризуются однородностью и высоким выходом мяса по отношению к общей массе моллюсков по сравнению с мидиями из естественных популяций [57].

Выращивание мидий на Азовском море из-за ледового режима, незначительных глубин и резких колебаний солености воды ограничивает возможности зимовки моллюсков, поэтому целесообразно выращивать сеголетков мидий для кормовых и пищевых целей [19].

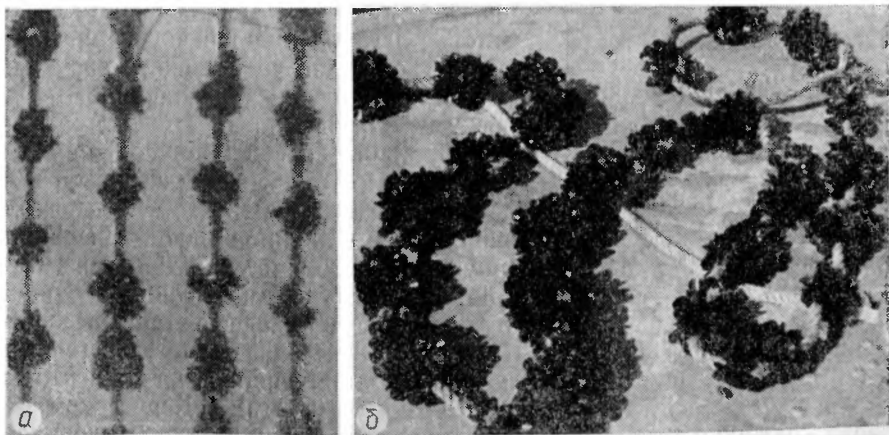


Рис. 10. Скопления молоди мидий на коллекторах, установленных в районе Судака (юго-восточная часть Крыма). Фото М. В. Переладова:

а — подводные выростные установки; б — мидийный коллектор, поднятый из воды



Рис. 11. Мидии товарных размеров (5 см и выше) на коллекторе, выращенные за 15 мес с момента его установки в бухте Капсель (р-н Судака, юго-восточная часть Крыма). Фото М. В. Переладова

Биотехнический процесс выращивания мидий у берегов Крыма включает следующие этапы: сбор личинок на искусственные субстраты (коллекторы); подращивание осевших личинок мидий на коллекторах до товарных размеров; снятие урожая; контроль и реализация товарной продукции [66, 71]. Крымское побережье пригодно для размещения промышленных выростных установок на глубинах 15—25 м, поэтому способ выращивания мидий, разработанный специалистами ВНИРО, ИНБЮМ АН УССР, предусматривает два этапа заглубления коллекторов [70].

Весной коллекторы выставляются в море для сбора личинок весенней генерации. После оседания личинок на коллекторы, размещенные у поверхности воды, производят заглубление коллекторов на глубину 3,0—3,5 м (первое заглубление) для подращивания осевших личинок моллюсков (спата) и предотвращения повторного оседания мидий. Такая глубина погружения коллекторов обусловлена тем, что максимальное оседание личинок происходит в поверхностном слое. Такое заглубление обеспечивает личинкам достаточную кормовую базу. Осенью коллекторы заглубляют на глубину 4—7 м от поверхности воды (второе заглубление) для подращивания сеголетков мидий до товарного размера. Такое заглубление предохраняет коллекторы с мидиями от волнового воздействия, что способствует сохранности урожая. Поэтому мидии достигают товарного размера за 12—15 мес выращивания. Сбор личинок одной генерации

позволяет получить однородную товарную продукцию [70] (рис. 11).

Выращивание мидий *M. galloprovincialis* в замерзающих районах северо-западной части Черного моря включает сходные этапы выращивания моллюсков у берегов Крыма. Через 30—36 мес (в зависимости от района выращивания) от начала оседания личинок на коллекторы молодь мидий достигает товарных размеров (50 мм); в Керченском заливе эти мидии растут значительно интенсивней, и размеры годовиков достигают 51 мм [24, 25]. Такой же темп роста и у мидий *M. edulis*, выращиваемых в Уэльсе (Ирландское море; район выращивания мидий расположен на расстоянии 300 км от мест сбора их молоди), и го-

довики мидий достигают среднего размера 47,5 мм [103]. У всех мидий, выращиваемых в Европе разными способами («бушо», донный, подвешенный и др.), наблюдается высокий темп роста (11—20 мес); максимальный — при выращивании в толще воды. Например, в Испании мидии *M. edulis* достигают товарного размера (80—100 мм) за 12 мес, выращивания на коллекторах длиной 9 м [130]. Еще интенсивнее прирост у теплолюбивых видов моллюсков, сроки товарного выращивания которых значительно короче. Суточный прирост мангровой устрицы (*Crassostrea rhizophorae*), выращиваемой на Кубе, за 2 мес составил в среднем 0,52, за 3—5 — 0,34, за 6—8 — 0,19 мм. Промысловых размеров (50 мм) устрицы *C. rhizophorae* достигали уже в 4 мес (50 %), а в большей части (80 %) — в 5—7 мес. Максимальный отход устриц (до 50 %) наблюдался в первые 2 мес выращивания. Высокий темп роста был у моллюсков, выращиваемых в толще воды от 0 до 10 и от 25 до 40 см от ее поверхности [133, 167].

**Обработка коллекторов.** В промышленных хозяйствах полуциклического типа, занимающихся выращиванием двустворчатых моллюсков, коллекторы обрабатывают на месте их установки, когда на них находится молодь или разновозрастные моллюски. Обработка коллекторов может быть частичной, когда осевшие личинки или подростовая молодь (спат) находятся на коллекторах в течение какого-нибудь периода выращивания, а затем переносятся в садки, или в течение всего периода выращивания моллюсков до товарных размеров. Например, при выращивании мидий *M. edulis* в заливе Ароса в Испании через 4—6 мес от момента оседания личинок на коллекторы производят прореживание коллекторов с моллюсками, поскольку за это время масса мидий увеличивается в 10 раз. Прореженных моллюсков распределяют на новых веревках-коллекторах [169].

При частичной обработке коллекторов удаляются мертвые и больные моллюски, а также конкуренты, паразиты, хищники и обрастатели. Например, эпифауна на канатах, установленных для сбора личинок мидий *M. edulis* в устье реки Ароса (Испания), включает 72 вида, из них 30 % ракообразных, 27 полихет, 12 гастропод, 7 двустворчатых моллюсков, 6 асцидий, 4 губок, 3 % гидроидов и других гидробионтов. Мидии образуют 95 % биомассы поселений [117]. Подрастающая молодь мидий на коллекторе оказывает влияние на формирование ценоза его обрастания, поскольку в процессе развития и роста сопутствующие «поселенцы» испытывают недостаток кислорода и пищи, особенно в период размножения мидий. Поэтому в сообществе обрастателей мидийного коллектора могут обитать виды гидробионтов, способные переходить на анаэробный обмен [5].

Продолжительность чистки моллюсков (устриц) и коллекторов в разных хозяйствах зависит от количества рабочих и их квалификации. Пребывание моллюсков на воздухе 3—4 ч без прямого солнечного света не снижает их жизнеспособности, но угнетает их конкурентов и обрастателей. Частичную обработку коллекторов производят несколько раз в год: первый раз обычно осенью, а второй — после зимовки молоди, весной следующего года. Например, в Болгарии прореживание коллекторов с мидиями *M. galloprovincialis* производится путем

просушивания в течение 3—4 сут при раннеосеннем пике оседания личинок (сентябрь — октябрь), при позднеосеннем (ноябрь — декабрь) и при ранневесеннем (март — начало апреля). Количество мелких мидий на коллекторах после такой обработки уменьшается на  $\frac{1}{3}$  от первоначального количества. Диаметр обработанного коллектора с мидиями (друзы) через 14 мес выращивания составляет 25 см; необработанного коллектора — 50 см. После прорезживания коллектора увеличивается темп роста мидий и количество моллюсков промыслового размера [140].

В то же время статистический анализ результатов выращивания мидий *M. galloprovincialis* на солоноватом участке залива дельты реки По (Италия) с использованием донных устройств в виде столбов, соединенных между собой веревками, с которых спускаются в воду мидийные коллекторы, показал, что прорезживание особенно не влияет на рост мидий, а влияет на их выживание [95].

Обработку мидийных коллекторов из темной крупноячейной дели в экспериментальном хозяйстве ПИПРО, расположенном в губе Западная Зеленецкая (Баренцево море), выполняют в ноябре — январе и в апреле — мае. В Егорлыцком опытно-промышленном устричном хозяйстве, размещенном в северо-западной части Черного моря на Кинбурнской косе, обрабатывали коллекторы в сентябре — октябре и апреле — мае. Если выращивание моллюсков завершается на коллекторах (гигантские устрицы в заливе Посьета или во Внутреннем море Японии), то обработку производят по 2—3 раза в год в течение всего периода. При ухудшении условий обитания, обилии конкурентов, паразитов, хищников необходимы внеочередные обработки коллекторов.

Когда процесс сбора, подращивания личинок, молоди или товарных моллюсков на коллекторах завершен, коллекторы обрабатывают полностью. В промышленных хозяйствах полциклического типа полную обработку коллекторов производят после снятия с них молоди или выращенных моллюсков. Молодь обычно переносят в садки (лотки для подращивания) или направляют на дорощивание в другие хозяйства и продажу. Моллюсков, достигших товарных размеров, очищают, сортируют и реализуют. Коллекторы чистят, промывают, заменяют поврежденные створки или пластины, просушивают и хранят до будущего года.

В настоящее время коллекторы во многих хозяйствах мира (особенно в Японии) обрабатывают вручную с помощью ножа, скребка, щетки и т. д. Эта операция трудоемка и требует профессиональных навыков. Отход моллюсков при обработке коллекторов составляет 2—10 %. В промышленных хозяйствах разных стран стали появляться различные приспособления, но использовать их можно в основном при полной обработке коллекторов. Приспособление для полной очистки молоди (спата) устриц *O. edulis* с черепичных пластин коллекторов (рис. 12), позволяющее ежедневно обрабатывать от 4000 до 5000 пластин, даст возможность высвободить четырех человек.

Приспособление, разработанное советскими специалистами П. С. Чернявским и В. Н. Гавриловым, позволяет обрабатывать коллекторы с товарными мидиями и отделять их поштучно в произ-

водственных масштабах [81]. Оно состоит из смонтированных на станине загрузочного стола и рольганга, на выходном конце которого имеется барабан с выступом (палец) для закрепления конца коллектора и накручивания его. Барабан вращается с помощью электродвигателя посредством передачи, разьединительной муфты и рычага. Под рольгангом имеется перфорированный бункер для сбора обработанных мидий и отделения воды. Моллюсков выгружают из бункера с помощью поворотной задвижки. На столе размещены два блока, подключенных к гидросистеме с насадками, смещенными на минимальные величины длины и толщины раковин мидий, а сами блоки снабжены резиновыми амортизаторами для предотвращения повреждений створок моллюсков. Блоки с насадками покрыты металлическим кожухом с прорезиненными шторками и щелью для пропуска свободного конца коллектора. Перед блоками размещен направляющий конус и центрирующие входные и выходные (за блоками) ролики, которые свободно посажены на оси, закрепленные на поворотных кронштейнах с пружинами (рис. 13).

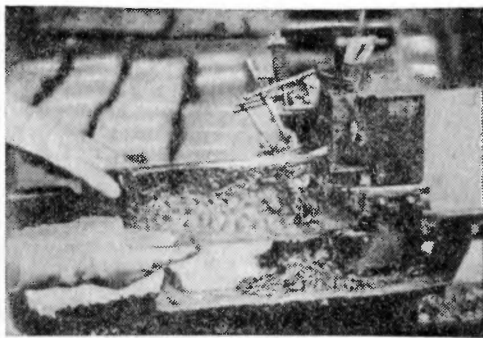


Рис. 12. Приспособление для снятия молоди устриц с пластин черепичных коллекторов [143]

Коллектор с выращенными мидиями помещают на загрузочный стол, свободный конец его заводят через щель и петлей закрепляют за выступ барабана. Коллектор по рольгангу через направляющий конус подается к центрирующим входным роликам, которые благодаря пружинам обхватывают коллектор, а выходные ролики поддерживают его конец, обеспечивая симметричное поступление коллектора между блоками с насадками. По мере движения коллектора через насадки подается вода под давлением 6—7 атм так, что в какой-то момент на каждую мидию одновременно действуют два противоположно направленных потока воды. Отделившиеся мидии через зазор между роликами рольганга проваливаются в бункер и там скапливаются до выгрузки. После отделения мидий коллектор с помощью ручного привода (рычаг и разьединительная муфта) или реверса с барабана разматывается.

Коллектор с выращенными мидиями помещают на загрузочный стол, свободный конец его заводят через щель и петлей закрепляют за выступ барабана. Коллектор по рольгангу через направляющий конус подается к центрирующим входным роликам, которые благодаря пружинам обхватывают коллектор, а выходные ролики поддерживают его конец, обеспечивая симметричное поступление коллектора между блоками с насадками. По мере движения коллектора через насадки подается вода под давлением 6—7 атм так, что в какой-то момент на каждую мидию одновременно действуют два противоположно направленных потока воды. Отделившиеся мидии через зазор между роликами рольганга проваливаются в бункер и там скапливаются до выгрузки. После отделения мидий коллектор с помощью ручного привода (рычаг и разьединительная муфта) или реверса с барабана разматывается.

В СССР строятся и уже работают устричные, мидиевые и гребешковые хозяйства на Черном, Белом и Японском морях, в которых доля ручной обработки коллекторов еще велика. Необходима полная механизация обработки коллекторов различного типа.

*Реализация молоди.* Выращенную в хозяйствах молодь направляют на дальнейшее подращивание, а ее излишки — на продажу. Однако в ряде стран (Япония, Франция) существуют хозяйства, которые специализируются только на выращивании молоди моллюсков. Технология сбора молоди моллюсков на коллекторы в этих хозяйствах практи-

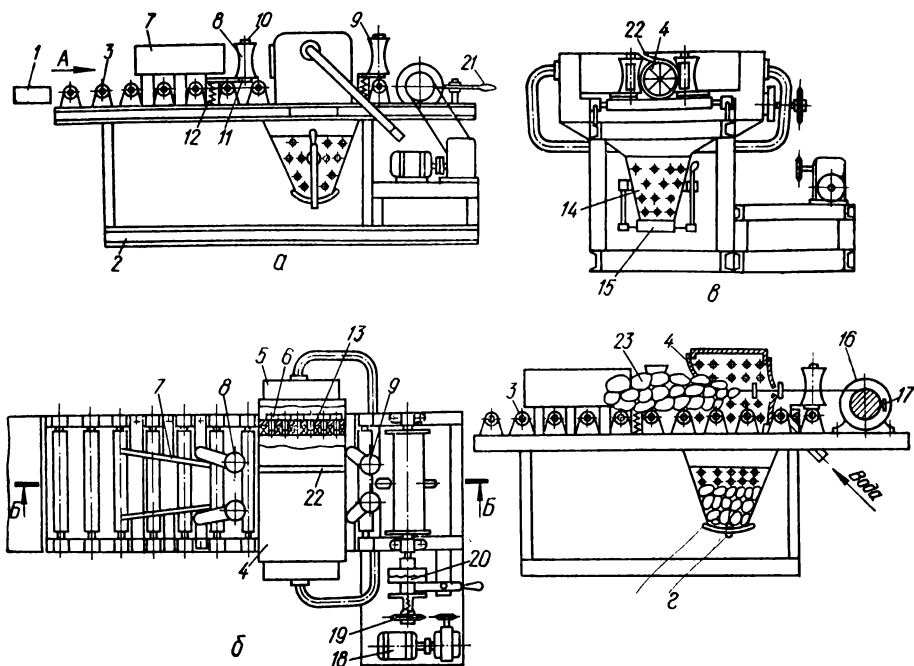


Рис. 13. Схематическое изображение устройства для отделения мидий от коллекторов [81]:

*a* — вид сбоку устройства, *б* — то же, вид сверху, *в* — вид по стрелке *A* на позиции *a*, *г* — разрез по линии *Б—Б* на позиции *б*; 1 — загрузочный стол, 2 — станнина, 3 — ролюганг, 4 — кожух, 5 — блоки, 6 — насадки, 7 — направляющий конус, 8 — центрирующие спаренные входные ролики, 9 — центрирующие спаренные выходные ролики, 10 — ось, 11 — поворотные кронштейны, 12 — пружины, 13 — амортизаторы, 14 — перфорированный сборный мидийный бункер, 15 — поворотная задвижка, 16 — барабан, 17 — палец барабана, 18 — электродвигатель, 19 — передача, 20 — разъединительная муфта, 21 — рычаг, 22 — пропускная коллекторная щель, 23 — коллектор с мидиями

чески такая же, как в полуциклических хозяйствах, занимающихся сбором личинок и подращиванием их до товарных размеров. Например, стандартный японский устричный коллектор для сбора молоди и выращивания ее в хозяйствах включает 100 гребешковых створок, а при использовании его для сбора молоди на экспорт — только 80, что улучшает условия для развития личинок.

При выращивании молоди на экспорт обязательно ее закаливание (временное содержание на воздухе), отбраковка, очистка, сортировка и доведение до экспортных требований. Молодь закаливают во время ее роста на коллекторах; по мере роста молоди длительность пребывания ее на воздухе возрастает, что увеличивает жизнеспособность моллюсков при длительных транспортировках.

Молодь, поступающая в продажу, должна отвечать стандартным требованиям: соответствующие форма, цвет, твердость раковины; размеры и определенное количество в ящиках; отсутствие обрастателей и врагов моллюсков [35, 36]. Молодь реализуют или на створках, цельных или разломанных (спат), или без них, в этом случае она продается дороже.

Крупные промышленные хозяйства перевозят разноразмерную молодь моллюсков в специальных пластмассовых лотках с перегородками, которые собирают в удобные для транспортировки пакеты.

Тарой для спата моллюсков обычно служат ящики, которые в разных странах имеют свою конструкцию и размеры. Например, в Японии для транспортировки спата устриц применяются ящики двух типов вместимостью 20 кг. В ящике первого типа перевозят 6000 шт. молоди на целых створках моллюсков (10 шт. на створку), второго типа — 9000 шт. на разломанных створках (7 шт. на створку). Готовые к отправке ящики собирают в партии и содержат в приливо-отливной зоне. При транспортировке на судах ящики размещают на палубе, накрывают матами из рисовой соломы и периодически поливают морской водой [35, 36]. Массовое производство устричного спата налажено в Японии, где от его реализации хозяйства получают значительные прибыли. В то же время несмотря на усиленный контроль наблюдаются случаи ввоза с ним в другие страны дополнительных организмов сопутствующей фауны. Например, при обследовании привезенных японских коллекторов с молодью устриц *S. gigas* через год после ее помещения в устричные парки на Атлантическом побережье Франции был найден ряд новых организмов, являющихся конкурентами устриц (полихеты, актинии, моллюски, усоногие), которые за пределами устричных парков не встречались [119].

*Выращивание моллюсков на грунте.* Выращивание двустворчатых моллюсков на грунте — один из наиболее традиционных методов, который в хозяйствах полуциклического типа не требует больших капиталовложений и затрат труда. Промышленное выращивание моллюсков на грунте особенно развито в Голландии, США, где такой метод выгоден, хотя по сравнению с методами выращивания в толще воды и менее эффективен.

В настоящее время на грунте культивируются моллюски родов *Mytilus*, *Mya*, *Macra*, *Spisula*, *Marcenaria*, *Venerupis*.

Выращивание устриц на грунте ограничено по сравнению с их выращиванием в толще воды. Однако в США, например, выращивают устриц на грунте в больших масштабах на участках дна, менее всего заиленных. По мере роста устриц выростные участки обрабатывают с помощью всасывающих драг или периодического смывания с устриц ила струей воды под давлением, а также перемещением их по несколько раз в сезон в новые районы подращивания; кроме того, ведется постоянная борьба с хищниками — врагами устриц — с помощью механических и химических средств.

Биотехника выращивания моллюсков на грунте в хозяйствах полуциклического типа (за исключением некоторых хозяйств США) в основном сводится к сбору личинок или молоди в естественных условиях и переносу их в заранее подготовленные участки для подращивания. При этом необходимо наметить районы получения посадочного материала, а также предусмотреть технологию его получения; выбрать участок для подращивания молоди, который должен соответствовать биологическим особенностям развития культивируемого вида и возможности механизированной обработки моллюсков по мере их роста

и добычи; защитить участок от хищников; выбрать плотность размещения моллюсков на участке [55].

В Голландии особенно тщательно подобраны районы (ежегодная продукция выращиваемых мидий (*Mytilus edulis*) более 100 тыс. т), где выращивают мидий, собранных на естественных банках. Особенности голландского метода выращивания мидий *M. edulis* на грунте обусловлены низкими температурами воды, высокой механизацией работ в хозяйствах, наличием современных технических предприятий по их обработке. Основные районы подращивания мидий в Голландии расположены в приливной-отливной зоне. Температуры выростной среды в приливной зоне низкие, что, естественно, отражается на темпе роста моллюсков. Размещение моллюсков над дном на кольях или стеллажах не применяется, а используется подращивание их на грунте. На грунте в приливо-отливной зоне моллюски большую часть времени выращивания находятся в воде, что позволяет им более длительный период питаться и, следовательно, более интенсивно расти. Темп роста мидий *M. edulis*, расположенных на нижних уровнях прилива (т. е. моллюски были без воды 1 % общего времени прилива), был в 4 раза выше, чем у мидий, находившихся на верхнем уровне прилива (2,75 м над нулевым уровнем бухты; моллюски были без воды в течение 52 % общего времени прилива) [84]. Раковины моллюсков межприливной зоны более толстые и загрязненные (с закругленными краями), чем раковины моллюсков, выращиваемых в толще воды (с заостренными краями).

Поскольку темп роста моллюсков зависит и от плотности их размещения на выростном участке, то из районов с большими плотностями мидий переносят на более свободные участки, хорошо защищенные от хищников и с высокой кормовой базой. По мере роста мидий участки постоянно прореживают, доводя плотность размещения моллюсков до оптимальной на данной стадии развития. Товарных размеров (65 мм) мидии достигают через 2,5 года, но при выращивании в районах, которые большую часть периода выращивания покрыты водой, мидии достигают товарных размеров (55 мм) за 1,5 года. Товарные мидии собирают драгами и складывают слоями в местах с незначительным приливом, оставляя их на 48 ч, чтобы моллюски освободились от тины. Затем мидий отправляют на предприятия для механизированной переработки (разделение друз, очистка, сортировка, упаковка). Более 90 % голландских мидий предназначены для экспорта во Францию, Бельгию в свежем и консервированном виде [142]. Однако такое выращивание мидий (как и других моллюсков) на грунте в Голландии не свободно от недостатков; в первую очередь — это доступность мидий хищникам, обитающим на дне, незащищенность от паразитов *Mytilicola*, обрастание тиной, а также наличие «песка» и различных минеральных частичек в мясе, что уменьшает их товарное качество [84]. В Англии, например, при размещении молодой мидий *M. edulis* на небольших участках дна пролива Меней (Северный Уэльс) молодь мидий размером до 45 мм выедалась крабом *Scarcinus taepos*; смертность незащищенных мидий достигала 70—85 % за первый год, а мидий в садках — всего 17—41 %. На второй год выращивания смертность мидий

снизилась (22—57 %) и была в основном вызвана штормами и выеданием птицами [104].

Выращивание на грунте клемов (*Mercenaria mercenaria*, *Mya arenaria* и др.) особенно широко развито в США, где имеется подходящий грунт для закапывания моллюсков. Для уменьшения пресса хищников дно участков предварительно засыпают мелким гравием или галькой толщиной 25—75 мм, что резко повышает выживаемость моллюсков. Кроме того, используют специальные ограждения; например, при выращивании жесткой ракушки (*M. mercenaria*) в выростном парке устанавливали ограждение высотой 2 м для защиты от крабов *Callinectes sapidus*, что позволило снизить смертность моллюсков в среднем на 10 % [2].

При доразращивании американских устриц (*Crassostrea virginica*) на дне огороженных участков залива Лонг-Айленд (США) были установлены основные причины гибели из-за обилия хищников: морских звезд (*Asterias forberi*), устричных сверлильщиков (*Eupleura caudata*, *Urosalpinx cinerea*), крабов (*Cancer irroratus*, *Neopanope sayi*), наличия «конкурентных» моллюсков (*Crepidula fornicata*, *C. plana*), «удушья» устриц от ила, повреждения раковин моллюсков при отсадке на грунт. Для уменьшения смертности устриц применяли негашеную известь (1,6—2,2 т/га) 2 раза в год против взрослых морских звезд, а против устричных сверлильщиков использовали прореживание дна драгой и слив водой. Для предотвращения «удушья» устриц от ила переносили сроки отсадки моллюсков на период, когда количество ила на дне было минимальным. Мероприятия приводили к положительным результатам, резко снизилась смертность, увеличилась продукция выращиваемых устриц [154].

В СССР (залив Посьета) также осуществляется товарное выращивание на грунте молодежи гребешка *P. jessoensis*. В 1977 г. на грунт бухт залива Посьета было отсажено около 6 млн. молодежи гребешка по картам, составленным специалистами ТИНРО и Дальтехрыбпрома, с постоянной охраной районов и контролем за молодью выращиваемого гребешка на грунте.

На Черном море (северо-западная часть) специалисты Одесского отделения АзчерНИРО изучают возможности выращивания песчаной ракушки *Mya arenaria*, широко акклиматизировавшейся во многих районах моря. Один из этапов биотехники выращивания мии в данном районе включает ее подращивание на грунте. Этот же вид перспективен для выращивания на Белом море, где для сеголетков *M. arenaria* предпочтительны опресненные районы (до 18 ‰), особенно верхний слой крупнозернистого песка, а для взрослых особей — илистые участки с соленостью 22—23 ‰ [55]. Пересадки в районы подращивания хорошо переносит молодежь и взрослые особи размером до 35 мм, поскольку крупные особи уже не способны закапываться в грунт. Важными объектами промышленного выращивания могут стать *M. mercenaria* и *S. sachalinensis*.

*Выращивание моллюсков в толще воды.* В последние годы интерес к выращиванию моллюсков в толще воды во многих промышленных хозяйствах полуциклического типа резко возрос благодаря высоким

продуктивностям мидийных хозяйств Испании, Филиппин, устричных ферм Японии, которые значительно превышают продуктивности хозяйств, занятых выращиванием моллюсков на грунте. Выращивание моллюсков в толще воды обладает рядом преимуществ (меньший пресс со стороны хищников, большая доступность корма, лучшее развитие и темп роста и др.) по сравнению с донным выращиванием. Этот более прогрессивный метод используется во многих промышленных хозяйствах мира.

Выращивать моллюсков в толще воды можно на устройствах, установленных на дне водоема и на устройствах, плавающих на поверхности или в толще воды, но связанных с дном (якорем, донным бумом, сваей) приспособлениями или плавающими свободно. Конструкции донных устройств значительно проще плавающих и в основном используются в приливо-отливной зоне, в водоемах с небольшими глубинами.

*Донные устройства.* В приливо-отливной зоне промышленные хозяйства или фермеры используют донные устройства, на которых выращивают моллюсков под постоянным контролем, не требующим особых усилий. Выполняются разреживание, чистка, удаление мертвых и больных моллюсков, перенос на новые места выращивания и другие работы, во время которых культивируемые организмы находятся без воды или покрыты ею частично. Донные устройства располагаются в зонах с невысокими приливами и медленными течениями. Температура воды и содержащийся в воде фитопланктон и детрит в зависимости от сезона года должны обеспечивать нормальный рост и развитие выращиваемым моллюскам. Поэтому хозяйства, использующие донные устройства, часто расположены в теплых зонах, без резких колебаний температур, что позволяет выращивать моллюсков в короткое время.

Одним из традиционных способов выращивания мидий *M. edulis* в приливо-отливной зоне юго-западной части Франции является метод «бушо». Этим способом во Франции выращивают мидий с XII в. Прикрепляясь к кольям, личинки мидий *M. edulis* интенсивно растут, образуя дружки товарных мидий. Часть мидий опадает из-за собственной тяжести, неблагоприятных условий выращивания, пресса хищников или массовых болезней. Поэтому отход при выращивании значителен, что считалось естественным. Правда, делались попытки с помощью веток и веревок предотвратить опадание мидий. В последние годы во Франции стали использовать хлопчатобумажные и синтетические сетчатые мешки, которые помогали закрепляться мидиям на кольях, предотвращая их опадание, что значительно увеличило продуктивность мидийных хозяйств. Частные фермы и промышленные государственные товарные хозяйства собирают молодь моллюсков и размещают ее в нейлоновые сетчатые мешки (в виде труб) диаметром 0,1 и длиной 5 м. В дно литорали вбивают дубовые кольца длиной от 4 до 6 м параллельными рядами по 100—150 м на расстоянии 2,5 м друг от друга (рис. 14), которые затем служат 5—6 лет. Вокруг колеьев по спирали крепят нейлоновые цилиндрические сети с мидиями. По мере роста мидий сети растягиваются и не препятствуют развитию моллюсков. За 10 мес выращивания (с мая по февраль) мидии достигают товарных размеров

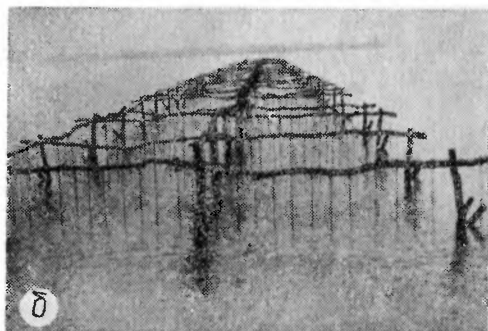
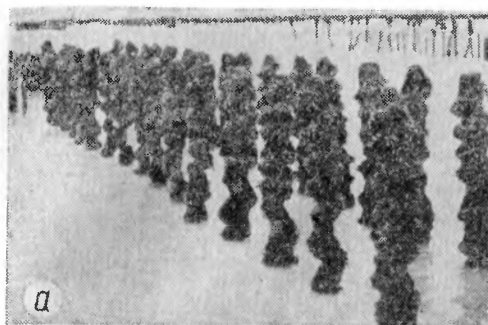


Рис. 14. Промышленное выращивание моллюсков французскими методами [142, 143]:  
 а — мидий методом «бушо» в Бретони (Франция),  
 б — устриц в заливе Помер (Югославия)

французский или итальянский типы выростных парков. Устричный парк французского типа представляет собой параллельные ряды столбов, расположенных на расстоянии 3—3,5 м. В каждом ряду столбы находятся на расстоянии 4,2—4,5 м один от другого и количество их может достигать 26. Колья диаметром 0,15—0,20 м забивают в грунт на глубину 1,2 м, и они выступают над поверхностью воды на 1 м. От крайних столбов каждого ряда отходят дополнительные колья под углом 30°, что придает устойчивость ряду. К концам выступающих над водой кольев крепят деревянные жерди, к которым привязывают устричные коллекторы с молодой моллюсков (см. рис. 14). Ежегодно в заливе Помер (Югославия) получают около 500 000 товарных устриц *O. edulis*. Их выращивают 10 человек, которые половину рабочего времени уделяют еще и выращиванию мидий. Срок выращивания товарных устриц (8 см) — 2,5 года [143].

Итальянский тип устричного парка подобен французскому, но конечные столбы ряда крепятся двумя Х-образными стойками и на уровне поверхности воды соединяются между собой нейлоновой веревкой диаметром 14 мм, на которой крепят коллекторы. В Италии промышленные хозяйства по выращиванию мидий *M. galloprovincialis* расположены в защищенных участках приливо-отливной зоны Средиземного моря с небольшими скоростями приливных течений. Дно этих

(40—50 мм). С одного столба снимают 10—25 кг моллюсков. Этот метод постоянно совершенствуется. Созданы новые устройства и технические средства для работы мидиевых ферм. Однако заиливание районов размещения кольев вынуждало выставлять их все дальше в море, где мидии не достигают больших размеров, возможно, из-за сильного влияния приливов и отливов. Товарный размер мидий уменьшился до 4 см, но качество мяса осталось хорошим. Общая протяженность всех используемых кольев составляет примерно 600 км, ежегодная продукция мидий с них достигает 7000 т при средней продуктивности хозяйств 6—7 т/га [142].

Колья в качестве дополнительных донных устройств используются и при выращивании устриц (*Ostrea edulis*) в Югославии. Применяются

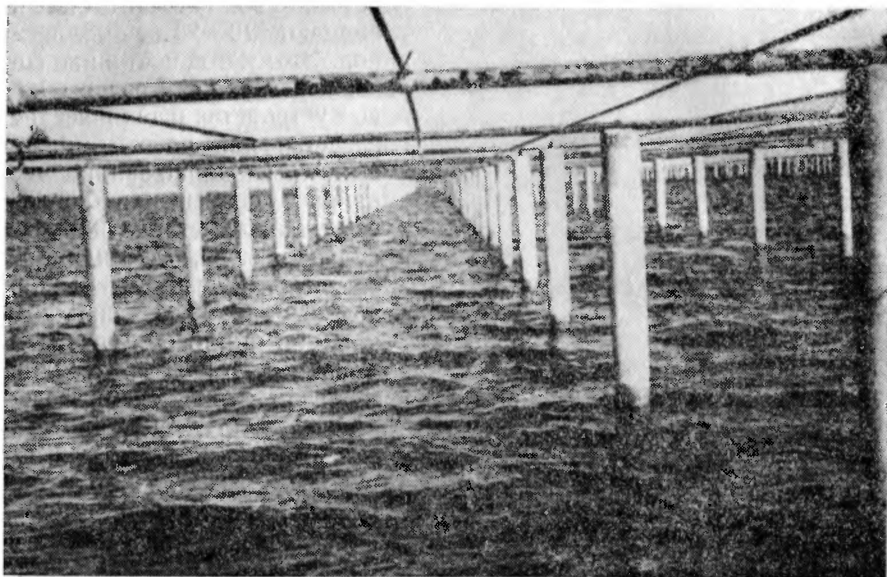


Рис. 15. Выращивание мидий в лагуне Градо (Италия) [92]

районов мягкое и илистое, поэтому и используются дополнительные донные устройства, образующие мидийные парки. В последнее время деревянные столбы заменяют железными сваями (срок эксплуатации 5 лет), а также железными трубами, покрытыми смесью битума и стекловолокна. Срок их эксплуатации 7 лет (рис. 15). Ежегодные потери мидий из-за штормов 5 %; общая ежегодная продукция около 30 000 т. Однако степень механизации выращивания низкая, требуется большое количество рабочих, наблюдается загрязненность воды, что увеличивает затраты на сооружение парков в более глубоких местах и перенос мидий в чистые воды; увеличивается обрастание мидий [99, 142].

Наибольшая продуктивность промышленных хозяйств, использующих донные устройства, достигнута на южном побережье Манильского залива в Филиппинах, где с недавнего времени выращивают зеленую мидию (*Mytilus smaragdinus*). В жарком климате Филиппин мидии, выращиваемые на бамбуковых шестах, установленных в грунт, хорошо растут и товарных размеров (3—5 см) достигают к 5 мес. В стране испытывалось несколько вариантов донных устройств. Устройство в виде вигвама состоит из восьми бамбуковых шестов длиной 11 м, размещенных на дне по кругу (диаметр 4 м) вокруг центрального шеста и соединенных короткими горизонтальными бамбуковыми распорками. Внутри сооружения помещают тонкие шесты, причем центральный шест служит опорой (рис. 16). На такое устройство оседает большое количество личинок мидий, образующих громадные скопления (прореживание мидий в хозяйствах не проводится), что снижает темп их роста.

Предпочтение было отдано более открытой прямоугольной донной конструкции. Промышленные мидийные хозяйства на Филиппинах невелики (0,25 га), а их ежегодная продукция составляет 6,5 т (26 т/га с массой створок). Для нормальной работы хозяйства требуется около 6000 шестов. Объем продукции хозяйств варьирует в зависимости от количества мидий на одном погонном метре длины шеста и от их длины. В некоторых хозяйствах (0,25 га) ежегодная продукция достигает 25 т (100 т/га с массой створок). В последнее время мидий стали выращивать совместно с устрицами (*Ostrea edule*). Масштабы культивирования мидий на Филиппинах, по-видимому, будут расширяться [199].

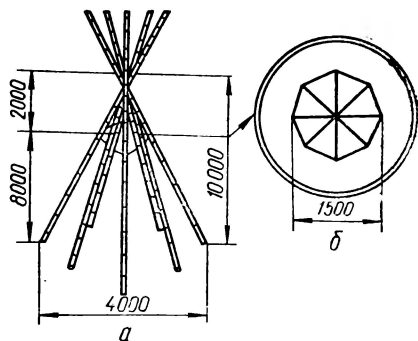


Рис. 16. Бамбуковые жерди, связанные в виде вигвама, используемые на Филиппинах для выращивания мидий [199].

а — вид спереди. б — вид сверху

Помимо кольев, столбов, свай, шестов, в промышленных хозяйствах могут использоваться деревянные и металлические стойки. При выращивании португальских устриц (*Crassostrea angulata*) на западном побережье Франции, например, применяют металлические трубчатые стойки [118]. На них устрицы *C. angulata* образуют громадные скопления и хорошо растут без дополнительных прореживаний (рис. 17).

При выращивании сиднейских скальных устриц (*Crassostrea commercialis*) в Австралии используют деревянные стойки, установленные параллельными рядами на расстоянии 1—1,2 м, на которых

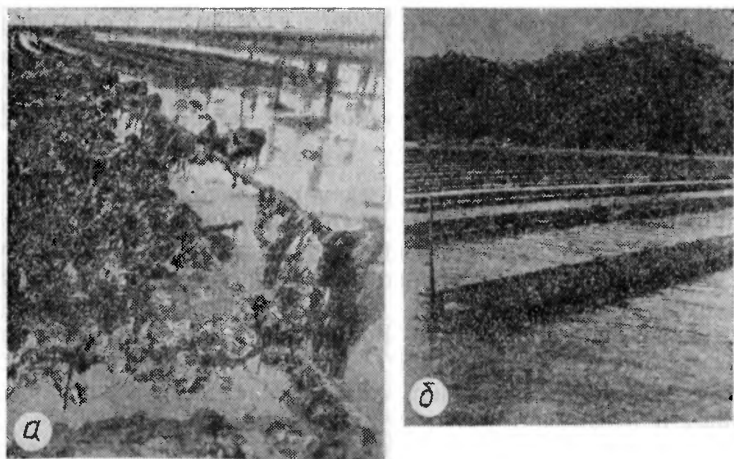
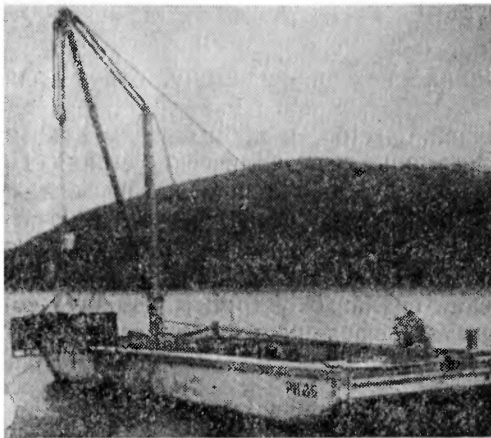
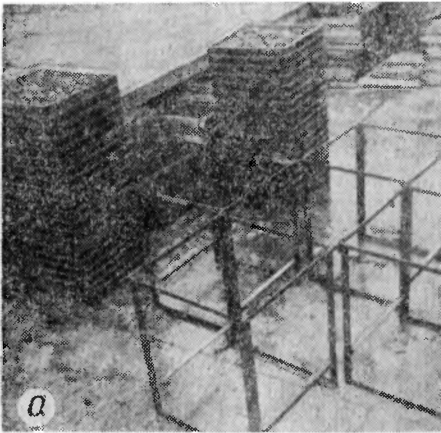


Рис. 17. Выращивание устриц на стойках [144, 171]:

а — устричный парк (*Crassostrea angulata*) в Олероне (Франция). б — устричный парк (*Crassostrea commercialis*) в Георгиевском заливе (Австралия)



с. 18. Понтон для размещения устричных лотков [155]:

а — пластмассовые лотки с перекрестной рамой, б — подъемник на понтоне

от хищников. Контейнеры используют в высокоразвитых странах, расположенных в северных широтах (Англия, ФРГ и др.). Доходы от ализированной продукции, по-видимому, достаточно высокие, чтобы покрыть расходы по изготовлению контейнеров, садков, по обслуживанию ботов, понтонов.

Контейнер, применяемый в Великобритании для выращивания юских устриц (*O. edulis*) [155], состоит из четырех стальных рам, каждую из которых вставляется по 10 пластмассовых лотков. Рамы сборные и соединяются между собой крестообразно, что придает жесткость конструкции. Для установки на грунт контейнеров с устрицами используют небольшой понтон с подъемником (рис. 18). Установленного на дно контейнера отходит веревка к плавающей поверхности опознавательному бую. Контейнер для выращивания

размещают деревянные шесты (длина 1,8 м, сечение  $0,025 \text{ м}^2$ ) с молодь устриц; расстояние между рядами 15 м (рис. 17). Продолжительность товарного выращивания устриц *S. commercialis* 3 года [144].

Выращивать моллюсков можно не только в приливной, но и в сублиторальной зонах или в средних слоях воды с помощью донных устройств, установленных на грунт. При использовании в толще воды основных донных устройств необходимы водолазы, что значительно удорожает выращиваемую продукцию. Более удобно и экономично применять дополнительные донные устройства (стеллажи, контейнеры и др.). В последние годы промышленные хозяйства многих стран применяют контейнеры, что позволяет механизировать многие процессы выращивания и сократить обслуживающий персонал. Контейнеры позволяют также осуществлять длительное выращивание в замерзающих районах и защищать моллюсков

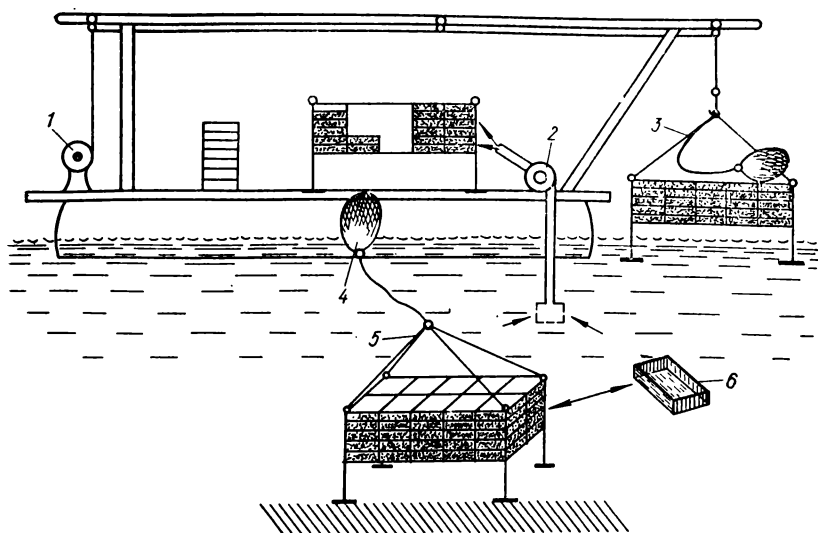


Рис. 19. Схема использования устричных контейнеров в западной части Балтийского моря [158]:

1 — лебедка, 2 — насос, 3 — контейнер для выращивания устриц, 4 — буй, 5 — подъемные держатели, 6 — устричный лоток

сиднейской скальной устрицы (*Crassostrea commercialis*) в Австралии представляет ящик из стальной (дно) и полиэтиленовой (верхняя и боковые стенки) сеток ( $2,2 \times 0,8 \times 1,0$ ), содержащий 5 полок, отстоящих друг от друга на расстоянии 0,2 м, и устанавливаемый на дне. Масса контейнера 70 кг, с выращенными устрицами — 200 кг [203].

Контейнеры больших размеров (длина 2,1 м, ширина и высота с опорами 1,2 м) используются для выращивания устриц *O. edulis* и *S. gigas* во Фленсбургском фьорде на Балтийском море промышленными хозяйствами ФРГ [158]. Контейнер состоит из стального каркаса, вмещающего 100 пластмассовых лотков ( $0,56 \times 0,36 \times 0,06$  м). Контейнер устанавливается на грунт с помощью рыболовецкого бота или понтона с подъемником, занимаемая им площадь  $2,72 \text{ м}^2$  дна (рис. 19).

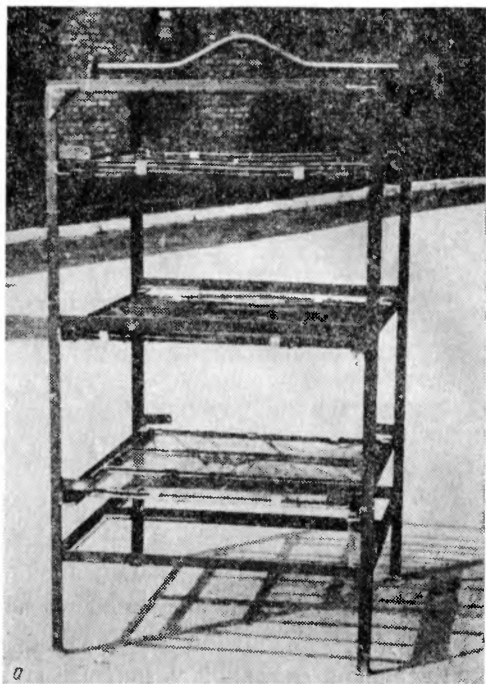
Т а б л и ц а 9. Масса устриц *Crassostrea gigas*, культивируемых у побережья Балтийского моря [158] по месяцам

Показатель	II	IV	VI	VIII	X	XII
Индивидуальная масса, г	—	0,01	0,5	1,0	5,0	8,0
	8,5	10,0	15,0	30,0	50,0	60,0
Число устриц на $1 \text{ м}^2$ лотка	—	5000	2500	2000	700	650
	625	575	450	250	175	125

Примечание. Над чертой — молодь устриц, под чертой — годонки. Уменьшение количества устриц происходило за счет незначительного отхода и исключения медленно растущих особей.

Рис. 20. Контейнеры с устричными садками и коллекторами, применяемые ООМУРК для промышленного выращивания устриц в северо-западной части Черного моря:

а — контейнер с садками, б — группа контейнеров с коллекторами



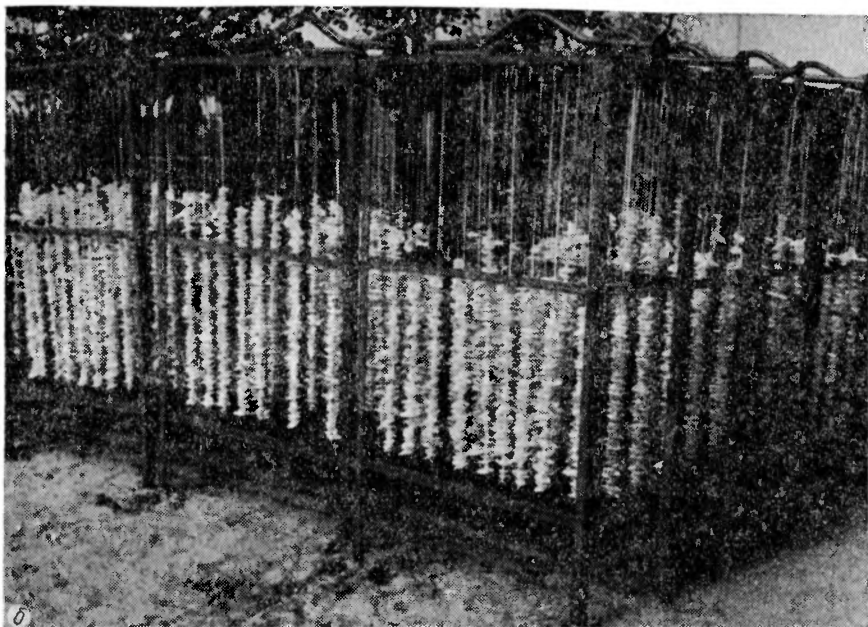
Количество разноразмерных устриц в лотках различно. Для молоди устриц *S. gigas* оно составляет 100 000 шт., для годовиков — 11 500, для товарных устриц — 2500 шт. (соответственно на один лоток 1000, 115 и 25 шт.). Выращивание устриц *S. gigas* в лотках с помощью контейнеров в западной части Балтийского моря дало хорошие результаты при двухгодичном цикле (табл. 9). Выход товарных устриц (масса 60 г и плотность посадки 125 шт./м<sup>2</sup> лотка) от посаженной молоди (масса 0,01 г и плотность посадки 5000 шт./м<sup>2</sup> лотка) с 1 м<sup>2</sup> площади лотка составил 2,5 %.

В СССР в северо-западной части Черного моря в Егорлыцком заливе и в береговых бассейнах ООМУРК использовались металлические контейнеры (размеры 2,1 × 1,0 × 1,0 м, масса 38 кг) для промышленного садкового выращивания устриц *O. edulis*. На трех уровнях контейнера, изготовленного из железа, покрытого краской (рис. 20), на расстоянии 0,5 м располагаются устричные садки (1 × 1 м). Если учесть оптимальную плотность посадки устриц *O. edulis* в садки для Егорлыцкого хозяйства (табл. 10) и то, что контейнер содержит всего три садка, то может быть существенно увеличен выход товарной продукции с контейнера.

В промышленных хозяйствах СССР выращивание моллюсков с помощью донных устройств широкого развития не получило, хотя возможности для этого, например, на Черном море, большие.

Т а б л и ц а 10. Плотность посадки устриц (*O. edulis*) в садках [32]

Размер, мм	Плотность, шт./м <sup>2</sup>	Размер, мм	Плотность, шт./м <sup>2</sup>
5—20	1200—1500	41—50	400—600
21—30	1000—1200	51—60	300—500
31—40	600—800	61—70	200—400



Сочетание донного способа выращивания мидий с выращиванием на плавучих устройствах позволит значительно увеличить производство товарных мидий в южных районах страны.

*Плавучие устройства.* В настоящее время большую часть мировой продукции культивируемых беспозвоночных получают с помощью плавучих устройств. Они широко распространены в странах Юго-Восточной Азии, меньше — в европейских странах, а в США практически не применяются, что объясняется климатическими и гидрологическими условиями выращивания. В последние 50 лет наблюдается прогресс в применении плавучих устройств во многих странах благодаря примеру высокой эффективности промышленных хозяйств Испании и Японии. Продуктивность некоторых мидийных хозяйств Испании в десятки раз выше, чем во Франции, где используется донное выращивание моллюсков. Особенно большие преимущества имеет применение плавучих устройств перед донным способом при выращивании гигантской устрицы *S. gigas*. В зависимости от района выращивания, профиля дна, величины прилива (приливная зона), глубины, защищенности от штормов плавучие устройства могут быть неподвижными или подвижными. Неподвижные устройства устанавливают в неглубоких водоемах, в основном в поверхностных водах с незначительными колебаниями приливов и небольшими наклонами дна; подвижные — на глубоких местах независимо от рельефа дна. С помощью неподвижных плавучих устройств моллюсков выращивают в странах Средиземноморья (Франция, Италия, Испания, Югославия). На юге Франции, например, на пруду Чо (площадь 70 000 га, длина 11 км), соединенном узким каналом

со Средиземным морем, расположены рядами деревянные решетки, концы которых с помощью тросов или канатов прикрепляются к металлическим рельсам, забитым в дно. Между рядами остается свободное пространство для движения небольших лодок. К решеткам крепят сетчатые цилиндрические мешки с молодой мидий. В этом хозяйстве выращивают около 12 000 т товарных мидий при средней продуктивности 30 т/га [84, 142].

В СССР неподвижные плавучие устройства широко используются в прибрежных акваториях Черного, Белого и Японского морей с глубинами до 30 м. Для промышленного выращивания мидий в Крыму используется однокотарная мидийная штормоустойчивая установка, разработанная специалистами ВНИРО и ДВПИ. Установка относится к гребенчатому типу конструкций и состоит из трех основных систем: плавучей, якорной и крепления носителей (рис. 21).

Плавучая система установки включает 40 плавучих мидийных носителей, свободно размещаемых в толще воды (0—20 м), с 5000 коллекторов длиной 3,5 и 8,0 м в зависимости от района размещения установки. В плавучую часть мидийного носителя входят верхний несущий капроновый канат окружностью 25—30 мм с пенопластовыми наплавками диаметром 0,15—0,18 м, длиной 50 м (хребтина); нижняя подбора, состоящая из капронового фала диаметром 6 мм без поплавков, к которому крепятся оттяжные грузила массой 4—5 кг; мидийные коллекторы длиной 3,5 и 8,0 м в количестве 125 шт., располагающиеся между хребтиной и нижней подборой носителя с интервалом 0,4 м [68].

Якорная система установки состоит из 186 бетонных грузов (якорей), в том числе 60 основных, 120 якорей-углубителей и 6 балластных якорей, расположенных на дне моря в девять линий и частично связанных металлическими тросами. Якорь — бетонный массив с рымами для крепления оттяжек мидийного носителя и огонов металлического троса. Общая масса якорной системы, размещаемой на песчаном грунте, 63,4 т, а на каменистом — 74,2 т (при использовании коллекторов длиной 3,5 м) и соответственно 134 и 155 т (при использовании коллекторов длиной 8,0 м).

Система крепления носителей в установке предусматривает закрепление плавучих конструкций мидийных носителей, размещенных в толще воды, к якорной системе установки с помощью 280 капроновых оттяжек, включая 120 основных, 80 основных боковых и 80 вспомогательных. Для закрепления одного мидийного носителя используются 3 основные, 2 основные боковые и 2 вспомогательные оттяжки. Основные и основные боковые оттяжки изготовляли из капронового каната окружностью 25—30 мм; вспомогательные — из капронового фала диаметром 6 мм. Все оттяжки крепятся к оклентованным капроновой веревкой рымам бетонных якорей. Монтаж установки осуществляется в три этапа; обследование и разбивка участка дна; выставление якорной системы; установка мидийных носителей.

Планируемый выход товарной мидийной продукции с однокотарной штормоустойчивой мидийной установки составляет 80 т (с 8-метровыми коллекторами) и 52,5 т (с 3,5-метровыми коллекторами) за один цикл выращивания (12—16 мес) [71].

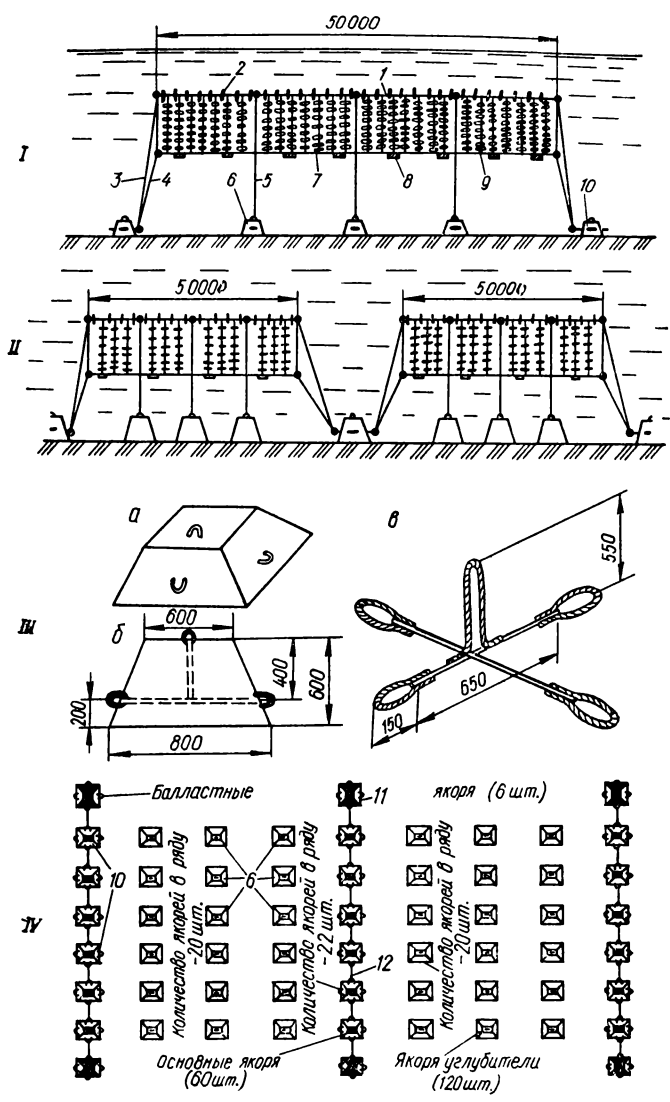


Рис. 21. Упрощенная схема однокатарной штормоустойчивой мидийной установки конструкции ВНИРО — ДВПИ [68]:

I — мидийный носитель, II — 100-метровая линия 2-х мидийных носителей, III — якорь мидийного носителя (а — общий вид, б — вид якоря с боковой стороны, в — крепление рымов в бетонном массиве), IV — размещение якорной системы (1 — несущий канат окружностью 30 мм (хребтина), 2 — пенопластовые наплава, 3 — основная боковая оттяжка, 4 — вспомогательная оттяжка, 5 — основная оттяжка, 6 — якорь-углубитель; 7 — нижняя подбора, 8 — подвесной груз, 9 — коллектор, 10 — основной якорь, 11 — балластный якорь, 12 — металлический трос)

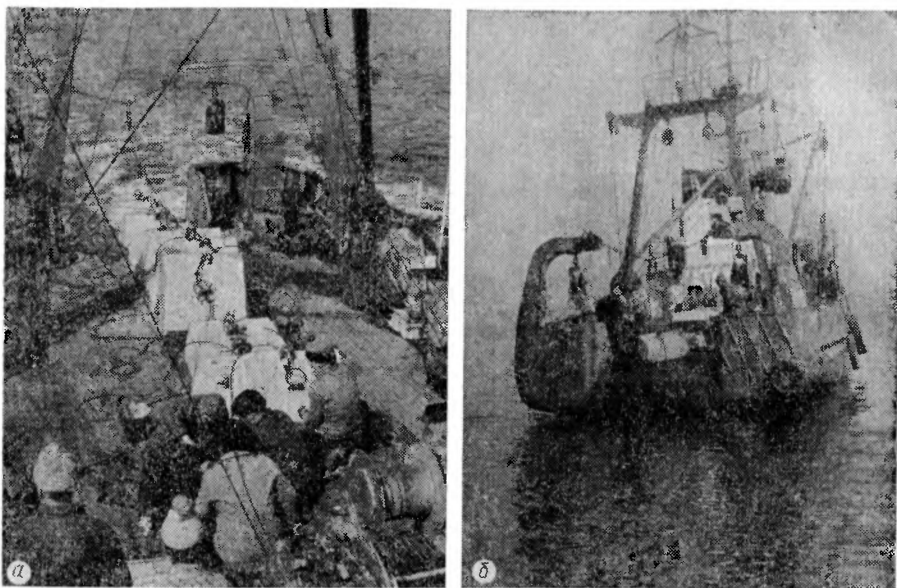


Рис. 22. Установка бетонных якорей и мидийных носителей одногектарной штормоустойчивой мидийной установки на юго-восточном побережье Крыма (бухта Капсель, район Судака). Фото М. В. Переладова:

а — установка бетонных якорей на палубе судна типа МРТ перед спуском в воду, б — спуск якорей с кормы судна

Якорную систему удобно выставлять с помощью маломерных судов типа МРТ, СЧС, имеющих кран-балку грузоподъемностью 1000 кг и более, что позволяет резко сократить сроки монтажа одногектарной штормоустойчивой мидийной установки (рис. 22).

Специалистами ООЭМО МГИ АН УССР разработан модуль-носитель для выращивания мидий в толще воды на открытых акваториях замерзающих водоемов [9]. Модуль-носитель состоит из носителя, понтона, якоря-плиты, удерживающих тросов, ячеистых коллекторов, системы продувки понтона и сигнального буя (рис. 23). Носитель представляет собой параллелепипед из стеклопластиковых труб диаметром 200 мм, заполненных пенопластом, разделенный на четыре вертикальные продольные щели. Каждая щель разделена на три вертикальных отсека (колодца), в которые вставляются 9 ячеистых («сотовых») коллекторов. Общее количество коллекторов в носителе — 36 шт. Понтон — стеклопластиковая емкость объемом 3,6 м<sup>3</sup>, предназначенная для удержания носителя в толще воды. Продувка понтона осуществляется сжатым воздухом под давлением 100 кгс/мм<sup>2</sup>. Якорь-плита — бетонная плита массой 4,8 т, у которой нижнее основание выпуклое для уменьшения эффекта присоса к грунту. Удерживающие тросы — стальные тросы диаметром 25 мм. Ячеистые («сотовые») коллекторы выполнены из стеклопластика, окрашенного железным суриком. Система продувки понтона состоит из двух концевых соединений. Конец шланга поддерживается на плаву с помощью буя. Сигнальный буй —

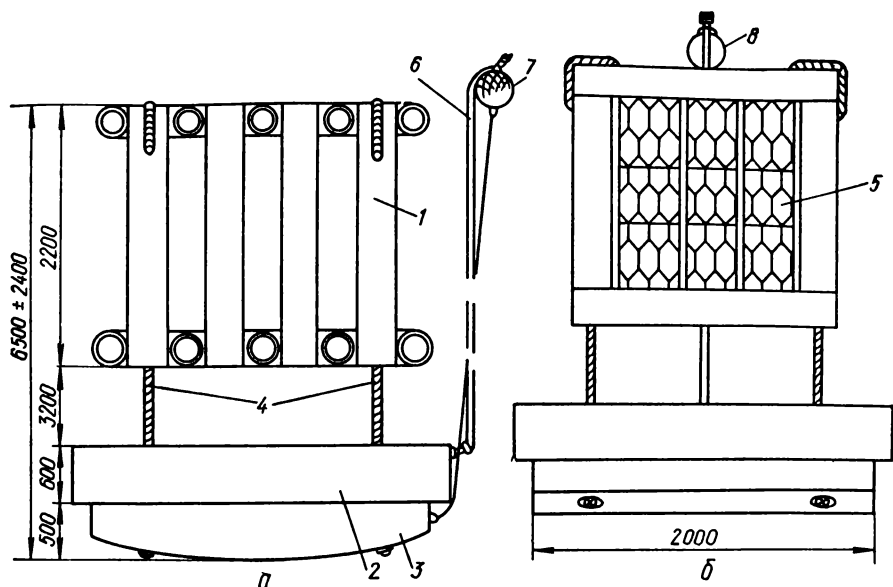


Рис. 23. Модуль-носитель кассетного типа с ячеистыми коллекторами [9]:  
*a* — носитель, *б* — коллектор; 1 — носитель, 2 — понтон, 3 — якорь-плита; 4 — удерживающие троса, 5 — ячеистый коллектор, 6 — система продувки понтона, 7 — поддерживающий кухтыль, 8 — сигнальный буй

пластмассовый кухтыль, предназначенный для обозначения места установки модуля-носителя. Масса модуля-носителя 6 т, габариты — 2,5 × 2,0 × 6,5 м. Работы по установке и обслуживанию модуля-носителя подразделяются на два этапа: установка носителя на дно моря; подъем носителя для профилактического осмотра, перестановки или снятия урожая мидий. Выход товарной продукции с одного модуля-носителя может составить 1,6 т мидий. Собранный на берегу модуль-носитель выставляется плавкраном на участок дна моря с глубинами 7—12 м. Для производства работ, связанных с эксплуатацией модуля-носителя в море, нужен катер, снабженный устройством для продувки понтона (компрессор, транспортный баллон со сжатым воздухом). Периодически (1 раз в два месяца) необходимо поднимать модуль-носитель для осмотра, чистки и прореживания коллекторов (в случае необходимости), а также проводить обследование массива, понтона, тросов (1 раз в 3 мес).

По мнению специалистов ООЭМО МГИ АН УССР, модуль-носитель является принципиально новым мидийным выростным устройством, способным сохранять урожай выращиваемых моллюсков во время штормов и в условиях замерзающих акваторий, а также уменьшить трудозатраты за счет подводных работ [9].

Более упрощенная конструкция выростного мидийного носителя по сравнению с модуль-носителем ООЭМО МГИ АН УССР применена в Чупинской губе Кандалакшского залива Белого моря. Несущий каркас носителя представлен стальными тросами, натянутыми между

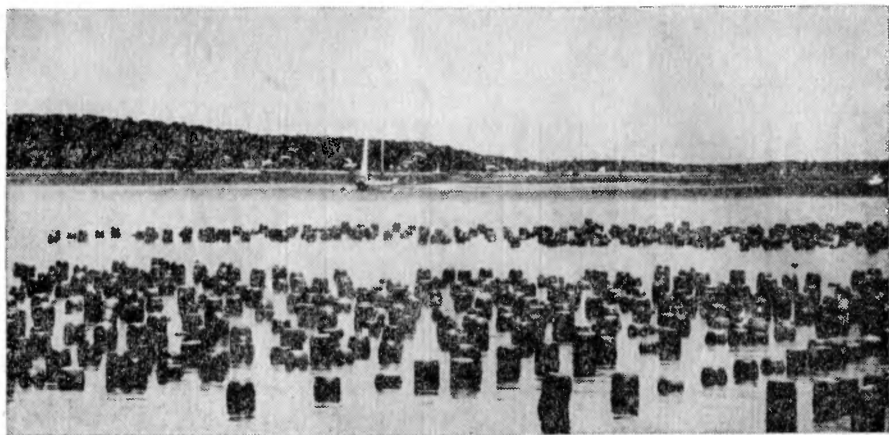


Рис. 24. Выращивание мидий у атлантических берегов пролива Лонг-Айленда США [10].

берегами. Тросы закреплены металлическими скобами к прибрежным валунам. Между натянутыми тросами располагаются наплава в виде деревянных ящиков с пенопластом, пустых металлических бочек, поплавков от кошелькового невода, которые прикрепляются к тросам. На наплава капроновым канатом крепятся деревянные бруски размером  $70 \times 70 \times 1200$  мм, к которым подвешиваются коллекторы из капроновой дели [20]. Использование такого типа неподвижного плавучего устройства для промышленного выращивания мидий на Белом море ограничено и возможно только на определенной незначительной морской акватории (губа, небольшой залив), где полностью исключаются шторма и расстояние между берегами позволяет натянуть металлические тросы.

Специалистами Болгарии разработана выростная мидийная установка с центровым массивным якорем. Установка выполнена в форме «звезды», в центре которой размещен бетонный массив массой 5—7 т, от него в разные стороны отходят несущие канаты с подвязанными к ним мидийными коллекторами. В зависимости от площади выростной акватории, конфигурации береговой линии и характера грунта возможна модификация установки в четырех вариантах. Установка типа «звезда» применяется для промышленного выращивания мидий у болгарских берегов Черного моря [139].

Приспособления для выращивания мидий *Mytilus edulis* у атлантических берегов пролива Лонг-Айленда США очень просты. На поверхности залива размещаются плавающие пенопластовые бочки, поддерживаемые канатами, с которых свисают около 60 000 коллекторов-верев с грузиками. Бочки крепятся к массивам, расположенным на дне залива (рис. 24). Личинки интенсивно оседают на коллекторы и быстро растут, достигая промысловых размеров (8—10 см) за 18 мес выращивания [10].

Конструкции подвижных устройств значительно сложнее, чем не-

подвижных. Обычно плавучее устройство состоит из системы плавучести, решетки (платформы), крепящих (якорных) полей, балласта и швартового блока. Некоторые из них оборудованы опознавательными устройствами и знаками, а также навесами или сооружениями для выполнения различных работ. Плавучие подвижные устройства отличаются от неподвижных тем, что к их решеткам подвешивают выростные приспособления (коллектор, садок, лоток и др.), а сами решетки соединяются с одним или несколькими плавучими элементами (поплавки, бочки, шары, буи и др.). Оптимальная плавучесть устройства достигается, когда поддерживающий элемент обладает наименьшим сопротивлением волнам и приливным течениям. Его изготавливают из пенопласта или пробки. Лучшей плавучести устройства достигают за счет размещения нескольких рядов плавучих элементов, когда нагрузка равномерно распределяется по платформе. Решетки плавающего устройства лежат на поддерживающих балках, которые закреплены на поплавках. Высота решетки должна быть такой, чтобы она не погружалась до краев в воду во время штормов. Масса различных выростных приспособлений с моллюсками, подвешенных к решетке, может достигать 100 т и более, поэтому размеры должны быть достаточно велики. В настоящее время платформы больших промышленных установок делают из корабельной стали, твердых пород древесины, различных пластмасс, т. е. из материалов, которые легко очищаются, не поддаются коррозии и окислению. Форма, размеры и конструкция приспособлений, на которых выращивают моллюсков (веревка, садок, рамка и др.), могут быть разные. Для выращивания моллюсков, образующих массовые скопления (мидии, гигантская устрица и др.), используют в основном веревки или веревочные коллекторы, покрытые синтетическими или хлопчатобумажными сетями и полотнами для предотвращения опадания моллюсков. Например, в Галисии (Испания) для выращивания товарных мидий *Mytilus edulis* применяют синтетические веревки с вплетенными через каждые 0,3 м деревянными пластинами (0,35 × 0,02 м), которые препятствуют «соскальзыванию» и опаданию мидий [142]. В северо-западной части Черного моря (СССР) для сбора молоди мидий *M. galloprovincialis* и их товарного выращивания применяют капроновые веревки с вплетенными через 8 см пенопластовыми или пробковыми пластинами (0,08 × 0,3 м), к которым крепят груз массой от 400 до 600 г. Мидийный коллектор, используемый при экспериментальном (ИНБЮМ АН УССР, ВНИРО и АзчерНИРО Минрыбхоза СССР) и промышленном (рыболовецкие колхозы Крымрыбакколхозсоюза) выращивании мидий у берегов Крыма, состоит из 6-миллиметрового капронового фала, свитого из двух 3-миллиметровых капроновых веревок с вплетенными в них 8—10-сантиметровыми пенопластовыми пластинами размером 10,0 × 4,0 × 1,0 см. Длина коллектора 3,5 м с 30 пластинами (для северо-восточной части Крыма) или 8,0 м со 100 пластинами (для восточной и южной частей Крыма). Средний выход мидий с 1 погонного метра длины коллектора за 12 мес выращивания 6 кг, за 16 мес — 8 кг. В эксплуатации коллектор находится 2—3 года с периодической заменой отдельных его пластин [69].

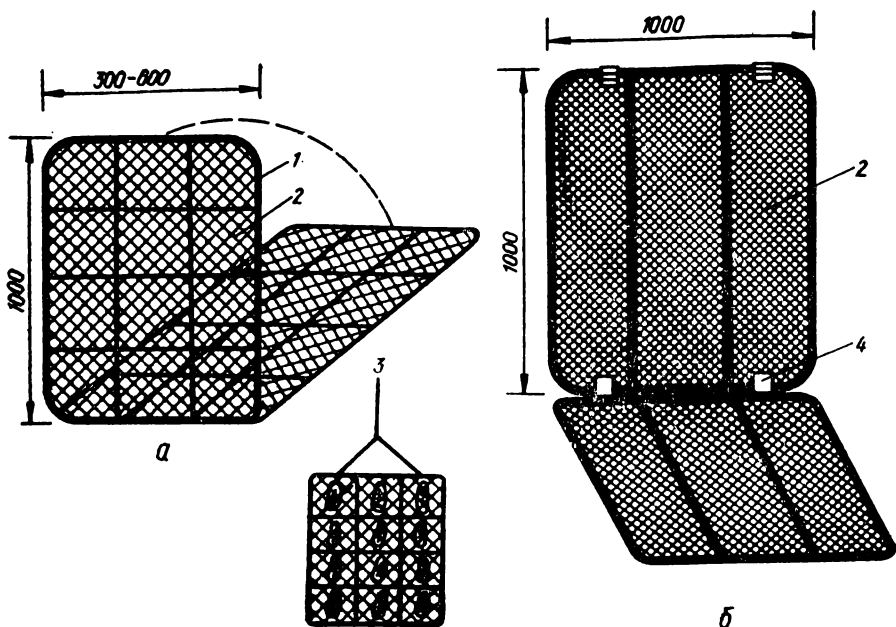


Рис. 25. Садки для выращивания товарных устриц [113]:

*a* — садок индивидуального выращивания тихоокеанских (гигантских) устриц в Японии, *б* — промышленный садок для выращивания плоских устриц в СССР, используется ООМУРК на Черном море; 1 — проволока, 2 — нейлоновая сетка, 3 — веревка для крепления садка, 4 — пластмассовые зажимы

В промышленных хозяйствах многих стран используют садки, подвешенные к платформам плавучих устройств в горизонтальном и вертикальном положениях по отношению к поверхности воды. Располагать садки в толще воды в горизонтальном положении практичнее, поскольку на одном тросе или веревке размещается больше садков. Вертикальное расположение садков применяют тогда, когда садок предназначен для индивидуального выращивания моллюсков и плотность посадки в таком случае значительно ниже по сравнению со стандартными (рабочими) садками. В СССР используют садки разных типов для выращивания устриц на Черном море и гребешков на Дальнем Востоке, но размещают их только в горизонтальном положении. Садок для выращивания устриц *O. edulis*, используемый ООМУРК и Краснодаррыбпромом, размером  $1,0 \times 1,0$  м состоит из двух половин, соединяющихся с помощью полиэтиленовых защелок. Каркас садка и его внутренние перегородки выполнены из железной проволоки и покрыты краской. На каждую половину каркаса садка натянута капроновая дель (рис. 25). Хорошими эксплуатационными качествами обладают садки, закупленные в Японии для выращивания товарных гребешков *Patinopecten yessoensis* в хозяйстве Посьет на Дальнем Востоке. Аналогичные садки, но более простой конструкции, применяют в промышленных гребешковых хозяйствах Японии. К плавучему устройству прикрепляют верхний садок, от которого тянется гирлянда садков с мол-

люсками, длина гирлянды может достигать десятков метров. При погружении в толщу воды на каждый садок в гирлянде действуют разные по величине и направлению силы за счет движения воды, которые поворачивают садки; моллюски при этом могут сбиться в одно место, что отрицательно отразится на их развитии и росте [77]. Видимо, размещать садки в толще воды лучше тогда, когда они собраны в контейнерах, рамах и других устройствах, установленных на грунт или подвешенных к плавучим носителям и образующих с ними жесткую конструкцию (рис. 26). Крепится плавучее устройство ко дну или к берегу якорями, соединенными толстыми цепями или тросами с большой слабиной, необходимой для уменьшения толчков при шторме.

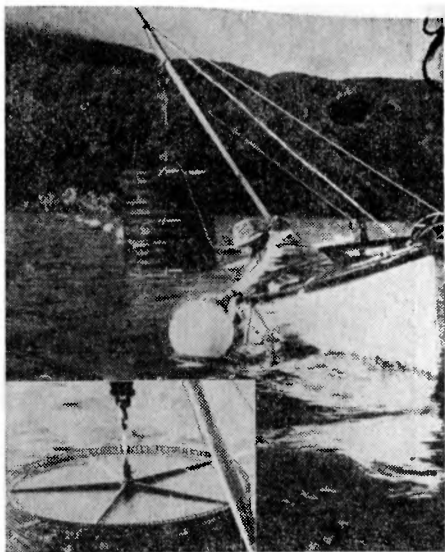
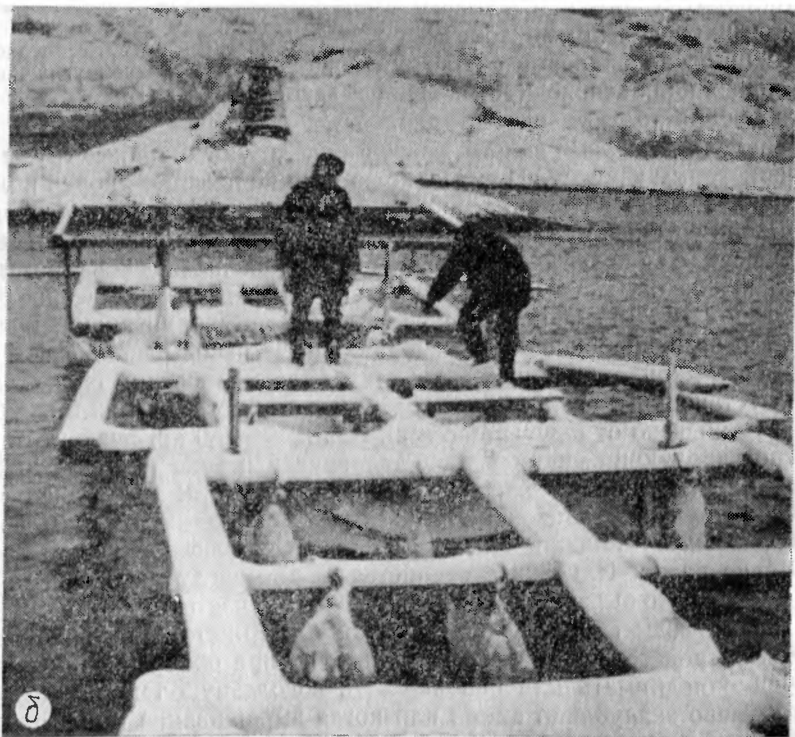
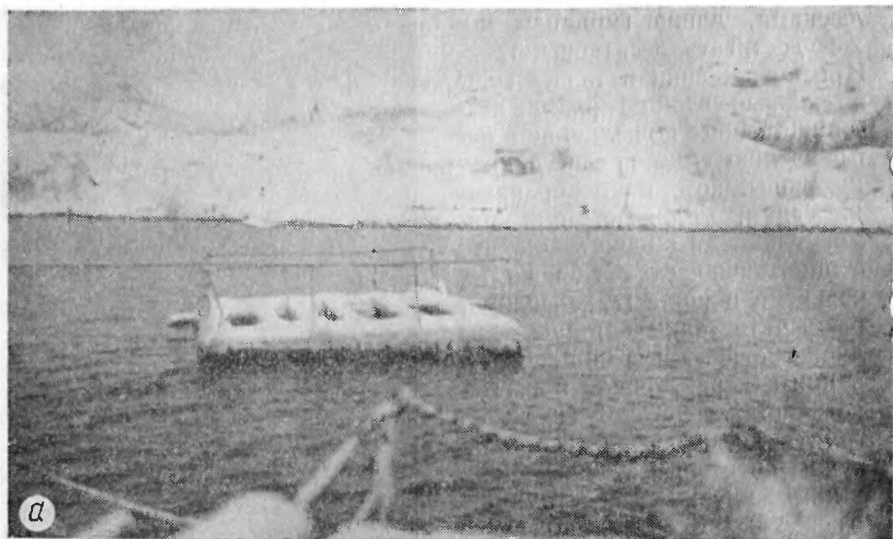


Рис. 26. Небольшое рабочее судно для установки садков. В левом углу показан ряд круглых садков [176]

В последнее время вместо якорей используют бетонные грузы различной формы и массы. При необходимости количество якорей и цепей увеличивают [84]. Например, якорь однокотарной штормоустойчивой мидийной установки, применяемой в Крыму, представляет собой бетонный массив в виде усеченной пирамиды с квадратными основаниями. На верхней и боковых сторонах массива расположены металлические рымы диаметром 16—18 мм, предназначенные для установки якоря, крепления тросов и капроновых оттяжек. Боковые рымы располагаются на  $\frac{1}{3}$  высоты якоря от нижнего основания. В зависимости от способа монтажа установки и назначения якорей количество рымов на них может быть уменьшено от 5 до 1. Масса якорей (340—750 кг) зависит от расчетной продукции мидий и качества грунта в зоне постановки [69]. Плавучие устройства можно не закреплять, если их размещают в небольших бухтах, заливах с постоянными глубинами, однако свободноплавающие установки для выращивания моллюсков используются довольно редко. Плавучие устройства можно заглублять, снижая их плавучесть, что бывает необходимо в районах с частыми штормами и замерзанием воды в прибрежной зоне зимой. Конструкции заглубляющихся устройств проще поверхностных, но при обслуживании их необходимо поднимать или использовать водолазную технику. Устройства обычно заглубляют зимой или когда выращивание моллюсков не требует постоянного контроля. При выборе того или иного вида устройств часто решающее значение имеет наличие подходящего строительного материала, а также возможностей их промышленного изготовления.



**Рис. 27.** Плоты для экспериментального выращивания мидий в бухте Западная Зеленецкая (Баренцево море, СССР):  
*а* — общий вид плота в зимний период, *б* — плоты в связке

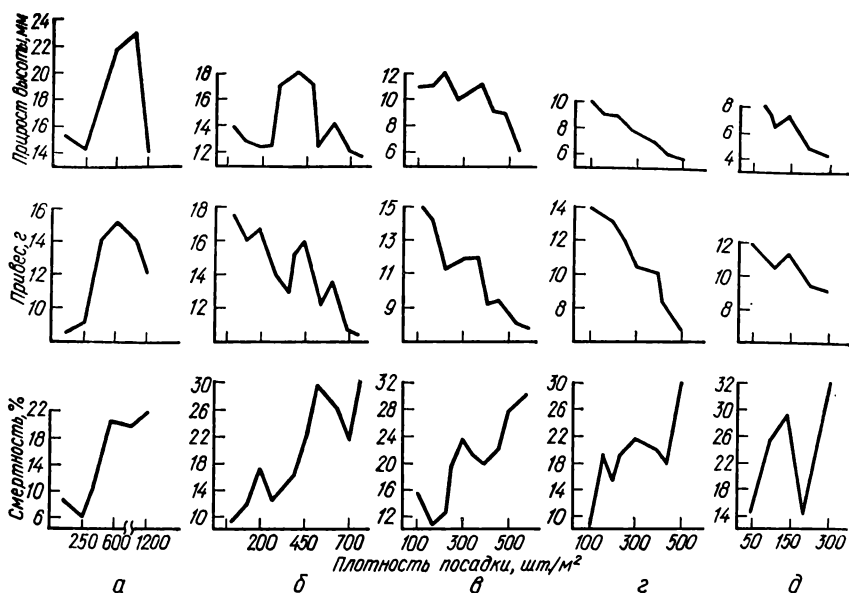


Рис. 28. Характеристики роста и смертности устриц (*Ostrea edulis*) различных размерных классов (а — 31—40 мм, б — 41—50, в — 51—60, г — 61—70, д — 71—80 мм) в зависимости от плотности посадки [32]

Самое простое устройство — плот, материалами для которого в основном служат бамбук или древесина. Конструкции плотов в промышленных хозяйствах разных стран различны. Они могут быть промышленными и экспериментальными (рис. 27). Плоты устанавливают перпендикулярно основному течению, а не вдоль, один за другим, иначе пища моллюскам, находящимся на коллекторах разных плотов, поступает неравномерно. Под современным промышленным плотом (Испания), на котором выращивается около 1,5 млн. мидий, масса отложений превышает 100 т в год [84]. Подобная ситуация наблюдается и при выращивании устриц на Дальнем Востоке. Количество биоотложений, продуцируемых тихоокеанской устрицей *S. gigas* в бухте Новгородской (залив Посьета) Японского моря, зависит от сезона года и достигает максимума в августе — октябре (46,9 г/дм<sup>2</sup> коллектора). Скорость накопления биоотложений одной устрицей колеблется от 5,0 до 43,5 г (сухая масса) за месяц. Количество органического вещества в биоотложениях находится в пределах 99—813 мг органического углерода на одну особь [34].

Повышение мутности воды резко снижает рост моллюсков и даже приводит их к гибели. Необходимо строгое соблюдение количественных норм постановки плотов, которые определяются местными условиями выращивания. Важно также правильно разместить культивируемых моллюсков в выростных приспособлениях (садках, лотках), разрезать их до требуемой нормы на разных стадиях развития организмов. Оптимальная плотность посадки создает благоприятные условия для роста и развития моллюсков (рис. 28).

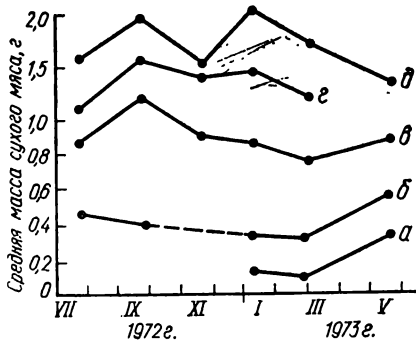


Рис. 29. Изменение массы сухого мяса разноразмерных мидий (*Mytilus edulis*) (а — 30 мм, б — 40, в — 50, г — 55, д — 60 мм), выращиваемых на коллекторах в Великобритании. Каждая точка — результат анализа 30 моллюсков [178]

плавуучесть (рис. 30). В последние годы деревянные поплавки заменяют синтетическими шарообразными. К бамбуковым колям прикрепляют гребешковые коллекторы, на которых и выращивают гигантскую устрицу до товарных размеров. По выращиванию этого вида устриц Япония занимает первое место в мире. В промышленных хозяйствах, расположенных в разных районах страны, применяют различные способы их выращивания. Однако максимальные величины продукции получают при выращивании устриц на плавучих устройствах, особенно на бамбуковых плотках (18,2 × 9,1 м), установленных в районе Хиросимы (табл. 11). Выращивание устриц в зависимости от планируемого качества товарных моллюсков может длиться один или два года. При длительном выращивании устриц *S. gigas* в промышленных хозяйствах получают стандартных крупноразмерных моллюсков, отдельные партии которых доращивают в садках, подвешенных к плавучим устройствам.

Т а б л и ц а 11. Различия в продукции устричных хозяйств Японии [138]

Способ выращивания	Район или префектура	Размер установок для выращивания устриц, м	Площадь установок, м <sup>2</sup>	Число коллекторов	
				в установке	на 1 м <sup>2</sup> установки
На плотках	Хиросима	9,1 × 18,2	165,6	500	3,05
	Камоко, Ничгата	4,5 × 7,3	32,8	100	2,58
	Шизугава, Мияге	6,6 × 10,0	66,0	200	3,03
	Кессеннума, Кияге	5,4 × 9,0	48,6	180	3,70
На ярусных линиях	Огатсу, Мияге	1,2 × 65,0	78,0	280	3,59
	Кессеннума, Мияге	1,2 × 45,0	54,0	180	3,33
На стеллажах	Мангоху-ура, Мияге	2,4 × 54,0	129,6	600	4,63
	Хиросима	—	99,0	—	—
На колях	»	—	99,0	—	—
На дне	»	—	99,0	—	—

Увеличение размеров моллюсков не всегда свидетельствует об адекватном увеличении количества мяса, что делает нецелесообразным их длительное выращивание (рис. 29).

Стандартный промышленный устричный плот (18,2 × 9,1 м), применяемый во Внутреннем Японском море, состоит из 10—11 горизонтальных столбов и 30—33 вертикальных бамбуковых стоек (диаметр 0,10—0,15 м), образующих несущую прямоугольную платформу плота. К шести горизонтальным столбам (боковым и центральным) на расстоянии 1,5 м крепят деревянные поплавки, придающие плоту жесткость и дополнительную

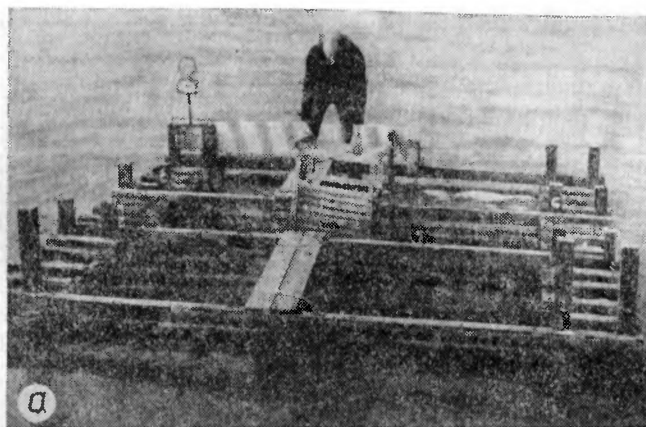


Рис. 30. Плоты для выращивания устриц [143, 144]:  
 а — экспериментальное выращивание в Великобритании, б — то-  
 варное выращивание в бухте Кессенума (Япония)

Более современные плоты применяют в водах Галисии (Испания). Плот катамаранного типа состоит из платформы, сделанной из балок и каркасов из корабельной стали, защищенной от окисления, которая способна удерживать около 1000 выростных веревок со 100 т выращиваемых мидий. Плавучесть платформы обеспечивается за счет 16-мет-

Число створок в одном коллекторе	Глубина подвешивания коллекторов, м	Продукция, кг			
		с одной установки	с 1 м <sup>2</sup> установки	с одной створки	с одного коллектора
38	9,5	2433	14,83	0,128	4,87
17	4,5	132	3,40	0,077	1,32
26	7,5	650	9,84	0,125	3,25
17	5,0	450	9,26	0,147	2,50
25	7,5	950	12,18	0,136	3,39
17	5,0	450	8,33	0,147	2,50
6	1,5	400	3,09	0,111	0,67
—	—	—	0,48	—	—
—	—	—	0,19	—	—
—	—	—	0,93	—	—

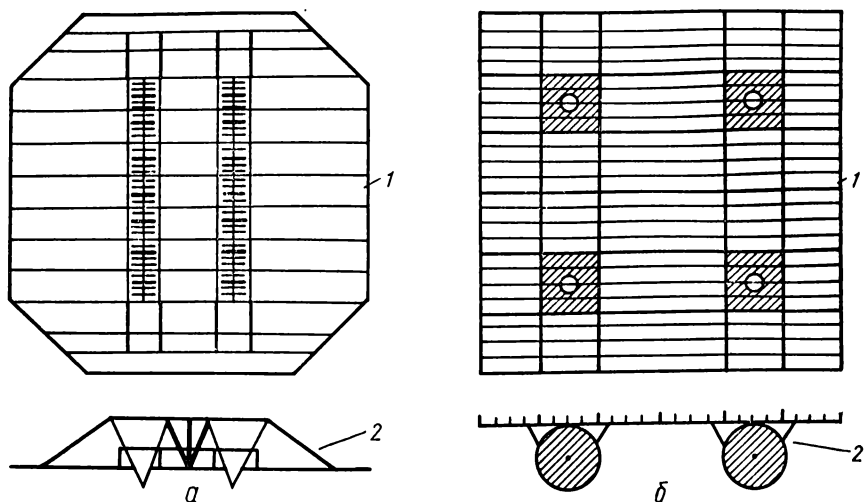


Рис. 31. Конструкция плавучих установок для выращивания мидий в Испании [142]: а — парк катамаранного типа, б — плот с четырьмя удерживающими его бочками; 1 — вид сверху, 2 — вид сбоку

ровых цилиндрических пустотелых емкостей, разделенных на секции. С помощью 30-миллиметровой цепи к плоту крепят бетонный груз массой более 6 т. При необходимости используют двойное крепление плота. Плоты катамаранного типа представляют собой целые мидийные парки и используются в основном в крупнопромышленных хозяйствах или кооперативах. Более простые по конструкции плоты размером  $20 \times 20$  м с четырьмя шарообразными плавучими носителями (диаметром 2,1 м), способные удерживать до 700 мидийных выростных веревек, используются отдельными фермерами (рис. 31).

Ежегодно в водах Галисии с помощью плотов выращивают около 140—160 тыс. т мидий. Хозяйств, занятых выращиванием мидий в Испании, около 3000, а их ежегодная средняя продуктивность — 50 т/га (масса со створками) [142]. Испания занимает первое место в мире по выращиванию мидий (ежегодно 160—200 тыс. т). Она экспортирует часть продукции (10 %) во Францию и Италию и реализует около 50 % мидий в свежем виде на внутренних рынках (в консервированном виде — 35—40 %). Расширение масштаба выращивания мидий в Испании зависит от механизации процесса выращивания моллюсков, наличия новых рынков сбыта продукции [84].

В СССР выращивают моллюсков на плавучих устройствах практически во всех промышленных хозяйствах. Конструкции выростных установок в хозяйствах различны. Опытно-промышленная установка для выращивания гигантской устрицы *S. gigas*, разработанная Дальневосточным филиалом НТО промысловства, представляет собой конструкцию, используемую на глубинах 7—20 м, выдерживающую волнение моря с высотой волны не более 1,7 м и скоростью ветра не более 14 м/с.

Установка представляет собой стальной плот (7,2 × 3,2 м) в сборной раме, состоящей из 2 боковых и 2 торцевых секций. Для поддержания плота на поверхности воды к нему прикрепляют 16 плавучестей. На плоту устанавливаются 20 перекладин, от которых спускаются в воду 140 коллекторов. Плот закрепляется оттяжками к бетонным якорям общей массой 6 т. Общая масса всей установки 8 т. Для удобства работы на плоту можно устанавливать настил с ограждением и в осенне-зимний период его также можно заглублять на 2—3 м от поверхности воды (рис. 32). Выход товарной продукции за один цикл выращивания устриц может достигать 25 000 шт., или 1,5 т (при средней навеске устриц 60 г) [42].

**Выращивание двустворчатых моллюсков в хозяйствах полноциклического типа.** *Замкнутая система водоснабжения.* При выращивании водных беспозвоночных в замкнутых системах основной задачей хозяйства полноциклического типа является обеспечение культивируемым животным приемлемой системы воспроизводства и питания.

Для подращивания молоди в искусственных условиях применяют различные системы и установки, обеспечивающие нормальное развитие организмов при их уплотненных посадках. При кормлении культивируемых животных в среду вносится значительное количество

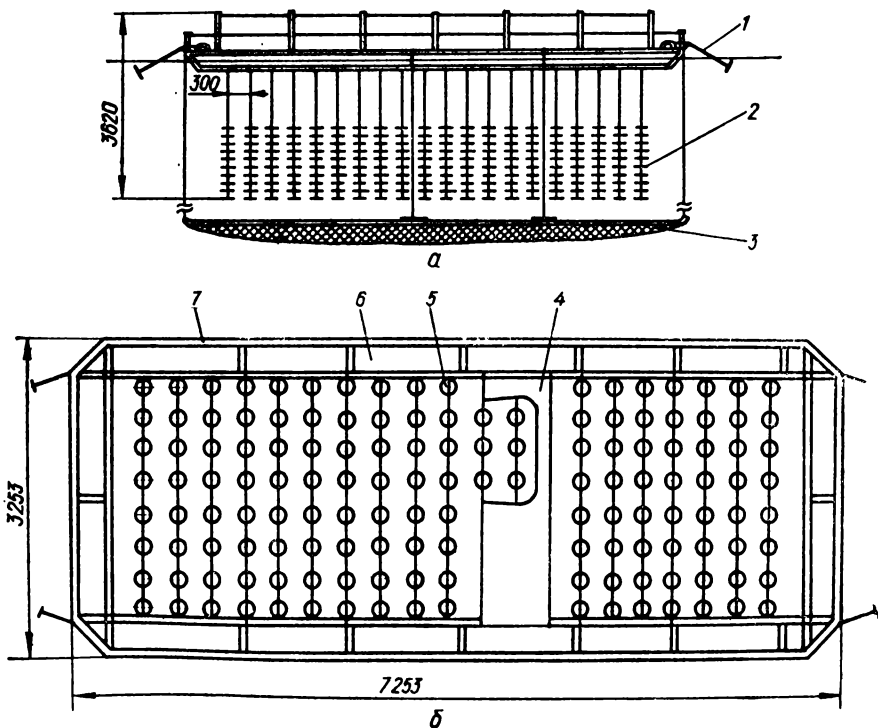


Рис. 32. Опытно-промышленная установка для выращивания тихоокеанской устрицы [42]:

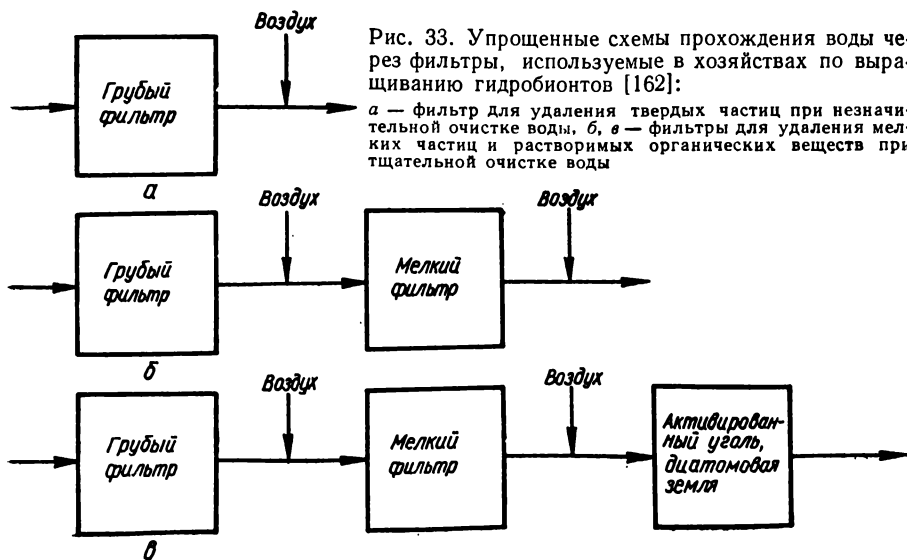
а — вид сбоку, б — вид сверху; 1 — оттяжка к бетонному якорю; 2 — устричный коллектор, 3 — сетной накопитель, 4 — мостик, 5 — перекладина, 6 — плавучести, 7 — стальная рама

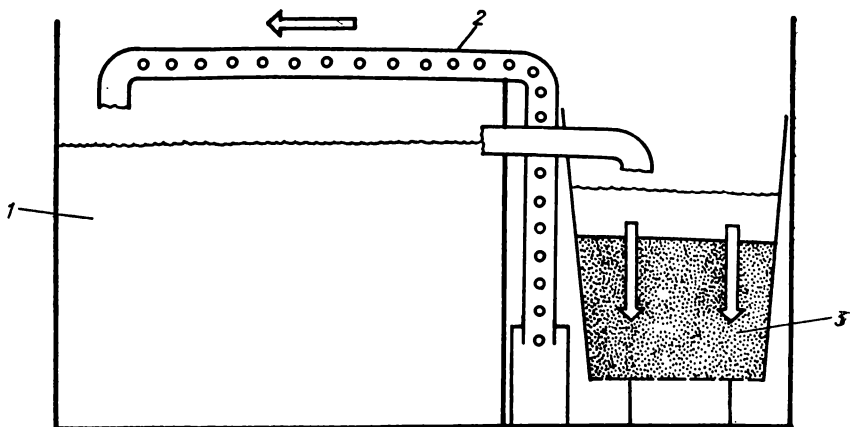
органических веществ. Кроме того, в воде накапливаются продукты жизнедеятельности организмов.

В промышленных хозяйствах, занятых выращиванием беспозвоночных и рыб, используют водные системы двух типов: проточного и замкнутого водоснабжения. В проточных системах вместе с водой поступает пища, а затем ее остатки и продукты метаболизма животных вместе с водой выносятся. Использование таких систем в хозяйствах не требует особых капиталовложений. Для очистки воды в проточных системах, а также для поддержания некоторых ее параметров используются фильтры, термонагреватели, стерилизаторы и другие приспособления. Однако проточная система водоснабжения не свободна от недостатков. Основной из них — однократное использование воды.

Более прогрессивна замкнутая система водоснабжения. Для работы такой системы воду берут из естественного водоема или готовят искусственную морскую воду. Замкнутая система водоснабжения не зависит от среды и антропогенного влияния, ее можно создавать вдали от естественного водоема. Работа всей системы контролируется, что очень удобно для сохранения качества воды [136]. Полностью воду в замкнутых системах заменяют сравнительно редко, а частично (до 20 %) — при увеличении накопления нитратов и фосфатов. Однако водные системы замкнутого типа дороги в изготовлении, обслуживать их могут только специалисты.

Воду в замкнутых системах очищают тремя способами: механическим, биологическим и химическим [67]. При механической фильтрации взвешенные частицы отделяются от циркулирующей воды. Наполнителем механического фильтра являются в основном разноразмерный гравий, мелкие камешки, песок. Механический способ фильтрации воды наиболее распространен в промышленных хозяйствах полуциклического типа с проточной системой водоснабжения (рис. 33).





*a*

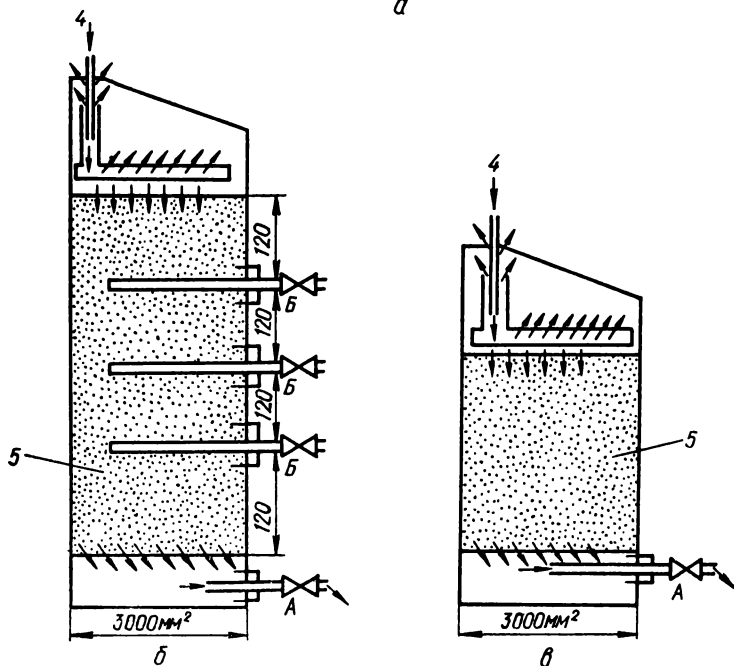


Рис. 34. Экспериментальный аквариум с замкнутой фильтрацией воды [129]:  
*a* — аквариум. *б, в* — песчаные фильтры; 1 — выростная емкость, 2 — воздухоподача, 3 — фильтр, 4 — водоподача. — песок; А — регулирующий водяной клапан. Б — контролирующий клапан

Биологическая фильтрация достигается минерализацией органических азотсодержащих соединений, нитрификацией и денитрификацией их бактериями, живущими на гравии в фильтрах. Минерализация проходит в два этапа: аммонификация (расщепление белков и нуклеиновых кислот и образование азотсодержащих соединений) и диаминование некоторых органических соединений (продукты аммони-

фикации превращаются в неорганические соединения). При нитрификации происходит биологическое окисление аммония до нитритов и нитратов, при денитрификации — превращение нитритов и нитратов в закись азота и свободный азот [29, 67]. Биологическая активность микрофлоры фильтра зависит в основном от солености, рН, температуры воды. Биологический фильтр представляет собой резервуар с субстратом для бактерий (гравий, створки моллюсков, песок и др.), через который постоянно протекает вода. Площадь фильтра зависит от скорости фильтрации, толщины субстрата, количества и массы культивируемых организмов. Биологический фильтр начинает действовать после того, как на его субстрате образуется достаточное количество бактерий, способных очистить воду. При температуре воды 20—25 °С срок «созревания» биофильтра составляет 2 мес [136]. Биофильтры в основном применяются в замкнутых системах водоснабжения при работах с ценными культивируемыми гидробионтами. Биофильтры различаются по способу циркуляции воды (вакуумные, напорные, прямоточные и др.) и по конструкции (сплошные, кассетные и др.). Форма фильтров в основном прямоугольная или цилиндрическая (рис. 34).

Химическая фильтрация — это регулирование концентраций растворенных органических веществ (РОВ) путем их адсорбции на пористом веществе (активированном угле), фракционирования и окисления. Продолжительность эксплуатации химического (угольного) фильтра зависит от степени загрязнения воды в системе, а скорость адсорбции РОВ на активированном угле — от гидрохимических параметров среды, длительности нахождения угля в воде, размеров его частиц и других факторов. Угольный фильтр в замкнутой системе водоснабжения следует располагать после биофильтра, поскольку он может улавливать те вещества, которые не поддаются биологическому разложению. Для продолжительного содержания и выращивания гидробионтов в замкнутой системе водоснабжения необходимы и механические, и биологические, и химические фильтры, а также дополнительные устройства (культиватор водорослей, стерилизатор, озоноконтактная камера, пеносниматель и др., рис. 35). Основными функциями пеноснимателя является удаление больших количеств аммиака, уменьшение окисляемости воды и повышение ее рН, так как многие поверх-

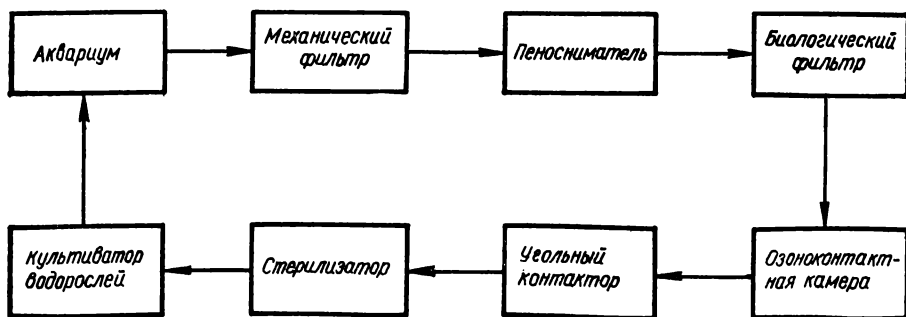


Рис. 35. Схема последовательной очистки воды в замкнутой системе

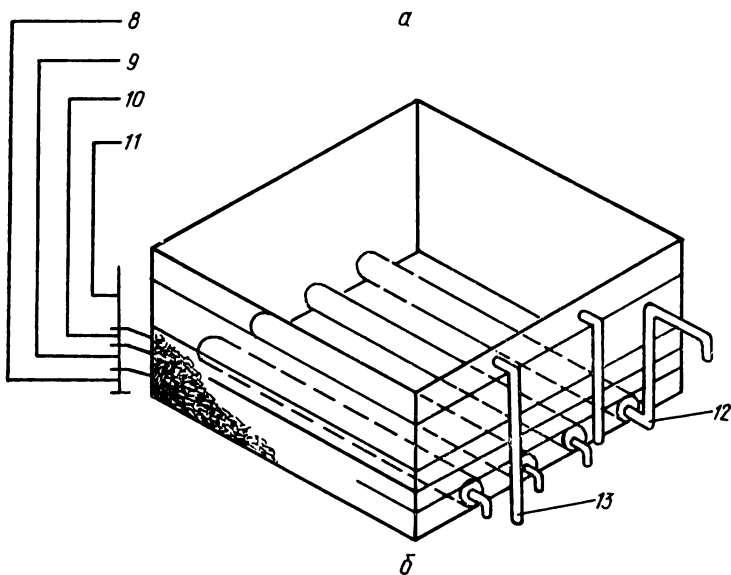
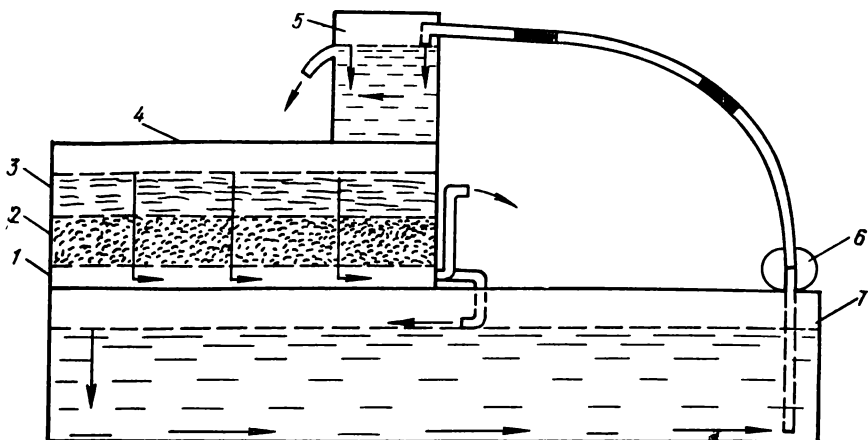
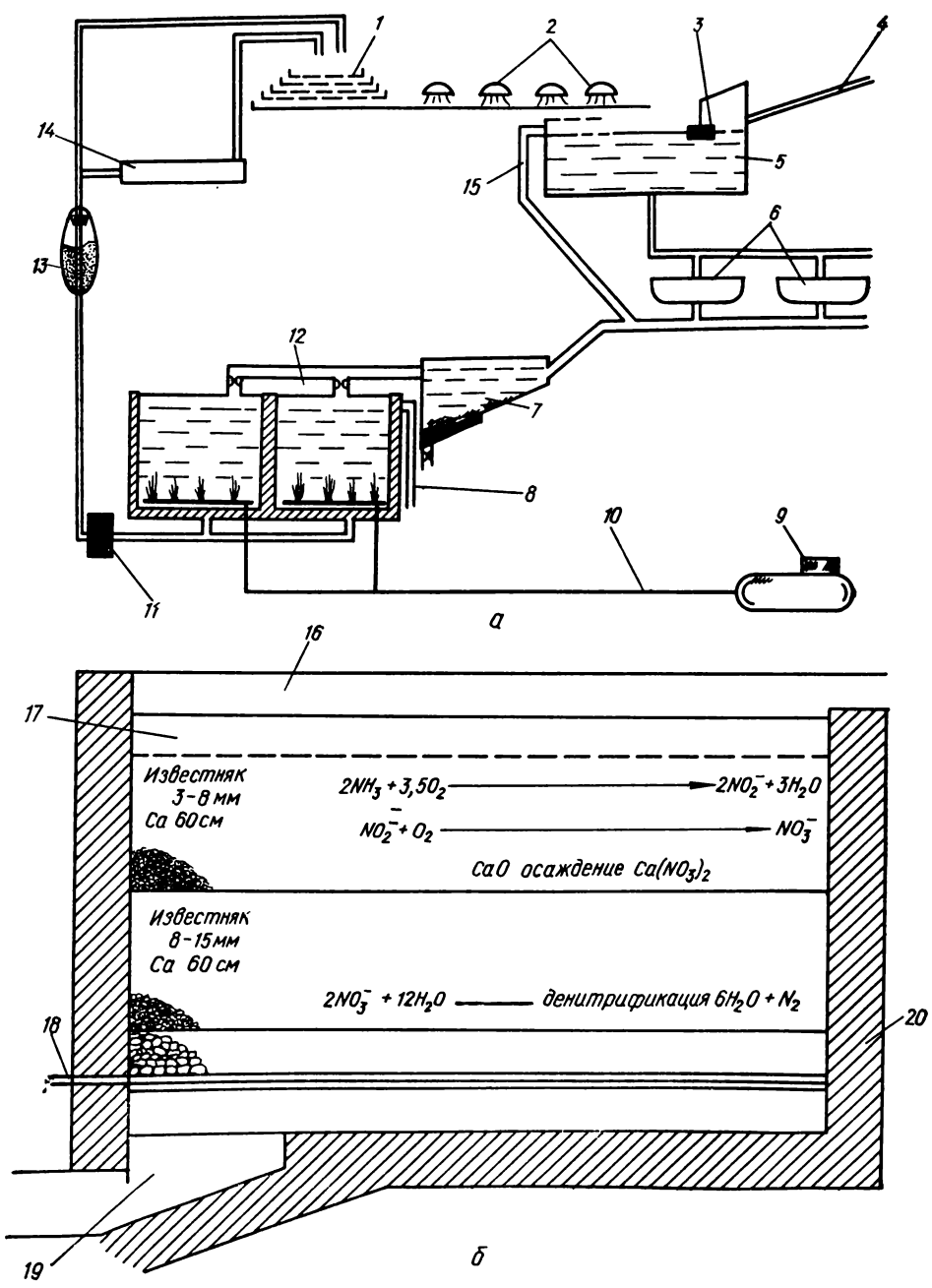


Рис. 36. Замкнутая система для выращивания моллюсков [125]:

*а* — схема замкнутой системы, *б* — фильтр, используемый в системе: 1 — перфорированная труба (101,6 мм), 2 — известковый слой, 3 — водяной фильтр, 4 — резервуарный фильтр, 5 — отстойник, 6 — мотор и насос, 7 — уровень воды в резервуаре, 8 — известковые камни, 9, 10 — гравий, 11 — уровень воды, 12 — опрокинутая труба, 13 — водопадающая труба

носно активные вещества могут концентрироваться при сильной аэрации воды в пене. Озоноконтактная камера и стерилизатор предназначены для уничтожения болезнетворных микроорганизмов и снижения уровня легко окисляемых органических веществ, растворенных в воде. Стерилизаторами воды в таких системах обычно служат бактерицидные лампы. Озонируют воду в специальной камере, чтобы предотвратить воздействие озона на животных. Дозы ультрафиолетового



облучения и озонирования воды устанавливаются отдельно для каждой замкнутой системы водоснабжения. Культиватор водорослей в такой системе (особенно с морской водой) необходим потому, что водоросли выделяют в морскую воду фитонциды, которые улучшают качество воды, а также служат кормом для беспозвоночных.

В замкнутых системах выращивают моллюсков (личинок, молодь, взрослых особей). Для нормальной работы замкнутой системы водоснабжения масса загрузки биофильтра должна в 30 раз превышать массу содержащихся или выращиваемых организмов. При емкости системы более 1000 л следует перекачивать через блоки очистки от 6 до 12 объемов воды емкости системы в сутки [179]. Особенно важны в замкнутых выростных системах водоснабжения правильное расположение компонентов блоков очистки воды, включая ее аэрацию (см. рис. 35), а также использование блоков управления и автоматизации.

В США в течение 1968—1975 гг. разработаны замкнутые системы водоснабжения для товарного выращивания моллюсков *Crassostrea virginica* и *Mercentaria mercenaria* (рис. 36). Товарных размеров американские устрицы (*C. virginica*) достигли за один год вместо четырех при выращивании в естественных условиях [125].

Замкнутая система водоснабжения для выращивания молоди лососевых рыб разработана в Норвегии [174]. Система включает восемь выростных бассейнов, большие биологические фильтры, нагревательные установки и другие устройства (рис. 37). Результаты выращивания молоди рыб оказались очень хорошими. Видимо, в таких замкнутых системах водоснабжения при включении в нее культиватора водорослей, блока управления и других устройств можно подрачивать молодь моллюсков на ранних стадиях в промышленных хозяйствах. В Техасе (США) изготовлена промышленная замкнутая система водоснабжения для выращивания гидробионтов (в том числе и моллюсков) с использованием полистироловых выростных бассейнов [87]. Такая система при получении посадочного материала в хозяйстве открывает большие возможности работы промышленных хозяйств (рис. 38).

*Культивирование одноклеточных водорослей.* Одноклеточные водоросли — основной корм многих видов гидробионтов, в том числе и двустворчатых моллюсков. Поэтому в хозяйствах полноциклического типа культивированию водорослей уделяется особое внимание; они высоко калорийны (2,5—4,0 кал/мг сухого вещества), их не сложно выращивать в массовых количествах, однако для этого требуется соответствующее техническое оборудование. Технология выращивания одноклеточных водорослей достаточно отработана [13]. Для выращива-

Рис. 37. Схема прохождения воды в рециркулирующей системе, предназначенной для выращивания небольшого количества гидробионтов [174]:

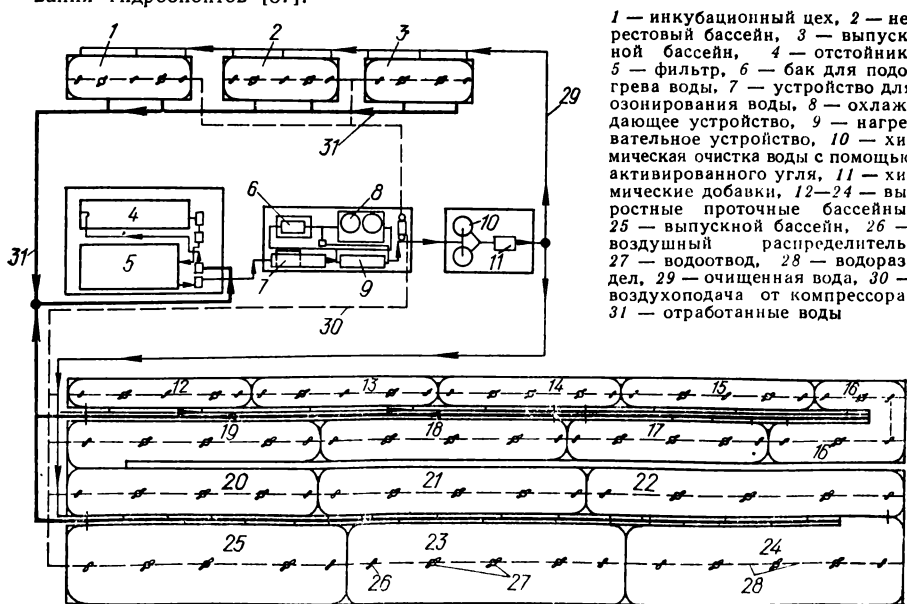
а — схема отведения воды, б — детали биологического фильтра; 1 — рассеивание воды, 2 — ультрафиолетовый свет, 3 — предохранительный клапан, 4 — водоподающая труба (для горячей и холодной воды), 5 — наливной бассейн, 6 — чашеобразные ткани (2 × 2 × 0,35 м), 7 — отстойник, 8 — водосливная труба фильтра, 9 — компрессор, 10 — воздухоподающая труба, 11 — насос (250 л/мин), 12 — биологический фильтр (6,1 м<sup>2</sup>), 13 — песчаный фильтр, 14 — нагревательный прибор (20 кВт), 15 — водосливная труба наливного бассейна, 16 — решетка для прохода воды, 17 — тонкая нейлоновая сетка, 18 — подача сжатого воздуха, 19 — дренаж, 20 — осколки створок моллюсков 20—40 мм

ния их используют установки открытого и закрытого типов. Водоросли в установках открытого типа выращиваются либо под открытым небом, либо под защитной пленкой, пропускающей ультрафиолетовые лучи. Выращивание без защитной пленки осложняется возможностью заражения водорослей посторонними культурами.

Интересен опыт выращивания водорослей в полиэтиленовых мешках, подвешенных вертикально. В настоящее время в хозяйствах используют мешки (объем 30 л, длина 2, диаметр 0,15 м), изготовленные из тонкой полиэтиленовой пленки (0,2 мм), которые размещают вокруг трех-четырех флюоресцентных ламп [170]. Вертикальное расположение позволяет разместить емкости на небольших площадях (рис. 39). В крупных хозяйствах используют бассейны, в которых культуральная среда продувается воздухом и обогащается  $CO_2$ . Продукцию в таких хозяйствах получают постоянно, сдвигая начало цикла выращивания водорослей в каждом бассейне [101]. Выбор водорослей для культивирования видов зависит от «потребностей» вида моллюсков, выращиваемых в хозяйствах. Наиболее часто в культуре выращивают динофлагеллят и зеленые голые жгутиковые водоросли [59]. Специальные и универсальные среды для культивирования приводятся в работах [59, 121]. Разработан ряд технических средств для механизации процесса культивирования [13].

Для выращивания одноклеточных водорослей в больших масштабах созданы системы, состоящие из нескольких установок, объединенных в промышленные линии. Размеры выростных комплексов могут достигать 20 м; водоросли в них выращиваются непрерывно.

Рис. 38. Схема прохождения воды в замкнутой проточной системе для культивирования гидробионтов [87]:



1 — инкубационный цех, 2 — нерестовый бассейн, 3 — выпускной бассейн, 4 — отстойник, 5 — фильтр, 6 — бак для подогрева воды, 7 — устройство для озонирования воды, 8 — охлаждающее устройство, 9 — нагревательное устройство, 10 — химическая очистка воды с помощью активированного угля, 11 — химические добавки, 12—24 — выростные проточные бассейны, 25 — выпускной бассейн, 26 — воздушный распределитель, 27 — водоотвод, 28 — водораздел, 29 — очищенная вода, 30 — воздухоподача от компрессора; 31 — отработанные воды

**Стимулирование размножения моллюсков.** Для хозяйств полноциклического типа важно получать посадочный материал в разные сезоны года независимо от природных циклов размножения моллюсков. Личинок в таких хозяйствах получают, стимулируя созревание половых продуктов производителей-моллюсков. В настоящее время разработаны методы стимулирования размножения моллюсков *Crassostrea virginica*, *Mercenaria mercenaria* в промышленных хозяйствах на Атлантическом побережье Северной Америки, *Pecten*, *Pinctada* — в хозяйствах Японии. Используются физические, химические и биологические методы стимуляции.

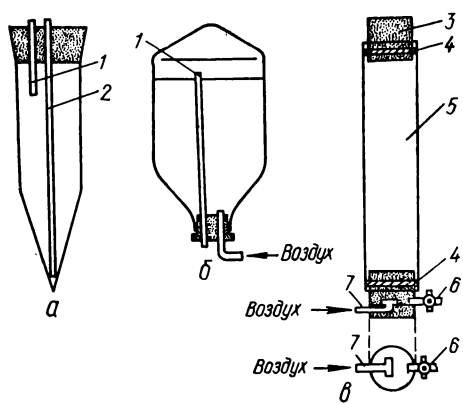


Рис. 39. Устройство для культивирования водорослей [170]:

*a* — 100-миллиметровый цилиндр, *б* — 1-литровая бутылка, *е* — 30-литровый полиэтиленовый вертикальный цилиндр; *1* — трубка для выхода воздуха, *2* — трубка для выпуска воздуха, *3* — опорная стойка, *4* — зажимы, *5* — цилиндр из тонкого полиэтилена (0,2 мм), *6* — воздухорегулирующий кран, *7* — распределитель воздуха

К физическим методам размножения моллюсков относят температурную, электрическую, механическую стимуляцию; к химическим — внесение химических препаратов, изменения рН среды; погружение отдельных частей моллюсков в химические растворы; к биологическим — добавление гонад или суспензии зрелых половых продуктов. Наиболее распространена температурная стимуляция размножения моллюсков. Производители устриц *C. virginica* и клемов *M. mercenaria* в промышленных хозяйствах США содержатся при температуре среды на 5—10 °С выше естественно до четырех недель; производители гребешков рода *Pecten* в хозяйствах Японии — до двух недель. Если ее повышение оказывается недостаточным для индуцирования вымета половых продуктов, то используются дополнительные стимуляторы (суспензия половых продуктов, химические добавки и др.). При механической или электрической стимуляции вымет половых продуктов моллюсков наступает значительно раньше (для мидии *Mytilus edulis* от начала стимуляции 2 ч). При механической стимуляции моллюсков наиболее благоприятные ионы К, Н, Ва. Менее эффективно использование солей  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$  [132].

В ТИНРО получены хорошие результаты по стимулированию созревания половых продуктов гребешков (*Patinopecten yessoensis*) и устриц (*Crassostrea gigas*).

При постепенном повышении температуры воды до 18 °С у черноморских устриц можно вызвать нерест. Развитие моллюска от яйца до плавающей личинки происходит за 10 сут, а при увеличении температуры воды до 20,3 °С за 7 сут; при 21,5 °С — за 6 сут. При снижении температуры воды до 5 °С можно задержать нерест в течение 16 сут, но у устриц сохраняется способность к нересту. При дли-

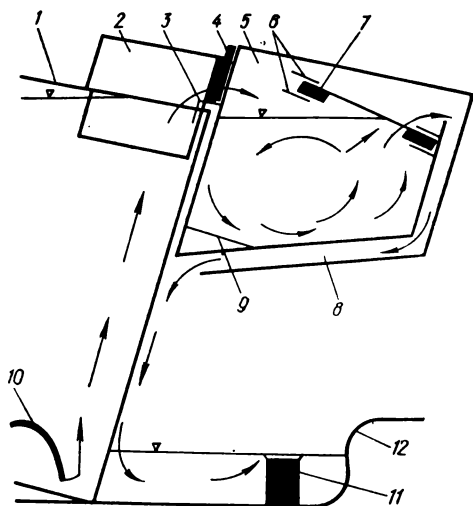


Рис. 40. Схема поперечного сечения личиночного сборника [97]:

1 — аквариум, 2 — аквариальное боковое устройство, 3 — угол сборника личинок, 4 — неопреновое уплотнение, 5 — сборник личинок, 6 — направляющие фильтры, 7 — съемный фильтр, 8 — сливное устройство, 9 — плоская донная планка, 10 — тепловая водоподача, 11 — сливное устройство, 12 — водная пластина

тельном содержании устриц (2,5 мес) при температуре воды 5 °С у моллюсков не наблюдается дегенерация сформированных ооцитов [46].

**Подраживание личинок.** Важным этапом искусственного выращивания личинок двустворчатых моллюсков, полученных от производителей, является их подраживание до стадий оседания на субстраты (коллектор). Свободно плавающих личинок содержат в выростных емкостях и кормят мелкими одноклеточными водорослями. На продолжительность планктонного периода личинок и их развития влияют в основном температура, соленость, освещенность и смена воды, плотность посадки личинок, состав, размеры и концентрация кормов (водорослей).

Для подраживания личинок используют различные личиночные сборники (рис. 40). Плотность посадки личинок моллюсков разных видов в выростные емкости зависит от размера личинок, вида моллюсков. Оптимальная концентрация личинок до стадии оседания в выростных емкостях обычно 1—15 личинок/мл [97]. Увеличение плотности посадки личинок замедляет их рост. На рис. 41 показана шестидневная зависимость роста личинок гигантской устрицы (*S. gigas*) от плотности их посадок, частоты смены воды и корма: а — средняя длина выра-

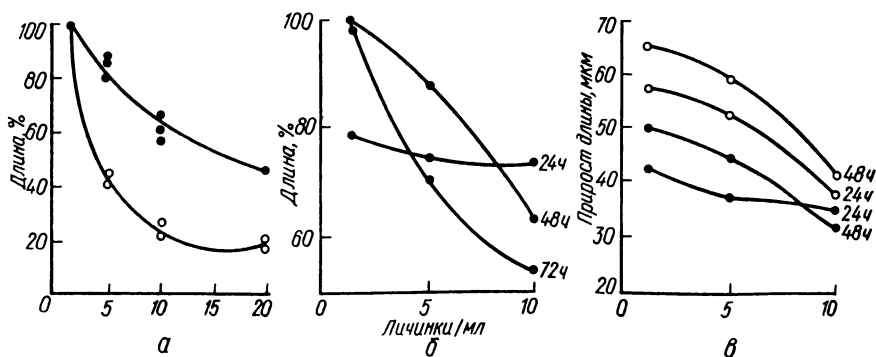


Рис. 41. Характеристика роста личинок гигантской устрицы *Crassostrea gigas* в зависимости от плотности посадки, частоты смены воды и корма [126] (объяснения в тексте)

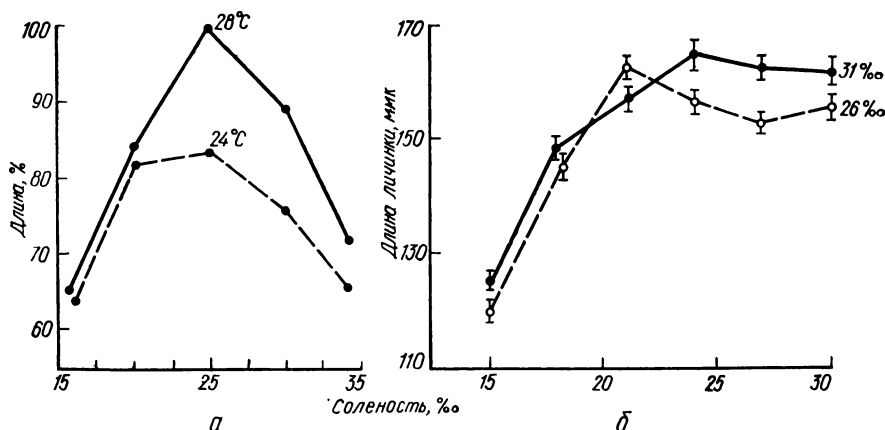


Рис. 42. Характеристика роста личинок гигантской устрицы *Crassostrea gigas* в зависимости от температуры и солености воды [126] (объяснение в тексте)

щенных личинок (от начальных размеров 83 мкм — темные и 138 мкм — открытые кружочки) при различной плотности посадки; за расчет процента роста личинок берется 100 %-ный рост при плотности посадки 1 личинка/мл; б — средняя длина выращенных личинок (от начального размера 83 мкм) при различной плотности посадки в зависимости от частоты смены воды; за расчет процента роста личинок берется 100 %-ный рост личинок при плотности посадки 1 личинка/мл и смене воды через каждые 48 ч интервалы; в — прирост средней длины выращенных личинок (от начального размера 75 мкм) при различной плотности посадки и температуре (24 °С — темные и 28 °С — светлые кружочки) в зависимости от смены воды и корма через 24 и 48 ч. Полученные результаты позволяют более полно судить о процессе подращивания личинок, тем более что выдерживание производителей гигантской устрицы (*C. gigas*) в среде высокой солености стимулирует рост их личинок с такой же соленостью [126]. На рис. 42. представлены результаты опытов по росту личинок *C. gigas*: а — средняя длина личинок при шестидневном подращивании при различной температуре и солености воды (28 °С и 15 ‰; 28 °С и 15—35 ‰; 24 °С и 15—35 ‰); за расчет роста личинок берется 100 %-ный рост личинок при температуре 28 °С и солености 35 ‰; средняя длина личинок 242 мкм (за 6 дней); б — конечная длина личинок после 10-дневного выращивания в воде различной солености (от начальных размеров 73,2 мкм — темные и 72,4 мкм — светлые кружочки), полученных от производителей, содержащихся перед нерестом в воде с соленостью 31 ‰ (личинки длиной 73,2 мкм) и 26 ‰ (личинки длиной 72,4 мкм). В целом правильный выбор параметров выростной среды в сочетании с оптимальными плотностями посадки и кормами позволяет успешно подращивать личинок в искусственных условиях.

Кормом для личинок служат мелкие водоросли (2—7 мкм) одного или нескольких видов. Например, плавающих личинок кормят в монокультуре водорослями *Isochrysis galbana*, *Micromonas minutus*, *Monoc*

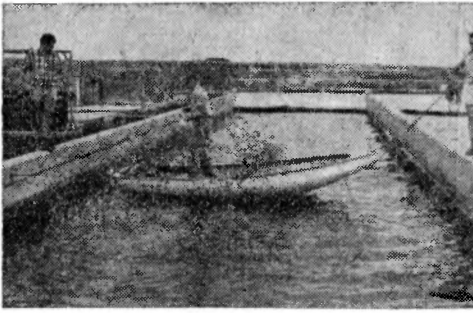


Рис. 43. Рассеивание створок моллюсков для оседания искусственно полученных личинок в экспериментальном хозяйстве Тексел (Голландия) [109]

5 кл./мкл усвояемость пищи личинками *O. edulis* составляет всего 2 %; при 58 кл./мкл — 75 % (наилучший показатель), но при 300 кл./мкл она практически не усваивается [202].

**Оседание личинок.** При достижении 200—400 мкм у плавающих личинок двусторчатых моллюсков начинает проявляться способность к оседанию. В этот период их переносят в более крупные выростные бассейны, где они прикрепляются к искусственным субстратам. В искусственных условиях плотность их концентрации в выростных бассейнах в десятки и сотни тысяч раз больше, чем при естественном оседании. Экспериментами в Делавэрском университете (США) с американской устрицей (*Crassostrea virginica*) было показано, что в естественных условиях почти 99 % личинок погибают до стадии оседания, а в личиночных выростных бассейнах они выживают до 90 %. Некоторые авторы считают, что до момента оседания выживаемость 25 % личинок является хорошим показателем для промышленного выращивания культивируемых моллюсков [125]. В бассейнах для оседания личинок на субстрат должны быть созданы благоприятные условия: хороший водообмен, оптимальная температура и соленость воды, затемненность отдельных частей бассейна, необходимая концентрация корма, подходящий субстрат. Периодически субстраты с осевшими личинками (спат) заменяют новыми коллекторами. Сроки оседания личинок 1—10 дней и более. Личинки моллюсков хорошо отличаются гладкую поверхность от грубой, светлые места от темных, реагируют на химические вещества, входящие в состав материала коллектора. Цвет коллектора и его размещение в выростных емкостях влияют на плотность оседания личинок. Например, процесс оседания личинок устриц *Ostrea edulis* в течение 12 дней в выростном танке экспериментальной станции Конвейе (Великобритания) на различные субстраты характеризуют следующие данные [202]:

Слой воды	Цвет пластин коллекторов		
	Светлый	Белый	Темный
Поверхностный — 0,2 м	20	50	75
Донный — 1,6 м	132	159	457

*chrysis lutheri*, *Cyclotella nana* и др., в поликультуре — *I. galbana*, *Tetraselmis suecica*, *Chaetoceros calcitrans* и др. Оптимальные концентрации водорослей для питания личинок зависят от их размеров и составляют для *I. galbana* — 50—70; *M. minutus* — 132; *Dunaliella tertiolecta* — 25 кл./мкл. При нарушении концентрации водорослевых клеток в растворе усвояемость пищи личинками нарушается. Например, при плотности *I. galbana*

Скорость оседания личинок *O. edulis* зависит от освещенности. При размещении устричных створок в толще воды 0,2; 1,0; 1,6 м от ее поверхности контролировали оседание на них личинок устриц в течение трех- и семи-часовых периодов в сутки на протяжении шести дней. Среднее количество осевших личинок на створках составило:

Слой воды	Время		
	6 ч 30 мин — 13 ч 30 мин	14 ч 30 мин — 21 ч 30 мин	22 ч 30 мин — 5 ч 30 мин
Поверхностный	88,1	107,0	30,6
Средний	9,1	8,7	3,5
Донный	2,4	0,6	3,5

Независимо от глубины размещения коллекторов, большее количество личинок будет оседать в более освещенных местах.

В промышленных хозяйствах чаще всего в качестве субстратов для оседания искусственных личинок используют чистые створки моллюсков культивируемых видов или поверхности, подобные им по физическим свойствам. В небольших выростных емкостях их предварительно раскладывают на дне бассейна, а в больших — рассеивают механически или вручную во время оседания личинок (рис. 43). Устройство для сбора спата устриц *Crassostrea virginica* в искусственных условиях, разработанное Мак Миллином [157], состоит из загрузочного бункера, танка, в котором содержится в большой концентрации личинки, и конвейера (рис. 44). Коллектором служат чистые устричные створки. Личинки устриц обладают избирательной способностью к оседанию на вогнутую поверхность, а погружающие створки всегда опускаются на дно выпуклой стороной вниз. Конструкция устройства позволяет створкам свободно падать через воду и опускаться выпуклой стороной

вниз на ленту конвейера. Температура воды в танке 22,2—26,7 °С, а время нахождения каждой створки в воде колеблется от 5 до 15 мин. Расположение личинок на створке и число их различно. Поддерживая необходимую температуру воды в танке с личинками и регулируя время нахождения створок устриц на ленте конвейера, добиваются определенной величины оседания личинок на одну створку. Собранный устричный спат помещают в другой танк, где температура воды ниже (15,6—22,2 °С), содержат там 4—5 дней, а затем переносят на дальнейшее подращивание [157].

Получение осевших личинок в хозяйствах полноциклического типа — важный этап работы, тре-

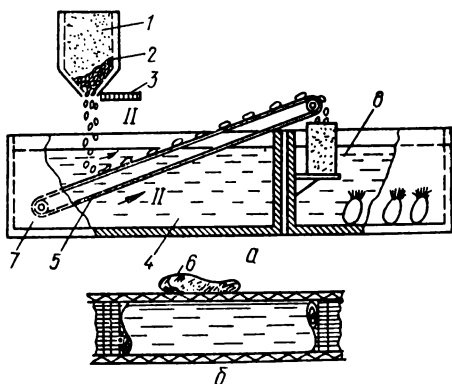


Рис. 44. Устройство для сбора молоди устриц в искусственных условиях [157]: а — схема устройства, б — увеличенная часть устройства по линии II—II, показывающая правильное расположение на конвейере створки с прикрепленной устричной личинкой; 1 — загрузочный бункер, 2 — створки устриц, 3 — задвижка, 4 — танк для оседания личинок устриц, 5 — нижний конец конвейера, 6 — вогнутая сторона створки, 7 — двигающийся вал с сетчатой лентой конвейера, 8 — танк для сбора спата

Т а б л и ц а 12. Биологическая активность антибиотиков [100]

Антибиотик	Спектр *		Диапазон **, мкг/мл		
	Г6+	Г6-	Бактерии	Грибы	Простейшие
Хлортетрациклин ***	+	+	0,002—50		25—1000
Бацитрацин	+	±	0,002—125		
Карбомицин	+	±	0,01—12		32—250
Хлорамфеникол ***	+	+	0,06—50		
Колистин	—	+	0,5—50	20	125
Кандицидин				0,5—50	
Эритромицин	+	±	0,003—200		
Канамицин	+	+	0,3—500		
Нистатин				1—13	250
Неомицин	+	+	0,2—100		43—3000
Новобиоцин	+	±	0,02—200	10—1000	125
Олеандомицин	+	+	0,08—50		
Пенициллин	+	±	1—5000		
Полимиксин В	—	+	0,02—50	125—250	125
Стрептомицин ***	+	+	0,5—300		
Тетрациклин ***	+	+	0,05—7,5		62—250
Окситетрациклин ***	+	+	0,002—50		31—250
Трихомицин	+	+		0,6—10	

\* Эффективность антибиотика против грамположительных (Г6+) и грамотрицательных (Г6-) бактерий; (—) — отсутствие активности антибиотика; (±) — низкая активность антибиотика, эффективен против некоторых микроорганизмов; (+) — высокая активность антибиотика, эффективен против большинства микроорганизмов.

\*\* Диапазон доз антибиотика, который сдерживает рост микроорганизмов.

\*\*\* Антибиотик широкого спектра, активен против грамотрицательных и грамположительных бактерий и других микроорганизмов.

бующий в первую очередь подбора выростных емкостей для оседания личинок, оптимальной среды обитания и концентраций кормов, субстратов и правильного их размещения, а также постоянного контроля за процессом оседания личинок и их развития. В СССР изучают оседание личинок устриц *O. edulis* в искусственных условиях в АзчерНИРО и устриц *S. gigas* и гребешков *P. yessoensis* в ТИНРО в отдельных выростных емкостях и устройствах, подключенных к водной замкнутой системе.

При выращивании молоди моллюсков в замкнутых выростных емкостях или с высокой плотностью посадки появляется угроза вспышки заболеваний или эпизоотий. В качестве профилактических мер используются стерилизация, озонирование воды и антибиотики, чаще всего пенициллин, стрептомицин, реже — неомицин, циклогексимид, хлорамфеникол. Доза антибиотиков зависит от вида культивируемых моллюсков, плотности их размещения, условий среды обитания. Для предотвращения заболеваний двустворчатых моллюсков *Mya arenaria*, *Mytilus edulis*, *Ostrea edulis*, *Crassostrea virginica* используют различные антибиотики (табл. 12) в концентрациях от 5 м. ед./мл (пенициллин) до 250 мкг/мл (стрептомицин) для взрослых особей *Pinctata maxima*, *Ostrea edulis*. Такую же дозу циклогексимиды использовали и для предотвращения заболевания устриц *S. virginica* [100].

**Культивирование жемчужниц.** Морские жемчужницы родов *Pinctata*

ctada, Pteria и некоторые ценные пресноводные жемчужницы (род Hyriopsis) широко распространены в водах Юго-Восточной Азии и Центральной Америки, где и выращиваются в промышленных масштабах. В последнее время культивированию жемчужниц стали уделять значительное внимание и во многих высокоразвитых странах (США, Франция, СССР и др.).

Промышленное выращивание жемчужниц осуществляется в хозяйствах полно- и полуциклического типов главным образом за счет культивирования пяти видов двустворчатых моллюсков: *Pinctada fucata*, *P. maxima*, *P. margaritifera*, *Pteria penguin* и *Hyriopsis schlegeli*. Первые четыре вида — чисто морские формы, пятый — пресноводный. Из них на долю моллюска *Pinctada maxima*, выращиваемого в Австралии, приходится около 70—80 % всей мировой продукции этого вида. *P. maxima* совместно с *P. fucata* и *Pteria penguin* культивируются в Бирме, Индонезии и Филиппинах. *P. margaritifera* выращивается на Гаити и на островах Фиджи (Центральная Америка). Пресноводная жемчужница *Hyriopsis schlegeli* культивируется в Японии. В этой стране выращивают все пять видов жемчужниц; морские виды культивируют на юго-западном побережье страны, а пресноводный *H. schlegeli* — в оз. Бива, около Киото. Ежегодная продукция от выращивания жемчужниц в Японии незначительна, в отдельные годы (1968, 1969) достигала 500 т, но с 1972 г. она снизилась и колеблется в настоящее время от 160 до 200 т [160].

Культивирование жемчужниц осуществляется в основном для получения искусственного жемчуга. Процесс начинается с отбора и заготовки производителей-жемчужниц, которых или выращивают в искусственных условиях, или собирают на естественных банках.

В настоящее время для массового выращивания искусственного жемчуга в Японии в основном используются только жемчужницы *Pinctada fucata*. Процесс культивирования ее сходен с культивированием других двустворчатых моллюсков (устрица, мидия, гребешок), но оптимальная температура для их роста выше — 20—25 °С. Жемчужницы весьма чувствительны к опреснению воды, темп роста их невысок (в возрасте три года в естественных условиях достигают размеров 5—6 см). Хозяйства по выращиванию жемчужниц размещаются в теплых водах. Молодь подращивают в специальных устройствах, бассейнах, емкостях и др. Подбор производителей — основной этап выращивания жемчуга; наилучшим местом для введения искусственного ядра в тело жемчужниц являются гонады. Можно вводить ядро и в другие части тела жемчужницы (аддуктор, биссусная железа, соединительный эпителий мантии, гепатопанкреас) хирургическим путем [160]. Если мужские и женские доли гонад жемчужницы содержат яйца или сперматозоиды, использовать их в качестве производителей жемчуга не рекомендуется. В естественных условиях гонады пинктанид не содержат яиц и спермиев лишь очень короткое время, в которое трудно при промышленных масштабах успеть обработать до 1 млн моллюсков. Для удлинения этого периода используют два метода: задержку созревания половых продуктов жемчужниц или ускорение их выхода. Предотвратить выход половых продуктов удается только весной (ап-

рель — май), когда гонады жемчужниц не содержат яиц или содержат их небольшое количество; для этого моллюсков помещают в охлажденную воду. Для ускорения процесса созревания гонад производителей переносят в более теплую воду.

После «обработки» производителей выдерживают в садках для восстановления их нормальной жизнедеятельности и подготовки к операции, затем помещают на неглубокий поднос, между их створками ставят небольшие бамбуковые распорки и в течение нескольких минут поливают морской водой. Створки начинают открываться шире, и между ними, стараясь не повредить, вставляют большие распорки. От края мантии других производителей-доноров отсекается длинная полоска шириной 2—3 мм. Перед операцией полоску разрезают на квадратики таким образом, чтобы каждый квадратик мантии производителя-донора мог покрыть  $\frac{1}{3}$  часть ядра будущей искусственно выращиваемой жемчужины. Вдоль края мантии расположено большое количество железистых клеток, вырабатывающих слою раковины (призматический, конхиолиновый, перламутровый), наружная поверхность мантии выделяет перламутровый слой [160]. При температуре 17—22 °С препарированные полоски мантии жизнеспособны около 2 ч, если их содержать в морской воде. Ядром будущего жемчуга обычно служит шаровидная частичка перламутра.

В жемчужнице-производителе с предварительно раскрытыми створками надрезают гонаду, в которую вводят кусочек мантии, затем в него вкладывают ядро и покрывают наружной стороной кусочка мантии. Ядер диаметром меньше 3 мм можно ввести в гонаду от 2 до 5, диаметром больше 3 мм — только одно. Высококвалифицированные специалисты могут разместить до пяти ядер в одну жемчужницу и оперировать от 25 до 40 жемчужниц в час. Операции выполняют от весны до осени с учетом методов задержки или стимулирования созревания половых продуктов жемчужницы). В жаркие или дождливые сезоны среди оперированных жемчужниц наблюдается повышенный отход.

После операций по 50—60 жемчужниц помещают в рамные проволоочные садки (0,7 × 0,6 × 0,3 м) [160], которые подвешивают в горизонтальном положении к плотам, установленным в благоприятных для развития пинктанид районах на 4—6 недель. Садки периодически роверяют, убирают погибших моллюсков и следят за развитием жемчужниц. Садки с жемчужницами подвешивают в толще воды на деревянных (из кипариса или кедра) и бамбуковых плотках или ярусных линиях. Деревянные плоты размером 6,4 × 5,5 м поддерживают на лаву четырьмя бочками. Садки из синтетической фибриловой нити одвешиваются к плотам на глубине 2—3 м от поверхности. Бамбуковые плоты состоят из двух параллельно расположенных на расстоянии 2 м бамбуковых ствоек длиной 9—10 м, связанных между собой, а которых подвешивают 15—20 садков. Благодаря хорошей плавучести бамбука отпадает потребность в бочках.

Ярусные линии — соединенные между собой шарообразные пластассовые бочки с удерживающим донным устройством (якорь, свая, укрепляющий буй и др.) — используют в районах с неблагоприятными и погодными условиями. Иногда их размещают в открытых районах

моря. Определенных рекомендаций по подбору носителей (плотов, ярусных линий) нет и выбор того или другого устройства зависит от географических, гидрологических, экономических и других факторов. В период выращивания около 50 % жемчужниц погибает или теряется, в 25 % жемчужниц не образуется жемчуг и только в 15 % жемчужниц вырастают жемчужины разной величины и качества, из которых 1,5—2,0 % жемчужин высокого качества [83].

В СССР (Архангельская обл.) начаты экспериментальные работы по выращиванию пресноводных жемчужниц и жемчуга на специальных участках с учетом японского метода культивирования жемчужниц. Однако говорить о возможностях их промышленного выращивания пока преждевременно.

### Брюхоногие моллюски

Брюхоногие моллюски (класс *Gastropoda*), особенно переднежаберные моллюски (подкласс *Prosobranchia*), с давних пор привлекали внимание человека. Их использовали для получения перламутра из раковин, искусственного жемчуга, а также в качестве продуктов питания.

В США и Японии уже в 20—30-е годы нашего столетия интенсивно использовали промысловые запасы морских улиток (*Haliotis rufescens*, *H. fulgens*, *H. gigantea* и др.) и были начаты разработки биотехники выращивания брюхоногих моллюсков. Однако массового масштаба культивирование морских брюхоногих моллюсков в настоящее время еще не достигло, а величины их товарной продукции значительно ниже, чем двустворчатых моллюсков. Отчасти такое положение объясняется тем, что запасы ценных брюхоногих моллюсков интенсивно эксплуатируются и многие их естественные популяции сильно подорваны или подвержены угнетающему действию неблагоприятных абиотических факторов. Необходимо отметить, что добыча брюхоногих моллюсков — очень тяжелый труд и цены на их красивые раковины, мясо и на естественный жемчуг очень высоки.

В ряде европейских стран (Италия, Франция, Испания) выращивали наземных улиток-гелицид (сем. *Helicidae*), среди которых в массовых количествах разводили виноградную улитку (*Helix pomatia*), употребляемую в вареном виде как деликатес.

В настоящее время в Японии ежегодно выращивают в среднем 5400 т морских ушек. Из пяти выращиваемых видов моллюсков рода *Haliotis* основная часть продукции (44—45 %) приходится на долю *H. discus hannai*, молодь которого выпускается ежегодно на скалистые участки в районе Хоккайдо [181].

Технология выращивания брюхоногих моллюсков сем. *Haliotidae* во многом сходна с выращиванием двустворчатых (устрица, мидия, гребешок и др.). Имеются лишь незначительные изменения в соответствии со спецификой данного вида и его биологическими характеристиками.

Выращивание морского ушка включает следующие биотехнические этапы:

1) сбор личинок моллюсков из естественной среды в период их размножения или получение личинок искусственным путем (за счет стимулирования созревания половых продуктов);

2) подращивание молоди до товарных размеров на дне, в толще воды (садки, различные приспособления, устройства) или в бассейнах, прудах (с естественной и подогретой водой);

3) отбор производителей для получения потомства в искусственных условиях с применением стимулирования их размножения или подбор моллюсков, используемых для искусственного выращивания жемчуга.

Сочетание многих технологических приемов — отбор производителей, температурное стимулирование, создание искусственных субстратов для оседания личинок, подбор кормов для молоди на разных стадиях метаморфоза, использование современной техники, регулирующих систем водоподдачи и водоподготовки по ряду гидрологических и гидрохимических параметров ( $T^{\circ}$ ,  $S$  ‰,  $pH$ ,  $O_2$ ) — позволяет достичь определенных успехов в разведении молоди брюхоногих моллюсков (род *Haliotis*). Однако выход товарных улиток, выращиваемых в течение 3-4 лет на отведенных участках дна моря, пока незначителен. Низкая продуктивность хозяйств (при подращивании молоди на дне моря) в первую очередь объяснялась нестабильностью гидрологического режима, недостаточным контролем за процессом выращивания, малочисленностью кормов и огромным прессом хищников, для которых искусственно выращенная молодь была легкой добычей. Разрабатываются экономичные способы подращивания молоди в бассейнах, прудах или различных устройствах, обеспечивающих безопасность моллюсков (рис. 45).

Брюхоногие моллюски (род *Haliotis*) — теплолюбивые животные. Оптимальная температура для их роста 17—25 °С. Несоблюдение температурных параметров культивирования нарушает нормальное развитие и приводит к значительному отходу, особенно осенью, зимой и весной (рис. 46). При температуре воды 10—15 °С прирост моллюсков незначителен. В теплой воде *Haliotis discus hannai* независимо от сезона года растут весьма интенсивно [198].

Полный цикл товарного выращивания красного морского ушка (*Haliotis refescens*) осуществлялся в Калифорнии (США) в двух больших открытых бассейнах в течение пяти лет [177].

Посадочный материал *H. refescens* получают за счет стимулирования половых продуктов производителей (самок и самцов). Личинок выращивают в пластмассовых бассейнах с водорослями. За 6 мес выращивания средние размеры личинок достигают 1,25, за год — 2,5 см. С этого момента

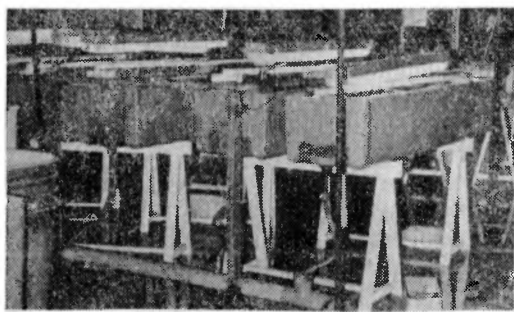


Рис. 45. Лотки для подращивания «морского ушка» в экспериментальных условиях [101]

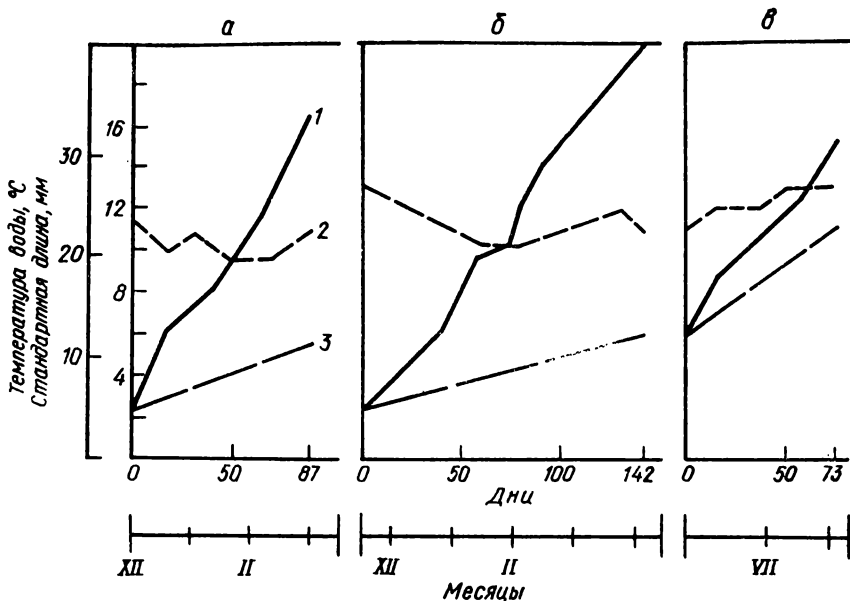


Рис. 46. Рост личинок морского ушка (*Haliotis discus hannai*) [198]:

а — зима, б — зима, весна, в — лето;

1 — в прудах с подогретой водой; 2 — в естественной морской воде; 3 — естественная температура воды в прудах

молодь подкармливают бурыми водорослями *Nereocystis* sp., которых заготавливают в море, собирают выбросы после штормов. За три года средние размеры молоди составляют 6,25 см, и ее переносят в большие открытые бассейны. В них на глубине 9; 4,8; 3 м расположены три горизонтальные секции, в каждой из которых размещено до 10 000 экз. морского ушка. За шесть лет выращивания размеры моллюсков достигли 17,5—20 см. Трехлетние моллюски используются для изготовления консервов, четырехлетние будут поступать на рынок, пятилетние — реализовываться в ресторанах. Планируется создание специальных платформ, на которых будут выращивать моллюсков до 2,5—3 лет. Ежегодная продукция с одной платформы — 250 000 товарных моллюсков.

Кроме способов выращивания морского ушка на грунте, в прудах и бассейнах, в Японии интенсивно применяют устройство [50], которое позволило значительно увеличить продуктивность ряда хозяйств. Устройство состоит из железобетонного пустотелого корпуса, имеющего в поперечном разрезе форму выпуклого полукруга и установленного на дне моря. Опылительный буй плавает на поверхности моря и соединен с корпусом трубкой (рис. 47). В верхней части корпуса находятся окна, пропускающие световые лучи, что обеспечивает нормальный рост бурых водорослей. По обеим внутренним стенкам корпуса в продольном направлении расположены полки в виде ступенек треугольной формы для выращивания морского ушка. Верхняя плоскость полки имеет наклон вниз внутри корпуса, нижняя плоскость почти

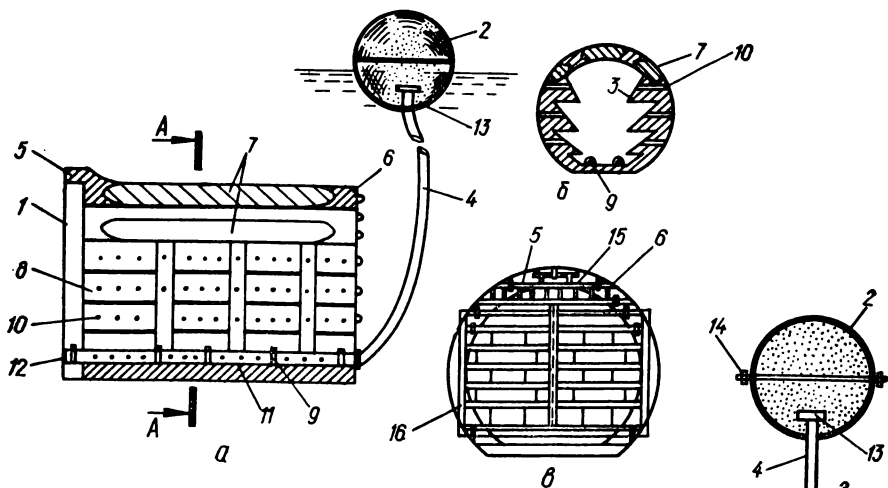


Рис. 47. Устройство для выращивания морского ушка на дне моря [50]:  
 а — схематический вид спереди пустотелого корпуса, б — разрез корпуса по линии А—А,  
 в — схематический боковой вид корпуса со стороны двери, 2 — разрез буй; 1 — корпус,  
 2 — плавучий буй, 3 — ступеньки полки, 4 — соединительная труба, 5—6 — торцевые  
 стороны корпуса, 7 — окна, 8 — полки, 9 — зажимы для крепления трубы, 10 — отверстия  
 для прохода морской воды, 11 — труба для подачи удобрений, 12 — заглушка трубы для  
 подачи удобрений, 13 — заглушка соединительной трубы, 14 — стяжные винты, 15 — решет-  
 чатая ограда, 16 — створчатая дверь

горизонтальная, поскольку дном моллюск прикрепляется к нижней горизонтальной поверхности полки, а ночью переползает на ее верхнюю наклонную поверхность, где поедает бурые водоросли [50]. В верхней части корпуса проделаны отверстия для поступления морской воды и для удаления выделений и газов, скапливающихся внутри корпуса. В нижней части находится труба с мелкими отверстиями для рассеивания удобрений, необходимых бурым водорослям. Ограда для защиты моллюска от осьминогов, мраморного морского окуня и других врагов, а также двустворчатая дверь для водолазов изготовлены из антикоррозионных алюминиевых сплавов.

Моллюсков помещают в пустотелый корпус, установленный на дне моря, и один раз в 10—14 дней с борта судна в него перекачиваются удобрения для роста бурых водорослей. Морские ушки, изолированные от врагов и конкурентов и обеспеченные пищей, хорошо растут. Видовой состав водорослей для питания морского ушка на разных этапах их развития различен. Например, осевшие на субстрат (дно) личинки морского ушка (*Haliotis discus*) с появлением радулы (терки) питаются бентическими диатомовыми водорослями, а достигнув 3—4 см — макрофитами (*Ulva*, *Undaria* и др.) [72]. Однако использовать такой способ выращивания морского ушка могут позволить себе крупные товарные хозяйства больших промышленных кооперативов и ферм.

Морское ушко используется в Японии и для получения искусственного жемчуга. Весной производителей, отобранных для выращивания,

помещают на 3—4 недели в садки для восстановления «нормальной» жизнедеятельности, а затем готовят к операции. Мягкие части тела у производителей отодвигают от мантии и в этом месте, с наружной стороны раковины, проделывают отверстие диаметром 1 мм. Ядро, прикрепленное к нейлоновой нити, вводят с боковой стороны морского ушка между мягкими частями тела моллюска и его мантией. Нить не должна быть слишком затянутой и неравномерно давить на мантию. Благодаря нити ядро все время подергивается за счет дыхательных движений моллюска, жемчуг равномерно оседает вокруг него, образуя округлую жемчужину. Производителей морского ушка помещают для дальнейшего выращивания в садки и содержат до тех пор, пока жемчужины не достигнут товарных размеров [78].

В настоящее время на Дальнем Востоке изучаются основные биологические характеристики брюхоногих моллюсков, пригодных для массового культивирования в СССР. Видимо, через некоторое время станет возможным промышленное выращивание морского ушка и других брюхоногих моллюсков в Приморье.

### Головоногие моллюски

Головоногие (класс Cephalopoda) более крупные и высоко развитые моллюски, чем двустворчатые (класс Bivalvia) и брюхоногие (класс Gastropoda). Головоногие моллюски обитают только в океанической воде (соленостью не менее 33—34 ‰) и особенно широко распространены в субтропических, тропических и умеренных широтах. Размеры моллюсков колеблются от нескольких сантиметров до десятков метров. Наиболее перспективны для промысла и выращивания среди осьминогих и десятиногих головоногих моллюсков представители подотрядов Arteroti, или Incirrata (бесплавниковые, или настоящие осьминоги), Myopsida (каракатицы) и Oegopsida (кальмары). Головоногие моллюски, особенно кальмары (*Ommastrephes sloanei pacificus*, *Chenoteuthis lartrami*, *Illex illecebrosus* и др.), осьминоги (*Octopus vulgaris*, *O. cyanea* и др.) и каракатицы (*Seriola sp.*, *Serietta sp.* и др.), служат объектами интенсивного промысла многих стран мира (в том числе СССР).

В настоящее время выращивание головоногих моллюсков (осьминоги, кальмары, каракатицы и др.) носит экспериментальный характер (в отдельных случаях полупромышленный) и осуществляется в основном в Японии и США. Осьминогов (*Octopus vulgaris*, *O. cyanea*, *O. joubini*, *Eledone cirrosa*, *E. moschata*, *Hapalochlaena maculosa* и др.), каракатиц (*Seriola robusta*, *S. rondeleti*, *S. ligulata*, *Serietta neglecta*, *S. obscura*, *Sepia esculenta* и др.) и кальмаров (*Sepioteuthis sepioidea*, *Todarodes pacificus*, *Loligo pealei*, *L. vulgaris* и др.) выращивают в искусственной среде чаще всего для того, чтобы изучить условия их содержания.

Экспериментальное выращивание головоногих моллюсков проходит по такой схеме: отлов производителей из естественной среды; помещение производителей в выростные емкости и стимуляция размножения половозрелых самок; выклев личинок из яиц; подращивание

личинки или молоди до товарных размеров. Часто в выростных емкостях выращивают и собранную в естественных условиях молодь головоногих моллюсков. Исследуется пока процесс содержания моллюсков. Поэтому вопросы, связанные с выращиванием личинок или молоди многих видов моллюсков в бассейнах, пока остаются нерешенными и в ближайшие годы массового выращивания головоногих моллюсков пока не предвидится [175]. Например, отработка биотехнических приемов культивирования промыслового кальмара *Loligo opalescens* выполнена в лабораторных условиях в Калифорнии (США). Кальмаров содержали в замкнутой системе водоснабжения (система танков объемом 1300 л с искусственной морской водой). Подросшую молодь размером 2—3 см (по длине мантии) пересаживали в более крупные емкости (10 тыс. л). Максимальных размеров (77 мм) кальмары достигли за 8 мес выращивания. В качестве корма использовали живых копепод, рыбу. Максимальный отход моллюсков *L. opalescens* наблюдался в течение первых 20 дней выращивания и между 45—70 днями [206].

### ИГЛОКОЖИЕ

Иглокожие (тип Echinodermata) представляют группу своеобразных высокоорганизованных беспозвоночных (около 600 видов), относящихся к вторичноротым животным (Deuterostomia). Для них характерны амбулакральная (водоносная) система, лучистое строение тела (обычно кратное 5), наличие внутреннего известкового скелета. Иглокожие — одни из наиболее древних групп животных — широко распространены в морях и океанах разных географических широт. Представители иглокожих очень чувствительны к опреснению воды (за исключением некоторых видов голотурий), поэтому они обитают главным образом при соленостях 31—34 ‰, однако нормально развиваются и при высокой солености (до 50 ‰). Размеры тела иглокожих колеблются от нескольких миллиметров до 1—2 м, в большинстве случаев от 0,05 до 0,5 м [18].

В пищу человеком используется более 40 видов голотурий. Съедобные голотурии, называемые трепангами, объединяются в отряд щитовиднощупальцевые голотурии (Aspidochizoda), среди которых наибольший практический интерес представляют настоящие голотурии *Holothuriidae* и стихоподы. Во многих странах в пищу употребляют водчатоzubых ежей (отряд *Samarodonta*), большинство которых относится к семействам *Strongylocentrotidae* (*Strongylocentrotus drobachiensis*, *S. frahnciscanus*, *Hemicentrotus pulcherrimus* и др.) и *Echiniidae* (*Echinus asculentus*, *Loxechinus albus* и др.).

Трепангов и морских ежей в промышленных масштабах не культивируют, а экспериментальное выращивание осуществляется в Японии и СССР.

В СССР при разработке биотехники товарного выращивания трепанга *S. japonicus* на Дальнем Востоке была использована методика температурной стимуляции созревания половых продуктов, позволив-

шая получить икру трепангов на 1—1,5 мес раньше, чем в естественных условиях. Кроме того, разработана методика промышленного получения личинок.

Биотехника товарного выращивания дальневосточного трепанга (*Stichopus japonicus*) практически не отличается от биотехники выращивания двустворчатых моллюсков и включает отлов производителей и выдерживание их в период размножения в выростных емкостях, температурное стимулирование созревания половых продуктов производителей, получение жизнестойких личинок, подращивание личинок до жизнестойкой молодежи, выращивание молодежи до товарных размеров в садках или на грунте в естественных условиях. Для стимулирования созревания половых продуктов трепангов *S. japonicus* температуру воды постепенно повышают до 25 °С, что сокращает процесс на 1—1,5 мес по сравнению с естественными условиями. Оптимальная плотность посадки производителей — 1 экз. на 8—10 л воды [44]. При повышении температуры воды самцы созревают раньше самок (от нескольких часов до нескольких суток). Икра трепанга попадает в воду с уже имеющимися там сперматозоидами. Дробление оплодотворенной икры трепанга *S. japonicus* заканчивается через 8—10 ч. Для равномерного дробления икры необходима температура 21—24 °С. Пелагические личинки (преаурикулярии) выклеваются из икры через 18 ч (при солёности воды 25—32 ‰). Отход с момента выхода икры в воду до выклева личинок колеблется от 3 до 10 %. Стадию преаурикулярии сменяет новая стадия — аурикулярия, продолжительностью 4—6 дней. На этой стадии развития личинок кормят различными видами водорослей *Phaeodactylum tricornutum*, *Gymnodinium lanksaays*, *Platimonas viridis*, *Nephrochloris salina*. Через 2—3 дня после наступления стадии аурикулярии отход повышается до 60 %. В этот период личинки трепанга *S. japonicus* перестают питаться. Н. Д. Мокрецова [44] выделила переходную стадию личинок трепанга — преддолиолярию, в процессе которой у личинок изменялось расположение мерцательных шнурков, исчезала околоротовая впадина и уменьшались размеры. В дальнейшем личинки трепанга проходят еще две непродолжительные стадии развития (по 2—3 дня каждая): долиолярия и пентакула, после которых образуются послеличинки. При температуре 21—24 °С и солёности воды 25—30 ‰ от икринки до послеличинки развитие протекает за 10—12 сут. Питаются послеличинки детритом из водорослей *P. viridis*, *Ph. tricornutum* и хлореллой. Послеличинок выращивают до ювенильных особей (1,5—2,0 см) в личиночных емкостях (бассейнах) при начальной плотности посадки 4000 экз./м<sup>2</sup> площади дна. Выращивание послеличинок *S. japonicus* в выростных емкостях до товарных размеров пока не удается [45].

При выращивании голотурий в природных условиях необходимо предварительно рассчитать их оптимальную плотность расселения с учетом кормовых ресурсов выростного участка. В качестве показателя кормовых ресурсов выростного участка может быть принята скорость движения голотурий, которая обратно пропорциональна толщине питательного слоя грунта [37]. Необходимо также учитывать и то, что на всех стадиях онтогенеза трепанг *S. japonicus* не обладает

осмотической лабильностью, поэтому нормальное развитие животного происходит при солености воды не менее 25 ‰ [11].

Проводились эксперименты по содержанию морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* и *S. nudus* в садках, установленных в заливе Петра Великого (Японское море). Отход в течение первого года выращивания составил 20 % (плотность посадки животных в возрасте до 2 лет — 100 экз./м<sup>2</sup> дна садка; более 2 лет — 40 — 50 экз./м<sup>2</sup> дна садка). Ежи росли лучше в садках, установленных в прогреваемых полузакрытых бухтах [33, 36].

В настоящее время отработана технология культивирования морского ежа *S. intermedius* в лабораторных условиях, позволяющая получать третье поколение ежей. Половозрелыми ежи становятся через 12 мес при толщине панциря 20—38 мм [48].

Таким образом, культивирование пищевых иглокожих (трепангов и морских ежей) находится на стадии эксперимента.

### РАКООБРАЗНЫЕ

Среди культивируемых членистоногих животных (тип Arthropoda) наиболее распространены ракообразные (класс Crustacea). Ракообразным свойствен активный образ жизни (закапывание, плавание, передвижение по дну), фильтрующий (низшие ракообразные) и хищнический (высшие ракообразные) способы питания.

Хорошо исследованы экологические и биологические характеристики ракообразных, которые служат кормом для других ценных гидробионтов или продуктом питания людей. Особое внимание среди ракообразных уделяется высшим ракообразным (подкласс Malacostraca) и в первую очередь десятиногим (отряд Decapoda), которые во многих странах являются деликатесом (креветки, омары, раки, лангусты и др.). Другие виды жаброногих (подкласс Branchiopoda, отряды Apostogata, Phyllopora), максиллоподов (подкласс Maxillopoda, отряды Copepoda, Branchiura) и высших ракообразных (отряды Mysidacea, Cumacea, Isopoda, Amphipoda и др.) в основном культивируют для получения массовых живых кормов для промышленного выращивания ценных видов рыб и беспозвоночных. Выращивать ракообразных (класс Crustacea) во многих случаях значительно сложнее, чем моллюсков (класс Bivalvia), так как требуются специальные устройства и квалифицированный персонал.

Биотехника выращивания ракообразных для кормовых и пищевых целей существенно различается. При массовом выращивании кормовых ракообразных учитывается их высокая плодовитость, быстрый темп роста, половозрелость, неприхотливость к факторам внешней среды и способность выдерживать высокие плотности посадки. Пищевые ракообразные должны иметь быстрый темп роста, короткий период метаморфоза личинок, высокую рыночную стоимость. Выбор пищевых ракообразных для промышленного выращивания зависит в первую очередь от спроса на продукцию [63]. Пищевые ракообразные должны обладать высокими вкусовыми качествами, переносить высокие плотности посадки, достигать товарных размеров за короткий промежу-

ток времени (желательно год и менее), быть устойчивым к заболеваниям, хорошо переносить содержание в инкубационных устройствах во время созревания икры или выклева личинок и иметь незначительный отход во время личиночного метаморфоза. Хозяйства для выращивания пищевых ракообразных предъявляют высокие требования к качеству воды [127].

Крупных промышленных хозяйств, культивирующих кормовых ракообразных, в мире значительно меньше, чем культивирующих пищевых, что в какой-то мере сдерживает массовое производство высокоценных пород рыб и беспозвоночных. Кормовых ракообразных выращивают в основном в специальных кормовых цехах или выростных устройствах не круглый год, а только в периоды кормления личинок или молоди выращиваемых основных гидробионтов.

Пищевых ракообразных выращивают в хозяйствах полу- и полноциклического типов несколькими методами (подрощивание молоди, полученной от размножения производителей в естественных условиях; выращивание личинок и молоди, полученных в искусственных условиях от производителей, выросших в естественных или искусственных средах).

Выращивание естественной молоди пищевых ракообразных (экстенсивный метод) широко распространено в странах Юго-Восточной Азии. Молодь ракообразных, попавшую из естественного водоема через заслонки, шлюзовые устройства во время приливов, подрощивают в прудах и лагунах или ранее отловленную молодь выращивают в прудах. При экстенсивном методе выращивания ракообразных контроль за поступающим посадочным материалом из естественных водоемов отсутствует, плотности посадки животных низки, контроль за средой выращивания, конкурентами и хищниками, а также болезнями ракообразных минимальный. В настоящее время большее количество молоди получают в искусственных питомниках (интенсивный метод) в любое время года. Интенсивный метод прогрессивен, он применяется во многих странах, особенно в Японии и США, при культивировании креветок. Выращивание пищевых ракообразных этим методом в общем складывается из следующих этапов [63]: отлов производителей икрыных самок или их выращивание в самих хозяйствах; содержание икрыных самок в бассейнах, танках, инкубационных устройствах; инкубация икры на самках или в толще воды в специальных инкубационных устройствах и аппаратах; выклев личинок; подрощивание личинок до жизнестойкой молоди в выростных личиночных устройствах, бассейнах, прудах; перенос жизнестойкой молоди в выростные пруды или бассейны и выращивание ее до товарных размеров.

Искусственно полученную молодь ракообразных можно также выращивать в мелководных, хорошо прогреваемых и защищенных бухтах и заливах. Особенно широко такое выращивание пищевых ракообразных распространено в Японии, где искусственно полученную молодь креветок (*Penaeus japonicus*) выпускают на мелководные участки бухт и заливов, а затем через определенное время отлавливают товарных креветок. Такой способ выращивания креветок прост, однако продуктивность использующих его хозяйств значительно ниже, чем хозяйств, работающих интенсивными методами, где жизнестойкую молодь выра-

щивают в прудах или бассейнах под контролем, хотя в этом случае требуются корма. Выростные пруды и бассейны бывают размещены под открытым небом и в помещениях. В промышленных хозяйствах пищевых ракообразных в основном выращивают в больших прудах, хотя применение бассейнов значительно выгодней, несмотря на затраты на их постройку. При выращивании товарных ракообразных в бассейнах можно использовать замкнутую систему водоснабжения, изменять условия выращивания и кормления, а также применять автоматизацию обслуживания, продлить сроки эксплуатации выростных водных площадей в хозяйствах.

Выращивание ракообразных (отряд Decapoda) сдерживается недостаточной изученностью их ранних жизненных циклов развития, недостаточностью кормов на разных этапах выращивания, неправильным подбором компонентов кормового состава, отсутствием необходимой профилактики заболеваний животных и недостаточной технической оснащенностью хозяйств.

В СССР в промышленных масштабах выращивают только кормовых ракообразных, хотя имеются все предпосылки для создания хозяйств по выращиванию пищевых ракообразных (в первую очередь длиннопалых раков сем. *Astacidae*).

### Высшие ракообразные

Высшие ракообразные (подкласс *Malacostraca*) широко распространены во многих географических районах, населяют различные водоемы и частично приспособились к наземному способу обитания. Представители подкласса *Malacostraca* значительно крупнее ракообразных других подклассов (*Branchiopoda*, *Maxillopoda* и др.) и являются наиболее распространенными объектами промышленного выращивания среди пищевых ракообразных. С давних времен высшие ракообразные (креветки, раки, омары, крабы, лангусты и др.) служили деликатесной пищей населения многих стран, а панцырь — минеральной добавкой к кормам птиц и удобрением. Все креветки культивируемых видов относятся к подотряду *Natantia*. Особое значение имеют семейства *Penaeidae*, *Palaemonidae*, *Pandalidae* и др. К подотряду *Reptantia* принадлежат выращиваемые виды родов лангусты (*Palinurga*), раки (*Astracura*) и крабы (*Branchyura*). Большинство культивируемых видов подкласса *Malacostraca* относится к родам *Penaeus* и *Metapenaeus* (креветки), *Procambarus* и *Astacus* (раки), *Homarus* (омары) и др.

Среди десятиногих ракообразных (отряд Decapoda) максимальную продукцию дают креветки, раки (частично омары). Ежегодная товарная продукция от выращивания креветок (последние 3—4 года) в Японии 1000—1500 т, а раков в США — 500 т. С 1976 г. в США разрабатывается биотехника культивирования пресноводной гигантской креветки (*Macrobrachium rosenbergii*) на термальных водах с использованием геотермальных источников. Промышленное выращивание креветок *M. rosenbergii* развито на Гавайских островах, объем промышленной продукции достигает 400 т [194]. Выращивание крабов и лангус-

тов во многих хозяйствах носит экспериментальный или полупромышленный характер.

У подрощих десятиногих ракообразных явно выражен каннибализм, в связи с этим при их выращивании требуется значительное количество кормов. При линьке этих ракообразных необходимы устройства для защиты линяющих особей.

**Выращивание десятиногих ракообразных.** *Кормовые организмы.* Выращивание десятиногих ракообразных (отряд Decapoda) требует многократного использования разнообразных кормов. Массовое выращивание креветок *Penaeus japonicus* в Японии стало возможным, лишь когда личинок стали кормить на стадии зоеа чистой культурой диатомовой водоросли *Skeletonema costatum*. На других стадиях развития личинок этой креветки — науплиус, мизис, послеличинка — использовали водоросли *Melosira* sp., *Thalassiosira* sp., *Nitzschia* sp., *Rhizosolenia* sp. и *S. costatum* [146]. В последнее время для кормления личинок этих креветок стали применять искусственные корма. В сочетании с *Chaetoceros* sp. эти виды водорослей оказались хорошей пищей и для личинок *P. japonicus* на стадии зоеа и мизис [145].

При экспериментальном выращивании креветок *Penaeus kerathurus* лучшим кормом для их личинок на стадии зоеа была водоросль *Skeletonema costatum*, для мизисных стадий — *Thalassiosira* sp. и *Asterionella* sp., а также науплии *Artemia salina* [180]. Личинки гигантской креветки (*M. rosenbergii*) хорошо росли при кормлении их *Isochrysis galbana* и *Chlamydomonas coccoides* совместно с *A. salina* [183].

Из многочисленных видов ракообразных, используемых для корма, наиболее распространен рачок *A. salina* (подкласс Branchiopoda, отряд Anostraca), который служит прекрасным кормом для десятиногих ракообразных, головоногих моллюсков и многих видов рыб. Размеры рачков *A. salina* колеблются от 0,3 до 15 мм, сухая масса взрослых особей достигает 0,45—0,65 мг, продолжительность жизни — около 130 дней, за это время происходит 25—27 линек (первая линька через 5—6 сут после выклева науплиев из яиц). Личинок десятиногих ракообразных кормят науплиями артемий. *A. salina* высоко плодовита, приспособлена к изменениям внешних условий и хорошо переносит высокие плотности посадки. Устройство для культивирования *A. salina* изображено на рис. 48.

Ежегодная мировая потребность в яйцах артемий 60 т. Культивирование артемий развивается тремя основными направлениями: в качестве побочной культуры при добыче соли из солевых водоемов, при экстенсивном выращивании артемий на засоленных участках с небольшими добавками дешевых удобрений, при интенсивном культивировании в замкнутых системах водоснабжения. Наиболее перспективно интенсивное культивирование артемий, позволяющее доводить выростные плотности посадки артемий до 150 тыс. экз./л и получать за две недели выращивания в емкостях 1 м<sup>3</sup> 25 кг живой артемии [193].

Созданы и автоматические системы выращивания *A. salina*. В одной из таких систем для выращивания взрослых особей *A. salina* предусматривается, помимо 30-литровых культуральных цилиндров и 1-литровых водорослевых сосудов, программный регулятор с реле времени,

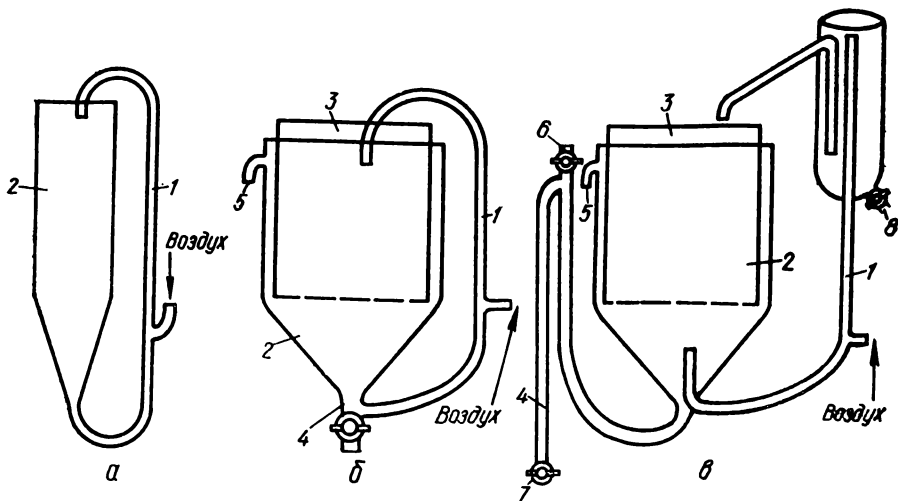
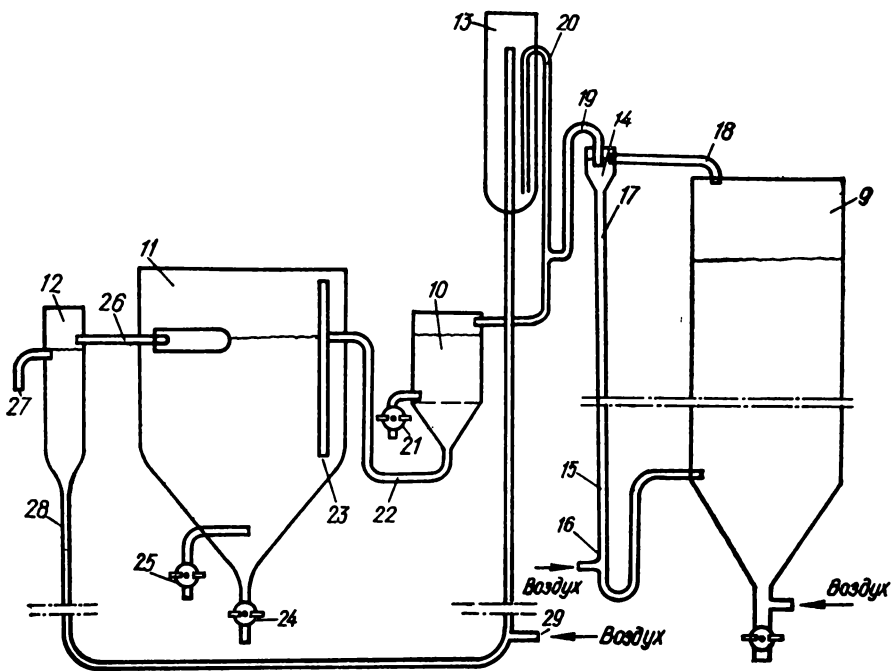


Рис. 48. Сосуды простой конструкции для выращивания кормовых беспозвоночных [170]:

а — мелких водных пелагических беспозвоночных, б, в — коловраток, копепод и личинок артемий, 2 — травоядных ракообразных (артемий, дафний); 1 — воздухоподающая труба, 2 — стеклянный цилиндр, 3 — съемная внутренняя емкость, 4 — водосток для отходов, 5 — труба для отвода избытка воды, 6—8 — перекрывающие краны, 9 — цилиндр для выращивания водорослей, 10 — емкость для выращивания взрослых особей, 11 — сосуд для сбора личинок, 12 — водоснабжающий сосуд, 13 — водный коллектор с сифоном, 14 — пищевой сосуд с воздухоподающей системой, 15, 17 — воздухоподающие трубки, 16 — воздухоподающее отверстие, 18 — труба для подачи водорослей, 19 — пищевой сифон, 20 — водный сифон, 21, 24, 25 — перекрывающие краны, 22 — труба для прохода личинок, 23 — собиратель личинок, 26 — воздухоподающая труба, 27 — труба для отвода избытка воды, 28, 29 — воздухоподающие трубы

механический насос с электромагнитными клапанами и многоканальной помпой и набор воздушных аэраторов (рис. 49). Лучшим кормом для *A. salina* в такой системе является живая *Dunaliella viridis*, но используют и высушенные водоросли *Scenedesmus* sp., *Spirulina* sp. или размолотые клетки сценедесмуса. Сухие водоросли *Scenedesmus* sp. суспендировали в воде (10—15 г/л) и во избежание бактериального заражения обрабатывали раствором NaCl (200 г/л). В описываемой системе с помощью программного регулятора автоматически включается механический насос и воздушные аэраторы, режим которых подбирается так, чтобы суспензия водорослей перемешивалась в 1-литровых водорослевых сосудах в течение 30 с перед работой помп насоса, а воздушная аэрация выростных 30-литровых цилиндров с артемиями в течение 60 с производилась каждые 15 мин. Рачки через 3 дня достигали 2 мм, а через 8 дней — 5—6 мм. При смертности 10 % начального количества артемий плотность выращенных особей составляет 2—3 шт./мл, или 60 000—90 000 шт. на 30-литровый выростной цилиндр. Ежедневный урожай *A. salina* 208 г/м<sup>3</sup> [58, 192], что значительно превышает ежедневную среднюю продуктивность артемий (50 г/м<sup>3</sup>), выращиваемых в открытых выростных бассейнах общей площадью 300 м<sup>2</sup> при уровне воды 0,3 м в течение 1,5 мес [27]. Удельная продуктивность открытых выростных емкостей значительно ниже, чем продуктивность небольших сосудов или автоматических кормовых систем, где значи-



2

тельно легче создавать оптимальные параметры среды и, следовательно, поддерживать высокие плотности посадки животных.

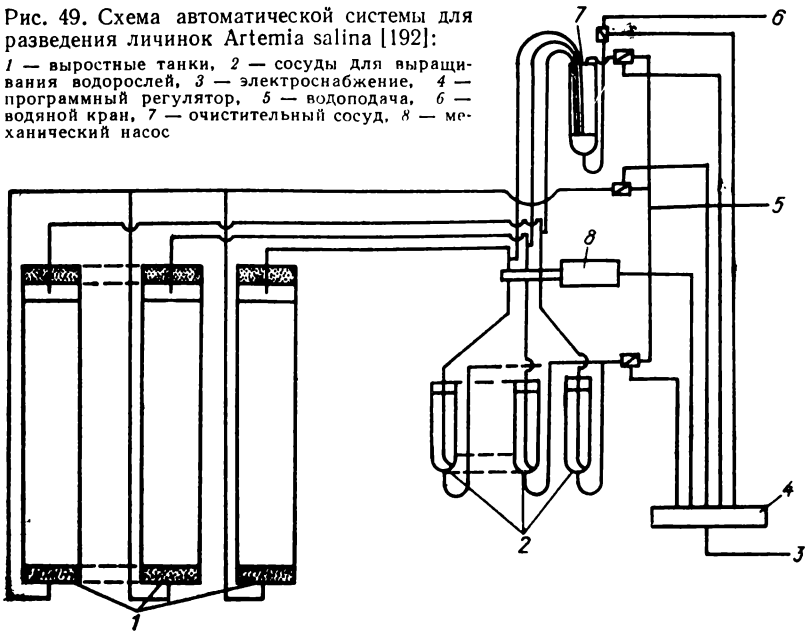
*Искусственные корма.* Для кормления молоди десятиногих ракообразных в промышленных хозяйствах наряду с естественными используют искусственные корма. Кормовых ракообразных (класс Crustacea) при массовом выращивании жизнестойкой молоди до товарных размеров не используют, поскольку это экономически невыгодно и практически невозможно. Если, например, потребление креветок в США увеличится до 100 тыс. т в год, то ежегодная потребность в корме для креветок может достичь 220 тыс. т [166]. Подбор кормов культивируемым ракообразным (отряд Decapoda) — важный этап биотехнического процесса. Учитывается стоимость кормов, качество, величины расхода и степень использования.

В промышленных креветочных хозяйствах Японии для кормления креветок *P. japonicus* в основном используют короткошейных клемов (*Venerupis philippinarum*), нестандартных мидий (род *Mytilus*) и устриц (род *Crassostrea*), а также мелких, не пользующихся спросом среди населения креветок родов *Metapenaeopsis* и *Plesionica*. Для дробления створок моллюсков созданы очень простые приспособления — валики диаметром 0,3 м, вращающиеся в горизонтальной плоскости по отношению друг к другу.

При выращивании креветок *P. japonicus* в личиночных прудах до-

Рис. 49. Схема автоматической системы для разведения личинок *Artemia salina* [192]:

1 — выростные tanks, 2 — сосуды для выращивания водорослей, 3 — электроснабжение, 4 — программный регулятор, 5 — водоподача, 6 — водяной кран, 7 — очистительный сосуд, 8 — механический насос



зы кормления их очищенными животными кормами (70 % ракообразных и 30 % моллюсков) были следующие [141]:

Масса креветки, г	Суточное количество задаваемого корма, % живой массы креветки
1	200
1	25
10	10

Чтобы вырастить 1 кг товарных креветок *P. japonicus* необходимо затратить 13,5 кг моллюсков без створок. Потребление живых кормов креветками *P. japonicus* в промышленных хозяйствах Японии резко увеличивает стоимость продукции. В последние годы в промышленных хозяйствах все больше применяют искусственные гранулированные корма, питательная ценность которых близка к естественным. Если в составе искусственного корма содержится воды менее 50 % общей массы, то увеличивается количество непереваренной пищи, и рост культивируемых ракообразных значительно снижается, а если воды 70 %, корм разрушается и становится непригодным для выращивания. К характеристике искусственного корма предъявляются весьма жесткие условия: содержание белка, его усвояемость и т. д. [73]. Неправильный подбор состава кормов, недостаточность рационов и низкая его калорийность приводят к каннибализму и резко снижают темп роста животных.

Теоретически определенные средний, оптимальный и максимальные суточные рационы креветки *Palaeomonetes lagarrei* составляли соответственно 46, 150 и 210 мг сырого корма/г живой массы креветки в день.

Содержание воды в теле было максимальным (89 %) у голодающих креветок и минимальным (77 %) у креветок, получающих в день 12—15 % корма их живой массы [186]. При подборе опытным путем корма для культивируемых ракообразных следует учитывать следующие показатели [166].

**С о с т а в н ы е к о м п о н е н т ы к о р м а.** Полное название; источник получения; техника обработки, способ приготовления кормовых добавок (дробление, просеивание, хранение); полный состав компонентов, присутствие витаминных и минеральных премиксов; химический анализ для определения влаги, липидов, протеннов, углеводов, золы, кальция, фосфора, дополнительно любых других питательных веществ, которые могут быть выявлены в процессе выполнения опыта, такие, как аминокислоты, лизин и др.

**К о р м.** Полное название или шифр; техника производства (метод смешивания, связывания, просушивания, дробления); способ хранения; микробиологическое качество корма; режим кормления (частота кормления, процент биомассы корма, масса потребляемого и оставшегося корма).

**С р е д а.** Температура ( $^{\circ}\text{C} \pm m$ ); соленость ( $S \text{ ‰} \pm m$ ); содержание растворенного кислорода в воде ( $\text{O}_2 \pm m$ ); средняя величина рН и ее колебания;  $\text{NH}_3 - \text{N}$  и  $\text{NO}_2 - \text{N}$ ; жесткость, мутность и микробиологическое качество воды; обработка воды (фильтрация, озонирование, обработка ультрафиолетом); аэрация, скорости обмена и рециркуляции воды; типы механического и биологического фильтров; интенсивность, спектральный анализ и продолжительность освещения; форма выростной емкости, объем, поверхность дна, глубина воды и строительный материал; режим чистки выростной емкости; повторность; другие факторы, относящиеся к данному опыту.

**К у л ь т и в и р у е м о е р а к о о б р а з н о е.** Вид, источник поступления; развитие (эмбриональное и личиночное), возраст; индивидуальная масса; индивидуальная общая и промысловая длина, длина карапакса; плотность посадки на  $1 \text{ м}^2$  и  $1 \text{ м}^3$ ; предопытная обработка животных; методы пересадок; измерения, средние показатели, встречающиеся данные по характеристике популяции ракообразного.

**Р е з у л ь т а т ы.** Продолжительность опыта; частота измерений; общие наблюдения (случаи заболеваний, паразиты, ненормальное поведение животного, нарушения реакции животного на пищу); выживаемость; начальные и конечные размеры (длина, масса); результаты анализов тканей и крови, связанные с анализами состава корма; другие показатели, имеющие отношение к данному опыту (например, потребление  $\text{O}_2$ ); окончательное состояние животного (пигментация, повреждения, микробиологическое состояние, вкусовые качества мяса, соотношения головного, грудного, брюшного отделов тела); статистический анализ материала; сравнение биологических показателей животных естественных популяций с аналогичными показателями животных в опыте.

Оценить пригодность кормов для культивируемых ракообразных можно лишь тогда, когда будут правильно выполнены эксперименты.

При выборе подходящего корма приходится анализировать составы многих кормов, поэтому и целесообразно стандартизировать условия проведения опытов. Для оценки пригодности кормов предложена следующая стандартная схема проведения исследований на примере опытов с гигантской креветкой *M. rosenbergii* [166].

**Подбор животного.** Необходимо иметь представление о наследственных признаках и личиночных стадиях метаморфоза; знать цикл развития личинок не более чем за 30 дней; начальная масса животного — не больше 0,2 г.

**Продолжительность опыта.** Минимальный срок проведения эксперимента 98 дней; предпочтительная длительность опыта — 350 дней или пока масса животного не достигнет 35 г.

**Техника измерений.** Индивидуальное взвешивание производится общепринятыми методами, при индивидуальном измерении учитывают общую (рострум — тельсон), промысловую (середина глаза — тельсон) длину, а также длину карапакса.

**Частота измерений.** Приблизительно 21 раз.

**Содержание животного перед опытом.** Примерно 7 дней в условиях, приближенных к опыту; в начале необходимо отсортировать животных по весовым группам и распределить в соответствующие индивидуальные выростные емкости; осуществить контрольные кормления в течение 5 дней; постепенно полностью сменить воду, не кормить животных в течение двух дней до начала опыта; взвесить и измерить животных за один день перед экспериментом.

**Условия опыта.** Температура воды  $28 \pm 0,2^\circ\text{C}$ ; соленость 2 ‰; содержание р створенного кислорода в воде ( $\text{O}_2$ ) 75 ‰; рН в пределах 7,0—8,5; освещение флюоресцентными лампами дневного света (108 лк) в течение 16 ч в сутки, а остальное время животные содержатся в темноте; емкости, скорости водообмена, аэрация и обработка подбираются и регулируются обычными способами.

**Повторность опыта.** Необходимо обеспечить шесть повторностей в каждой из двух рециркулирующих систем воды; уход за животными во время опыта должен быть одинаков.

**Корм.** Весь корм готовят сразу и хранят при  $-15^\circ\text{C}$ ; отвешивают необходимое за 7 дней для каждой емкости количество корма и хранят его при комнатной температуре, статки корма взвешивают и удаляют; следует установить процент биомассы корма для ежедневного кормления животных, частоту кормления, взвешивать неиспользованный корм, сброшенные панцири, отходы.

**Сбор данных.** Тщательная запись основных параметров опыта. В настоящее время разработаны составы промышленных кормов и отработаны рационы кормления для некоторых видов ракообразных (креветки, раки). Наиболее хорошо разработаны промышленные корма для креветки *P. japonicus* в Японии. Ежегодное производство креветочных кормов в Японии примерно 1500 т при годовой продукции креветок *P. japonicus* 1000—1500 т [147]. Для кормления личинок креветок разработан специальный микрогранулированный корм. Японские лециалисты работают над созданием искусственного корма для ускорения размножения и развития креветок, чтобы полностью перейти

Т а б л и ц а 13. Составы кормов (г/100 г), используемые для культивирования креветок [166]

Компонент	Номер корма								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пшеничные отруби	—	—	—	—	—	—	—	—	2,00
Пшеничная мука с высоким содержанием клейковины	—	20,00	—	20,00	—	—	—	—	—
Крахмал	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—
Пшеница (зерно)	—	—	—	—	—	—	—	—	10,00
Кормовая кукуруза	—	17,30	—	17,30	—	—	—	—	—
Клейковина	—	—	3,0	—	—	—	—	—	2,00
Кукурузный крахмал	—	—	—	—	—	30,00	—	10,00	—
Целлюлоза	—	—	—	—	50,00	45,00	—	12,00	—
Нефтяные дрожжи	—	—	20,00	—	—	—	—	—	—
Пивные дрожжи	—	—	—	—	—	—	—	—	5,00
Высушенный субстрат барды	—	—	—	—	—	—	—	—	10,00
Активный ил	—	—	5,00	—	—	—	—	—	—
Мука									
из морских водорослей	—	—	—	—	—	—	—	—	5,00
из соевых бобов	—	21,00	—	21,00	—	—	—	58,00	2,00
из семян хлопчатника	—	—	—	—	—	—	—	—	2,00
из земляных орехов	—	—	—	—	—	—	—	—	2,00
Высушенные молочные сливки	—	—	—	—	—	—	—	—	10,00
Мука									
из гавайской рыбы	—	—	—	20,30	—	—	—	—	—
из тунцов	—	20,30	—	—	—	—	—	—	—
из менхэдена	—	—	—	—	40,00	10,00	—	—	—
из кальмаров	—	—	47,00	—	—	5,00	—	—	—
продажная креветочная	—	20,00	15,00	20,00	—	—	—	10,00	45,00
лабораторная непросеянная креветочная	—	—	—	—	—	—	—	—	5,00
Минеральный премикс	—	1,40	5,00	1,40	2,00	2,00	—	2,00	—
Витаминный премикс	—	—	1,75	—	2,00	2,00	—	2,00	—
Холестерол	—	—	1,25	—	1,00	1,00	—	1,00	—
Ланолиновая кислота	—	—	—	—	—	—	1,00	—	—
Вареная голова креветки в масле	2,91	—	—	—	—	—	—	—	—
Экспериментальный креветочный корм	97,09	—	—	—	—	—	99,00	—	—
Коллаген	—	—	—	—	5,00	5,00	—	5,00	—
Форма корма (хлопья, пилюля, гель)	х	п	п	п	п	п	п	п	г
Протеины (рассчитаны на основании анализа)	25	35	67	35	28	14	нр	24	39

Примечание. Расшифровка эффективности использования кормов приведена в табл. 14; сокращенные обозначения; х — хлопья, п — пилюля; г — гель; нр — не рассчитано.

на искусственные корма при товарном выращивании креветок. В состав этих кормов входят компоненты растительного и животного происхождения, витаминные добавки и минеральные премиксы (табл. 13). Доля этих компонентов (мука кальмаров, креветок, рыб и соевых бобов) в различных составах кормов различна. Добавление в искусственные креветочные корма остатков хитиновых покровов нестандартных мелких креветок или частей их тела, сваренных в масле, способствуют росту культивируемых креветок и улучшают их окраску. Например, если к корму ювенильным креветкам *M. rosenbergii*, выращиваемым в течение 12 мес в лабораторных условиях, добавить 3 % масел экстрагированных из головогруды креветки, то окончательная средняя биомасса (г креветок/м<sup>2</sup> дна выростной емкости) и эффективность утилизации корма в опытной группе приблизительно вдвое выше, чем в контрольной. Кроме того, креветки *M. rosenbergii*, питавшиеся обогащенными кормами, содержали приблизительно в 15 раз больше каротиноидов, чем креветки контрольной группы.

Жирные кислоты, имеющие важное значение в питании креветок, можно получить из головогруды нестандартных креветок [182]. Присутствие каротиноидов в корме усиливает пигментацию креветок и яв-

Т а б л и ц а 14. Сравнительные показатели культивируемых креветок при их

Показатель	Macrobrachium rosenbergii		Penaeus japonicus	
	Номер			
	1	2	3	4
Средняя масса, г				
начальная (b)	0,028	0,10	5,31	0,40
конечная (a)	1,056	9,24	15,71	7,91
Прирост средней массы (a — b), г	1,028	9,14	10,40	7,51
Продолжительность опыта (x), дни	84	244	60	75
Средний ежедневный прирост массы $\frac{(a - b)}{x} \cdot 100$ , мг/день	12,24	37,46	173,33	100,13
Выживаемость (y), %	71	92	98	Не рассчитаны
Начальная плотность посадки креветок (z), шт./м <sup>2</sup>	100	17	89	218
Прирост массы общий $c = \frac{azy - b}{100} - bz$ , г/м <sup>2</sup>	72,2	142,8	897,6	—
Прирост массы ежедневный $\left(\frac{c}{x}\right)$ , г/м <sup>2</sup> /день	0,86	0,59	14,86	—
Кормовой коэффициент, г сухого корма/г прироста массы креветки	6,4	1,5	1,3	Не рассчитаны
Рассчитанный кормовой белок, %	25	35	67	35

\* Составы кормов одинаковые.

ляется важным источником ланолиновой кислоты, необходимой в рационе.

Наличие в составе кормов компонентов животного происхождения повышает его калорийность и улучшает усвояемость, но в настоящее время нестандартных кальмаров, креветок и рыбу все чаще используют в пищу, поэтому их применение в кормах снижается, что приводит к росту кормового коэффициента и удорожает себестоимость продукции. Снизить кормовой коэффициент можно за счет сбалансирования растительных кормов и внесения заменителей животного корма. Кормление хорошо сбалансированными искусственными кормами (с преобладанием растительных компонентов) личинок десятиногих ракообразных на ранних стадиях их развития не может заменить им живых кормовых ракообразных (артемию, копепода, дафний и др.; табл. 14).

В состав искусственных кормов ракообразных обязательно должны входить минеральные и витаминные премиксы, их величины выбирают исходя из химического состава тканей и органов культивируемых и обитающих в естественных условиях ракообразных (табл. 15, 16). По предварительным данным, оптимальным для искусственных креветочных кормов является соотношение 1,2 Са 1 Р, а при добавлении

кормлении различными кормами [166]

Penaeus setiferus		Penaeus aztecus		Penaeus duorarum		Palaemon serratus	
корма							
	6	7	8	9а *	9б *		
4,00	4,00	4,16	3,60	0,155	0,696		
9,32	7,80	5,67	7,90	0,460	1,057		
5,32	3,80	1,51	4,30	0,305	0,361		
70	56	21	84	28	28		
76,00	67,86	71,90	51,19	10,89	12,89		
83	85	88	87	Не рассчитаны			
12,7	12,7	Не рассчитаны		23,6	Индивидуальное содержание		
47,4	33,4	—	77,2	—	—		
0,68	0,60	—	0,92	—	—		
28	14	Не рассчитаны		24	39	39	

Таблица 15. Минеральные компоненты премиксов, используемых в пище культивируемых креветок [166]. Премикс 1—4 — использовался для культивирования креветок рода *Репaeus*; премикс 5 — *Macrobrachium*

Компоненты	Номер премикса				
	1	2			
Кальций *	1,336	0,679	0,655	0,264	—
Фосфор *	0,832	0,239	0,514	0,206	—
Калий *	1,417	0,244	0,919	0,368	—
Магний *	0,230	—	0,150	0,060	—
Натрий *	—	—	—	—	0,157
Хлорид *	0,344	—	0,270	0,107	0,243
Сульфат *	0,951	—	0,594	0,237	—
Железо **	216,6	—	240,9	96,4	19,8
Медь **	—	—	—	—	2,0
Марганец **	30,5	—	19,8	7,9	60,0
Цинк **	—	—	—	—	44,1
Кобальт **	—	—	—	—	0,2
Йод **	—	—	—	—	1,2
Соотношение Са : Р	1,61	2,84	1,28	1,28	—

\* г/100 г сухого корма.

\*\* мг/кг сухого корма.

витамина С увеличивается темп роста креветок и их отход [166]. Имеются данные, что оптимальным для искусственных кормов молоди (ювенильных стадий) и взрослых омаров *Notargus americanus* является также соотношение 1 Са : 1 Р [115].

*Устройства для спаривания и инкубации икры ракообразных.* Отобранных для размножения производителей (или отловленных из естественной среды) в хозяйствах содержат в отдельных «маточных» открытых или закрытых емкостях (пруды, бассейны и др.) или специальных устройствах (танки, баки, лотки и др.). При отборе необходимо учитывать сроки наступления половозрелости, размерно-весовые показатели производителей и зрелость их половых продуктов, сроки спаривания и потенциальные возможности производителей к спариванию (особенно самцов), сроки и период выхода икры на плеоподы самок, плодовитость, длительность инкубационного периода и величины потерь икры за этот период, сроки, интенсивность и периодичность выклева личинок, сроки нахождения личинок на самках и их линьки, а также время открепления личинок от самок и переход на самостоятельное питание.

У длиннопалых раков рода *Astacus*, обитающих в разных водоемах СССР, инкубационный период (период времени от момента выхода икры на плеоподы самки до момента выклева личинок из икры) составляет около 7 мес, а у длиннопалых раков Каховского водохранилища и Днестровского лимана — 3—4 мес. У раков рода *Procambarus*, обитающих в водоемах США, самки красного болотного рака (*P. clarkii*) вынашивают икру 14—21, а белого рака (*P. blandigii*) — 17—19 дней [111].

Т а б л и ц а 16. Составы витаминных премиксов (мг/кг сухого корма) в пище культивируемых креветок [166]

Компоненты	Номер премикса				
	1			1	
Витамин А, мкг/кг	—	40 000	6614	—	8818
Каротин	48	—	—	33	—
Витамин D, мкг/кг	24 000	2500	1323	20 000	2205
Витамин E, мкг/кг	110	275	295,4	362	8,3
Витамин K	20	25	3,54	33	1,15
Витамин C	20 000	4512	530	8220	—
Тиамин гидрохлорид	20	50	4,44	50	2,2
Витамин B <sub>2</sub>	40	400	31,5	164	4,4
Ниацин	200	750	109,5	658	33,1
Кальций пантоменат	300	500	101,7	247	8,1
Пиридоксин гидрохлорид	60	100	10,35	50	—
Фолиевая кислота	4	30	4,2	12	0,33
Витамин B <sub>12</sub>	0,4	0,1	0,04	0,3	0,01Г
Биотин	2	10	0,35	5	—
Холин хлорид	3000	2500	4002	6577	440,9
Инозит	2000	2000	552	3288	—
Пара-аминобензолная кислота	50	400	—	329	100

Примечание. Премиксы 1, 2, 4 использовались при культивировании креветок рода *Penaeus*; премикс 3 — *Palaeon*; премикс 5 — *Macrobrachium*.

Пенеидные креветки (сем. Penaeidae) икру выметывают в воду. В последние годы для стимулирования вымета икры у пенеидных креветок используют освещенность, многократно превышающую (иногда в 4000 раз) освещенность естественной среды креветок. Отмечено, что голубой и зеленый цвета являются более эффективным стимулятором по сравнению с другими цветами [205]. Отработанная во Франции промышленная методика проведения вымета икры пенеидных креветок основана на варьировании длительности светового дня. До наступления половозрелости креветок содержат при температуре воды 15 °С и световом дне продолжительностью 10 ч, а затем температуру воды повышают до 26 °С и увеличивают световой день до 16 ч, что приводит к вымету икры в воду. Влияние света и температуры воды на созревание половых продуктов наблюдается в жизненном цикле пенеидных креветок. Отмечено, начиная с месячного возраста, креветки *P. japonicus* зарываются в песок, следовательно, процессы метаболизма в дневное (световое) и ночное (темное) время у них протекают различно — резко снижаются днем и повышаются ночью. Регулируя длительность светового дня в искусственных условиях, вызывают вымет икры у пенеидных креветок в необходимое время [149]. Стимуляция вымета икры у *P. japonicus* можно также вызвать удалением глазных стебельков. Например, в Италии (1982 г.) при стимулировании созревания половых продуктов *P. japonicus* (привозной вид) за счет одностороннего удаления глазных стебельков и изменения параметров выростной среды удалось от 250 шт. икрыных самок получить 12 млн. шт. икринок [152].

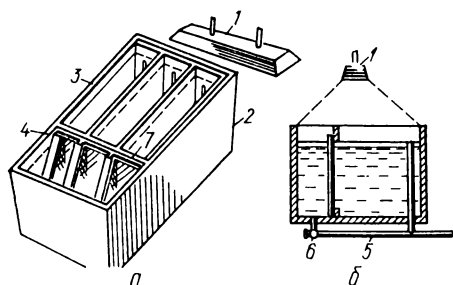


Рис. 50. Устройство для спаривания креветок [107]:

*a* — общий вид, *б* — вид устройства и труб для стока воды; 1 — источник света, 2 — основной танк, 3 — ячейка для самки, 4 — ячейка для самца, 5 — трубка, 6 — клапан, 7 — решетчатая перегородка

водной креветки *Palaemon pauceidens*: возбуждение и поиск самки; позиция «на спине» самки; копуляция. Самка *P. pauceidens* привлекает самцов только после особой «брачной» линьки [134].

Для икрыных самок длиннопалых и широкопалых раков (также крабов, омаров и др.) необходимы устройства, обеспечивающие сохранность икры на плеоподах самок, или устройства для инкубации икры, позволяющие увеличить выклев личинок по сравнению с выклом в естественных водоемах.

Устройство для спаривания креветок *Macrobrachium carcinus*, разработанное Д. Д. Деем и Р. С. Хиршманом [107], состоит из основного танка (площадь 3 м<sup>2</sup>, глубина 2 м) с отделениями для креветок и источника света (рис. 50). Танк разделен стенками на отдельные ячейки для самок и самца (соотношение ячеек для самок и самцов 3 : 1 или 5 : 1). Как только по изменению половых органов устанавливается, что самки готовы к спариванию, поднимают перегородку и дают возможность самцу проникнуть к самке. Самец удаляется из ячейки самки через 24 ч после спаривания. Через 3—4 дня хитиновый покров самки затвердевает и ее отсаживают в устройство, где произойдет выклев личинок [72].

Ответственным моментом в работе хозяйств, занятых выращиванием десятиногих ракообразных, является обеспечение их посадочным материалом. Икрыных самок собирают из естественных водоемов (мелкие и средние хозяйства), или инкубируют икру ракообразных в хозяйствах (крупные хозяйства). Для пенеидных креветок (сем. Penaeidae) не нужны инкубационные устройства, поскольку они откладывают яйца непосредственно в воду, инкубационные устройства используют для тех ракообразных (раки, омары, крабы), у которых икра находится на плеоподах длительное время. Инкубация икры таких ракообразных в хозяйствах осуществляется двумя способами: поддержанием икринок, снятых с плеоподов икрыных самок, в толще воды в специальных инкубационных аппаратах; выдерживанием икрыных самок в отдельных разделительных ячейках или камерах различных инкубационных устройств.

Спариваются десятиногие ракообразные, например креветки *Macrobrachium carcinus*, *M. rosenbergii* и др. (кроме сем. Penaeidae), после линьки (самки находятся без хитинового покрова), а раки *Astacus astacus*, *A. leptodactylus* — до линьки (самки с твердым хитиновым покровом). Поскольку линяющие особи могут быть съедены другими особями (даже при нормальном кормлении), производителей (самок) содержат в отдельных емкостях. Выделено три стадии ухаживания самцов пресноводной креветки

В промышленных хозяйствах получение личинок десятиногих ракообразных (за исключением креветок сем. *Penaeidae*) способом инкубации их икры в толще воды не нашло широкого применения. У десятиногих ракообразных с высокой плодовитостью (креветки) икринки значительно мельче. Снимать икру с плеопод самок, сортировать, отбраковывать и переносить в инкубационные аппараты приходится вручную. При этом часть икры травмируется и теряется. При инкубации икры необходимо постоянно отбирать погибшие икринки из толщи воды. Выклев личинок в аппаратах растянут и протекает неравномерно. Икринки постоянно перемешиваются потоком воды, поэтому приходится отбирать выклюнувшихся личинок и остатки «скорлупы» икринок. В промышленных хозяйствах, где снимают икру с десятков тысяч икряных самок и закладывают в аппараты сотни тысяч или миллионы икринок, инкубация икры в толще воды экономически невыгодна. Кроме того, для заготовки больших количеств икры приходится отбирать икряных самок определенных размеров из громадного числа производителей, выловленных в естественных водоемах или выращенных в хозяйствах. Для сбора икры белого днестровского рака (*Astacus leptodactylus*) целесообразно использовать икряных самок размером 11,1—15,0 см, у особой такого размера коэффициент сохранности плодовитости ( $K$  — отношение средней индивидуальной «рабочей» плодовитости к средней индивидуальной абсолютной плодовитости одноразмерных самок) 0,70—0,87, высокая выживаемость жизнестойких личинок от икры (59,3—78,3 %) и минимальный процент половозрелых самок, не участвующих в размножении (11,8—13,2) [64, 65].

Метод выдерживания икряных самок (икра на плеоподах самки) ракообразных в отдельных ячейках инкубационных устройств широко распространен во многих промышленных хозяйствах. Этот метод не нарушает естественного развития икры на плеоподах самки. Инкубационные аппараты могут быть соединены в блоки или комплексы, для их работы используют замкнутую систему водообмена. Продолжительность нахождения икряных самок в аппаратах зависит от культивируемого вида, сроков посадки самок, стадий созревания икры, кормления в случае необходимости (некоторые десятиногие ракообразные в этот период на питаются), условий среды в аппаратах.

При инкубировании икры широкопалых раков (*Astacus astacus*) химический состав воды был следующим: кислород ( $O_2$ ) — 9—12,  $Ca^{++}$  — 54 мг/л, рН — 7,2—7,4. Скорость водоподачи для икры была 0,6—0,7 л/мин, для выклюнувшихся личинок I стадии 0,5—0,6 л/мин. При таком водообмене икра равномерно перемешивалась в аппаратах, а личинки, сцепившись в комок, находились во взвешенном состоянии в нижней части инкубационных аппаратов [79]. Для получения жизнестойких личинок раков сем. *Astacidae* в искусственных условиях в хозяйствах используются инкубационные аппараты различных типов (рис. 51). Для инкубации икры в толще воды в основном используются аппараты (Вейса, Басса и Уайта и др.) в виде стеклянных или пластмассовых бутылей или цилиндрических сосудов с нижней водоподачей. По аналогии с аппаратом Вейса Я. М. Цукерзисом [79] было сконструировано устройство для инкубации икры раков, в нижней части

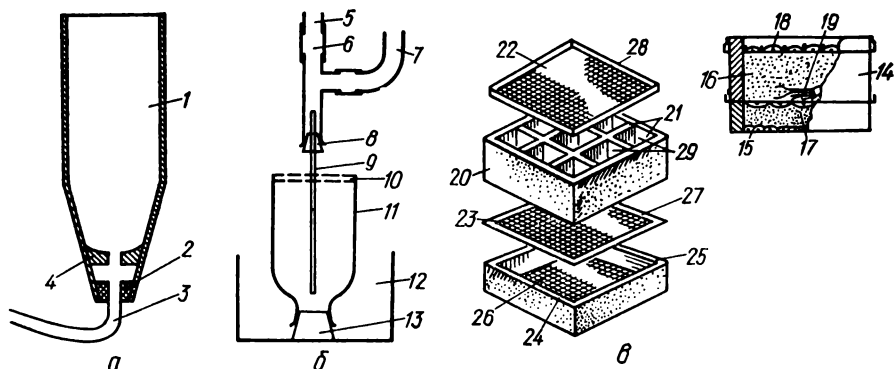
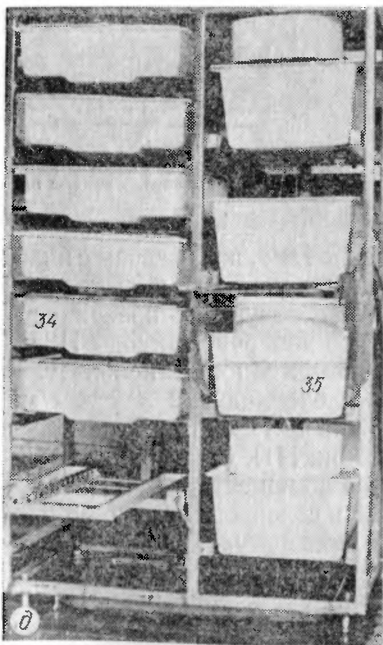
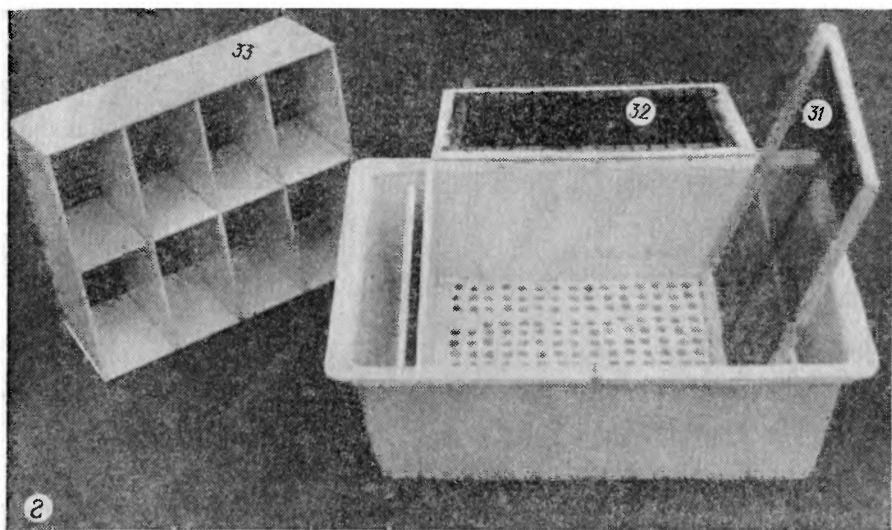


Рис. 51. Аппараты для инкубации икры раков [79, 168]:

*а* — Цукерзиса, *б* — Басса и Уайта, *в* — Олссона, *г, д* — УкрНИИРХ; 1 — бутылка, 2 — перегородка, 3 — водоподающий патрубок, 4 — перегородка с отверстием, 5 — трубка, 6 — шланг, 7 — водоподающая трубка, 8 — пробка, 9 — трубка диаметром 3 мм, 10 — мелкая ячейчатая сетка, 11 — бутылка, 12 — сливной желоб, 13 — пробка, 14 — сетчатое дно одной ячейки, 15 — дно одного коллектора, 16 — ячейка для икринной самки, 17 — коллектор, 18 — верхняя сетка одной ячейки, 19 — самка, 20 — рама для ячеек, 21 — перегородки, 22 — верхняя сетка (общая) для покрытия ячеек, 23 — сетчатое дно (общее) ячеек, 24 — сетчатое дно общего коллектора, 25 — коллекторная рама, 26 — общий коллектор, 27 — рама сетчатого дна (общего) ячеек, 28 — рама верхней сетки (общей), 29 — ряд ячеек, 30 — кювета с вертикальными перегородками и мембраной, 31 — личинкосборник, 32 — секционная рама; 33 — крышка, 34 — стеллаж с инкубаторами УкрНИИРХ, 35 — стеллаж с инкубаторами УкрНИИРХ увеличенной емкости

которого устанавливалась перегородка с вогнутой верхней поверхностью и отверстием для прохода воды, что позволило снизить воздействие потока воды на икринок и обеспечить их равномерное перемешивание во взвешенном состоянии (см. рис. 51, *а*).

Аппарат, разработанный К. Олссоном [168], предназначен для инкубации икры и выклева личинок раков рода *Pacifastacus* (и других ракообразных), широко применяется в промышленных хозяйствах. Он состоит из рамы с рядом перегородок, образующих равноразмерные ячейки, покрывающих ее рамных сеток, а также коллектора. Верхняя рамная сетка препятствует выходу икринных самок из ячеек; через рамные сетки, служащие дном, беспрепятственно проходят выклюнувшиеся личинки в коллектор. Коллектор для сбора личинок представляет собой рамную конструкцию, дно которой состоит из мелкаячейстой сетки (см. рис. 51, *в*). При промышленном выращивании раков инкубационные аппараты соединяют в вертикальные ряды, т. е. делают один общий коллектор. Такую конструкцию легко обслуживать, заменять отдельные аппараты, а также подключать весь инкубационный комплекс к рециркулирующей системе воды (см. рис. 51, *г, д*). В СССР разработан инкубатор для рачьей икры КрасНИИРХ (ИРИК), предназначенный для получения жизнестойких личинок длиннопалых раков рода *Astacus* [38] и состоящий из каркаса, в котором параллельными рядами в вертикальном положении расположены семь инкубационных лотков с ячейками. В каждом лотке находится 50 ячеек (150 × 50 × 45 мм каждая) для самок, размером до 150 мм. На дне каждой ячейки во всю длину имеется щель шириной 10 мм для прохода выклюнувшихся личинок. В крышках ячеек расположено по 15—20 отверс-



тий диаметром 8—10 мм для прохода воды. Инкубационный каркас, вмещающий 300—350 самок, выставляют в бассейн (15 м<sup>2</sup>), заполненный водой на 20 см выше верхнего лотка в каркасе (рис. 52). Выход личинок из икры в таком устройстве достигает 90—97 % [38]. Так, использование устройств для спаривания и инкубации икры десятиногих ракообразных в крупных промышленных хозяйствах — обязательный этап работы. В СССР такие аппараты пока находятся в эксперименте.

*Подращивание личинок до жизнестойкой молоди.* Наиболее ответственным моментом выращивания ракообразных (отряд Decapoda) является подращивание их личинок до жизнестойкой молоди, поскольку именно на ранних стадиях развития отход максимален. В промышленных хозяйствах личинок ракообразных выращивают до

последеличинок и ювенильных стадий, т. е. до получения жизнестойкой молоди, которую переносят затем в выростные устройства для товарного выращивания. В цилиндрических емкостях создаются вращательные потоки воды, поддерживающие организмы во взвешенном состоянии, что способствует равномерному распределению выращиваемых личинок и кормов в толще воды (рис. 53). В прямоугольных

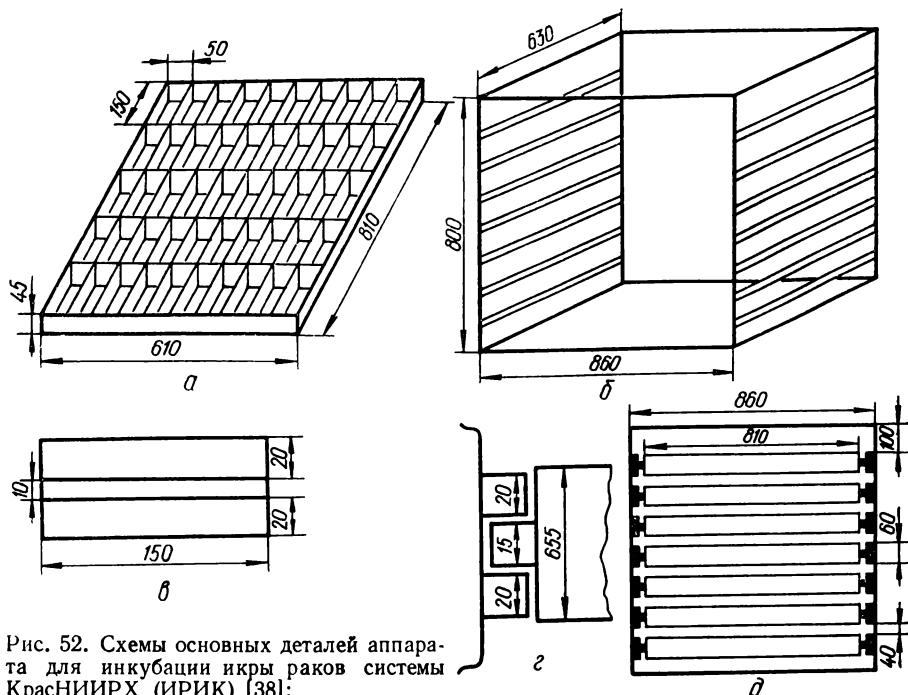


Рис. 52. Схемы основных деталей аппарата для инкубации икры раков системы КрасНИИРХ (ИРИК) [38]:

*а* — расположение ячеек в инкубационном лотке, *б* — дно ячейки, *в* — каркас для размещения лотков, *г* — крепление лотков в каркасе, *д* — их распределение в каркасе. Размеры даны в миллиметрах

емкостях предусматривается плоское наклонное дно, подача воды с нижней стороны емкости для создания придонного тока воды, эрлифт, расположенный с противоположной стороны и образующий поверхностный ток воды, фильтр или система фильтров для очистки воды [183].

В промышленных креветочных хозяйствах Японии используют целые системы прямоугольных личиночных бассейнов ( $2 \times 2 \times 1$  м,  $2 \times 6 \times 1$ ,  $10 \times 10 \times 2$  или  $6 \times 18 \times 0,6$  м и др.) из бетона или пластмассы, установленные в закрытых помещениях [41]. Самки гигантской креветки (*M. gosenbergii*) с созревшей икрой до момента выклева личинок содержат при  $28-30^\circ\text{C}$ ,  $\text{pH} = 7,5-8,0$  и солёности воды  $7-8\text{‰}$ , а выклюнувшихся личинок при той же температуре, но солёности воды  $12-14\text{‰}$ . По мере роста молоди солёность воды снижают и доводят до слабосоленой ( $2\text{‰}$ ) или пресной.

В промышленных хозяйствах Японии, занятых выращиванием креветки *P. japonicus* (сем. Penaeidae), плотность посадки личинок креветок на ранних стадиях развития рассчитывают из количества размножающихся самок, помещённых в выростные «нерестовые» емкости еще до выклева личинок.

После нереста самок убирают из нерестовых емкостей, концентрацию выклюнувшихся и подрастающих личинок рассчитывают объёмным методом (просчет личинок в небольшом объеме воды и пересчет

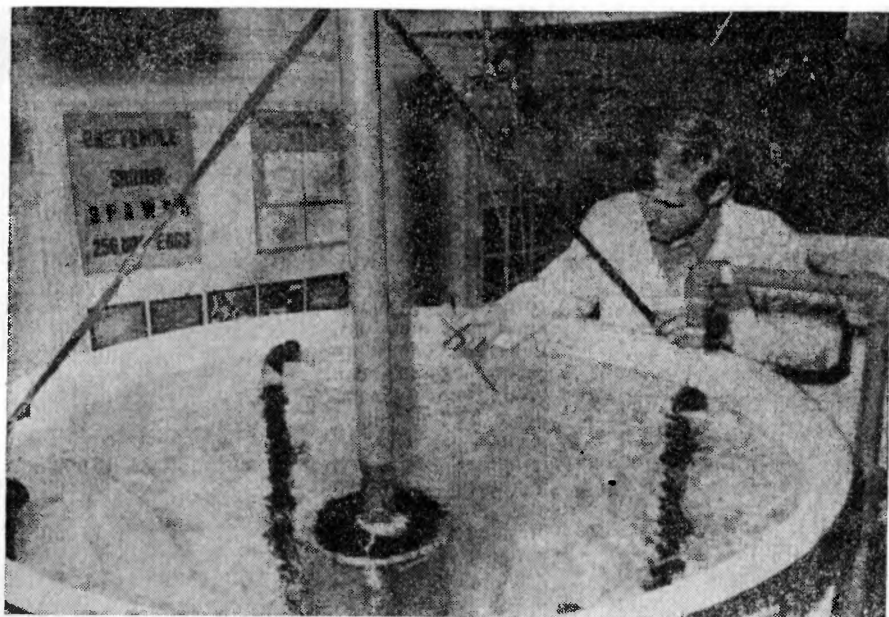


Рис. 53. Емкость для выращивания пенеидных креветок (от икринки до послеличинки) [165]

их на весь объем воды). Личинок подрощивают в тех емкостях, где они выклюнулись. Плотность личинок ракообразных по мере их метаморфоза в выростных емкостях убывает (за счет естественной смертности во время линек, каннибализма и др.).

Длительность метаморфоза личинок у многих видов ракообразных (отряд Decapoda) различна, поэтому величины плотностей личинок устанавливают для наиболее характерных стадий их развития: науплиус, зоэа, мизис, послеличинка и др. В табл. 17 помещены данные о числе линек пенеидных креветок на разных стадиях развития. Рационные кормления на различных стадиях метаморфоза личинок помещены в табл. 18.

Минеральные добавки в корме личинок играют важную роль, так как на ранних этапах развития личинки интенсивно линяют. Например,

Т а б л и ц а 17. Количество линек на основных стадиях метаморфоза пенеидных креветок [145]

Виды	Стадия				
	Науплиус	Протозоза	Зоэа	Мизис	Послеличинка
<i>Penaeus japonicus</i>	6		3	3	1
<i>P. duorarum</i>	5	3		3—4	1
<i>P. aztecus</i>	5	3		3	1

Т а б л и ц а 18. Некоторые характеристики процесса кормления креветок *P. japonicus* при массовом выращивании [173]

Стадия развития	Объем емкости, м <sup>3</sup>	Состав корма и способ его внесения	Количество	
			задаваемого корма	выращиваемых креветок, шт./м <sup>3</sup>
Науплиус (1—1 дня)	200—2500	Без кормления	—	20 000—30 000
Зоэа		Фитопланктон: Chaetoceros, Skeletonema, Nitzschia (подготовка за неделю до выклева личинок). Если солнечного света недостаточно, необходимо добавить дрожжи (внесение 1 раз в день)	100000 кл./мл	15 000—30 000
Мизис	Для самых крупных — 36×20×4	Артемия, 150—200 шт. в день на одну личинку	5 шт./см <sup>3</sup>	15 000—28 000
Послеличинка (ПЛ)	2500	В течение трех дней артемия — 1 раз в день, утром. Через 3 дня — размолотые створки гребешка, измельченная размороженная рыба; комбикорм		13 000
Послеличинка (ПЛ <sub>10</sub> — ПЛ <sub>20</sub> )	Пересадка в выростные емкости с помощью полиэтиленовых мешков Температура воды +2 °С	Кормление 1 раз в день		

личинки белого днестровского длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus*) в первое лето жизни линяют 7—8 раз, а половозрелые особи — 2 раза в год. Личинки *A. leptodactylus* в прудах (размером 0,01 га) Одесской обл. в среднем за 2 мес выросли до 4,2 см, массой 1,35 г. Кормили личинок дафниями, мелко нарубленной рыбой, естественной растительностью пруда, а также минеральными частичками со дна пруда. Начальная плотность посадки — 50 личинок на 1 м<sup>2</sup> дна пруда, выживаемость сеголетков — 80 %. Однако несмотря на успехи получения жизнестойких личинок в искусственных условиях — некоторых видов ракообразных (отряд Decapoda — лангусты, крабы и др.) — пользующихся большим спросом, товарное выращивание их в промышленных масштабах не производится.

Индийским исследователям удалось ускорить медленный рост лангустов *Panulirus homagus*, *P. ornatus*, *P. polyphagus*. Оказалось, что рост лангустов этих видов стимулируется при удалении глазных стебельков. Лангутов *P. homagus* удалось вырастить от ювенильной стадии (масса 84,5 г) до взрослых особей (масса 432 г) за 165 дней.

Полученные результаты оцениваются авторами, как значительный успех в биотехническом процессе выращивания лангустов [187]. В то же время удаление глазных стебельков у лангустов американского (*Panuligus argus*) и австралийского (*P. cygnus*) к заметному ускорению роста не приводило [187].

Разрабатываются методы культивирования камчатского краба (*P. camtschatica*). Процесс выращивания состоит из нескольких этапов [163].

1. Содержание икранных самок в емкостях (2,0 × 1,0 м) для выклева личинок.

2. Перенос выклюнувшихся личинок в выростные личиночные емкости (1,8 × 0,9 × 1,0 м) с ежедневной сменой воды при их выращивании в течение 30 дней и температуре воды 8 °С (оптимальная температура) до стадии зоэа IV. Корм — науплии артемий. При плотности посадки от 50 000 до 400 000 выживаемость личинок на стадии зоэа III — более 90 % начального количества. Высокую выживаемость (90 %) при большой плотности (400 000) получают за счет использования фототаксичности личинок крабов и науплиев артемий. В каждом углу выростной личиночной емкости устанавливаются лампы, которые включают поочередно через 7,5-минутные интервалы. Личинки, передвигаясь от одного освещенного места к другому, распределяются равномерно по всей емкости, что способствует более полному использованию корма.

3. Выращивание личинок на стадии зоэа IV в выростных личиночных емкостях при тех же условиях, что на стадии зоэа III и в садках (0,9 × 0,9 × 0,4 м), установленных в проточной воде. Кормят личинок бурыми водорослями (*Laminaria* sp.), мясом мелких двустворчатых моллюсков (класс *Bivalvia*), освобожденных от створок, и личинками артемий. Выживаемость личинок на стадии зоэа IV достигает 80 %.

4. Выращивание личинок на стадии послеличинки (глаукотэ) до жизнестойкой молоди в выростных емкостях (1,8 × 0,9 × 1,0 м) с песчаным дном (5—10 мм) и садках (0,9 × 0,9 × 0,4 м). Корм тот же, что и для личинок на стадии зоэа IV. Проявляется каннибализм. Трудно очищать емкости и садки от остатков корма и сброшенных панцирей.

5. Выращивание молоди (около 3 мм) в выростных емкостях (1,8 × 0,9 × 1,0 м) с песчаным дном (5—10 мм). Корм тот же, что и на стадии глаукотэ, но более крупных размеров. Наблюдается значительная гибель молоди.

Таким образом, выращивать личинок краба *P. camtschatica* до послеличинок (глаукотэ) возможно, но в дальнейшем происходит массовая гибель молоди (табл. 19), по-видимому, из-за болезней или паразитов.

В СССР начаты экспериментальные работы по отработке отдельных приемов культивирования камчатского краба (*P. camtschatica*). Предполагается получать молодь в искусственных условиях и подращивать ее в аквариумах до жизнестойких стадий, а затем выпускать в море для пополнения запасов естественных популяций крабов у советских берегов Дальнего Востока [40].

Т а б л и ц а 19. Выживаемость камчатского краба (*P. camtschatica*) с первой зоэальной стадии до жизнестойкой молоди [163]

Год	Количество зоэа	Выживаемость, %					
		З <sub>1</sub>	З <sub>2</sub>	З <sub>3</sub>	Г	М <sub>1</sub>	М <sub>2</sub>
1970	20 000	н. п.	—	0,4	0,2	0	0
1971	270 000	92	92	90,0	5,7	2,2	1,0
1972	20 000	—	92	85,0	0,4	0	0
1973	178 000	—	—	85,0	34,0	1,1	0,45
1974	1 800 000	—	92	90,0	90,0	0,5	0,1

П р и м е ч а н и е. З<sub>1</sub> — З<sub>4</sub> — 1—4 стадии личинки зоэа; Г — стадия глаукокоз; М<sub>1</sub>, М<sub>2</sub> — молодь; н. п. — не подсчитано; прочерк — выживаемость не анализировалась.

Болезни — основная причина массовой гибели ракообразных в хозяйствах. Заболевания носят бактериальный и грибковый характер, возникают как следствие нарушений оптимальных условий выращивания. При поражении грибом *Lagenidium* sp. личинок креветок *P. aztecus* на стадиях протозоэа происходит потеря подвижности из-за разрушений тканей тела. Летальный исход от заболевания достигает 12 % за 2—3 дня. На мизисных стадиях личинки креветки *P. aztecus* этого заболевания не наблюдается. Средства лечения и профилактики заболеваний личинок от грибка *Lagenidium* пока не разработаны [191]. Газовая, или «пузырьковая», болезнь широко распространена среди личинок многих культивируемых водных гидробионтов. Причину заболевания объясняют в первую очередь перенасыщением воды кислородом и азотом [150]. При заболевании газовой болезнью у личинок креветок *Penaeus californiensis* скапливаются пузырьки в жаберных полостях; личинки начинают беспорядочно и быстро плавать на поверхности воды в необычном положении. Отход среди пораженных личинок незначителен (1 %). При переносе в нормальную воду пузырьковая болезнь у личинок исчезала. Отмечено, что перенасыщение воды кислородом менее опасно, чем азотом [197].

При повышенных плотностях посадки на панцирях омаров часто наблюдаются трещины, в которые проникают микроорганизмы. Грамположительный кокк *Aerococcus viridans* (Var.) *homari*, проникая в тело омара через трещины в экзоскелете, развивается первоначально в гепатопанкреасе и в сердце, а затем в других органах. На течение болезни омаров влияет температура воды; применяемые защитные средства — бактерицидин, агглютинины, гемоциты оказываются неэффективными и наблюдается массовая гибель омаров [196]. Для профилактики заболевания личинок и молоди ракообразных и борьбы с болезнями используют различные антибиотики и химические препараты. Оптимальные дозы и эффективность их применения пока точно не установлены. Способом предотвращения заболеваний десятиногих ракообразных является соблюдение оптимальных плотностей посадки, параметров среды выращивания, рационов кормления и чистоты выростных емкостей.

Для получения жизнестойкой молоди ракообразных (отряд Decapoda) очень важно подобрать для дальнейшего подращивания одноразмерных особей, поскольку среди личинок и молоди ракообразных сильно развит каннибализм. Выращенных личинок сортируют несколькими способами: отбирают при прохождении через разноразмерные сита; применяют различные коллекторы, а также устройства, основанные на фототаксичности личинок. Способ отбора должен

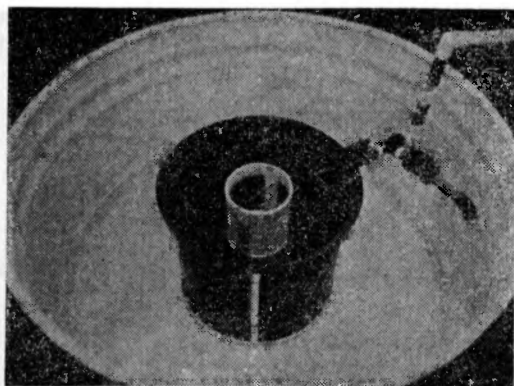


Рис. 54. Емкость для сортировки послеличинок *Macrobrachium rosenbergii* от личинок других стадий [190]

учитывать естественные биологические особенности личинок. Создано простое и удобное устройство для отделения послеличинок креветки *Macrobrachium rosenbergii* [190], состоящее из пластмассового цилиндра глубиной 46 и диаметром 117 см. Внутри устройства имеется наружная (светлая) и внутренняя (темная) емкости, в последней расположена водосточная труба (диаметр 1,3 см), соединенная с водным насосом. В ее нижней части расположены проходы (0,5 см) для послеличинок *M. rosenbergii*, защищенные 3-сантиметровым донным бортиком, обеспечивающим ток воды во внутреннюю емкость (рис. 54). Послеличкинам креветки свойственна положительная реотропическая реакция, поэтому когда в наружной емкости создается вращательный поток (за счет работы насоса), они начинают опускаться в нижние слои воды и проходят во внутреннюю емкость, где и собираются. Эффективность отсортировки послеличинок от других стадий личинок креветки *M. rosenbergii* в течение 1 ч работы составляет 92—94 %. Далее личинок креветки *M. rosenbergii* выращивали в 10 выростных личиночных танках (емкость) объемом 150—200 и 1000 л, которые были подключены к рециркулирующей системе воды. Характеристики среды: соленость воды 12—14 ‰, температура — 28—31 °С, рН — 7,6—8,2, O<sub>2</sub> — 0—18 мг/л, продолжительность освещения — 12,5—14 ч. Кормили личинок науплиями артемий, свежей или размороженной донной рыбой, причем количество рыбы в рационах менялось, а количество науплий оставалось постоянным. Выживаемость личинок 8—12 дням составила 85—95 %. Затем личинок перевели в пять 1000-литровых емкостей, в которых выращивали до 33—52 дней; на этом этапе культивирования отход увеличился до 83—46 % первоначального количества личинок, выживаемость снизилась до 27—54 %. Средняя выживаемость личинок за 40 дней выращивания в 150—200 и 1000-литровых емкостях составила 43 % при средней плотности размещения ювенильных особей — 40 шт./л. Выращивание 1000 ювенильных особей креветки *M. rosenbergii* при таких параметрах среды в

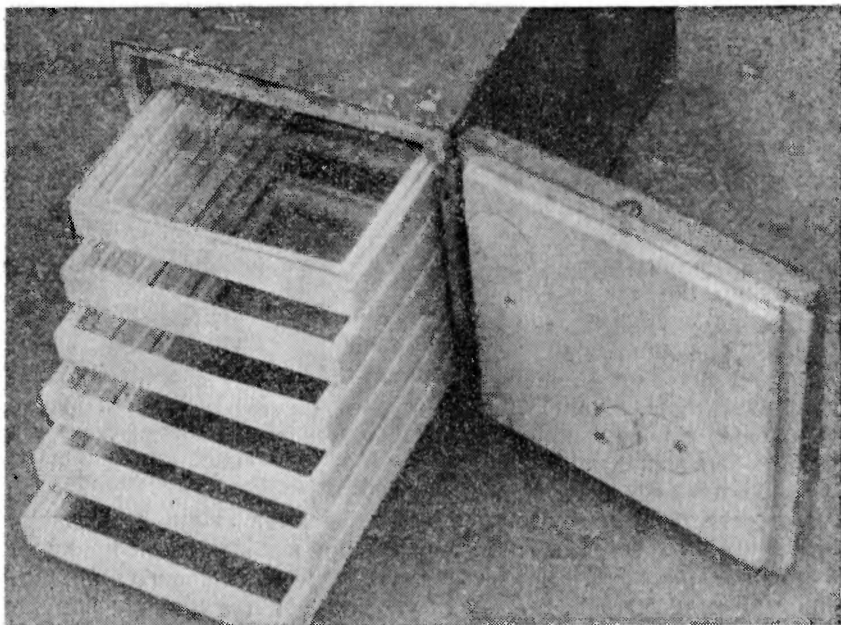


Рис. 55. Контейнер для транспортировки жизнестойких личинок рака

выростных емкостях обходится в 2,56 доллара. На выращивание 1000 ювенильных особей пошло 6,8 г науплиев артемий и 96,9 г рыбы. При товарном выращивании личинок до ювенильных особей в больших 3000-литровых выростных емкостях стоимость выращивания оказывается почти вдвое ниже, что вполне приемлемо для промышленных хозяйств.

В настоящее время все больше хозяйств выращивает личинок до стадии жизнестойкой молоди в искусственных условиях в закрытых помещениях с применением механизации. Развитие этой отрасли хозяйства сдерживается отсутствием достаточно дешевого корма и высокой стоимостью профилактических мероприятий.

*Подращивание жизнестойкой молоди.* Подращивание до товарных размеров — завершающий этап культивирования ракообразных (отряд Decapoda) в хозяйствах экстенсивного и интенсивного типов. Для промышленных хозяйств, занятых выращиванием товарных десятиногих ракообразных, оказалось более целесообразно получать жизнестойкую молодь в контролируемых условиях, чем вылавливать ее в естественных водоемах или покупать и транспортировать. Выбор транспортировочных устройств зависит от вида ракообразных, стадии развития, длительности и способа перевозки, количества молоди.

Для перевозки молоди креветок *P. japonicus* в промышленных хозяйствах Японии используют 20-литровые полиэтиленовые пакеты, содержащие в 6—8 л морской воды 5—10 тыс. креветок. Перед отправкой в пакеты с креветками подается воздух, насыщающий воду кис-

лородом, затем их завязывают и помещают в охлаждающие камеры [2].

Жизнестойких личинок американского рака (*Pacifastacus lenienculus*) транспортируют без воды в закрытых полиэтиленовых камерах, наполненных полиэтиленовыми стружками для снижения потерь от каннибализма [135]. Имеется опыт транспортировки личинок длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus*) в контейнерах-ящиках (0,6 × 0,4 × 0,4 м) с дверцей. Внутри ящика установлено шесть двухъярусных рамок для размещения жизнестойких личинок рака. В нижней части контейнера находится пакет со льдом для снижения температуры внутри контейнера до 5—7 °С. Емкость контейнера — 24 тыс. жизнестойких личинок (рис. 55). При транспортировке в течение 14—24 ч отхода личинок рака практически не наблюдается.

Молодь для дальнейшего подращивания до товарных размеров размещают в прудах, бассейнах или специальных устройствах. Выростные устройства для молоди омаров состоят из камер или ячеек. Клешни выклюнувшихся личинок после первых линек уже хорошо развиты, поэтому для предотвращения каннибализма молодь омаров выращивают раздельно.

Для ускорения подращивания молоди омаров или крабов в выростных устройствах используют рециркуляционные системы водообмена с предварительным подогревом воды или с применением термальных вод. На западном побережье США в Сан-Диего (Калифорния) при экспериментальном выращивании молоди омара *Homarus americanus* используют теплые воды от электростанции, которые позволили уменьшить время созревания икры омаров до 4—5 мес и подращивания молоди размером 5—6 см до товарных размеров (400—450 г) — до 10—14 мес [137]. Основная мера борьбы с каннибализмом в хозяйстве — перемешивание воды, способствующее равномерному распределению личинок. Кормили личинок *Artemia salina*. Отход личинок за 9—10

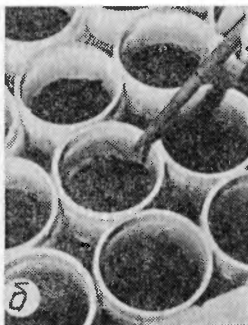
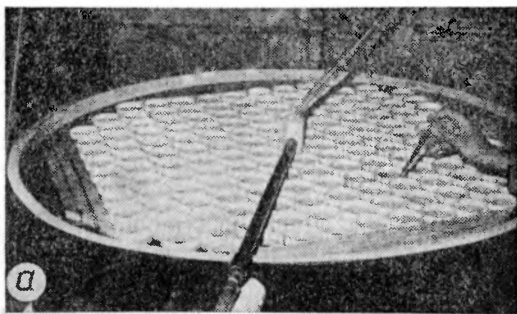


Рис. 56. Устройство для подращивания молоди омаров [137]:

а — внешний вид устройства, б — отдельные выростные ячейки устройства с молодыми омарами, в — омар, подращиваемый в устройстве, а затем выращиваемый в естественной морской воде без подогрева (возраст 1,5 года)

дней составил 30 %. После перехода к донному образу жизни (V стадия развития) молодь омаров на 4 мес помещали в бассейны, дно которых было засыпано устричными створками. Отход за время выращивания составлял 50 %. Когда молодь омаров достигла 5—6 см, ее рассаживали в выростные круглые устройства, состоящие из отдельных ячеек, в которых омары за 10—14 мес достигали товарных размеров. Отход при этом составил 35—40 % (рис. 56). Основными приемами при выращивании омаров *H. americanus* до товарных размеров остаются подбор кормов и оптимальных конструкций выростных емкостей, а также профилактика болезней.

Описано устройство, позволяющее содержать ювенильных особей омаров *H. americanus* до V стадии развития (длина карапакса 2,7 см) с использованием рециркуляционной системы водообмена и автоматической раздачей кормов [96, 185]. Каждого омара помещают в отдельную ячейку-капсулу, расположенную в кюветах, которые штабелируют в вертикальные секции, что позволяет значительно увеличить производительность установок (рис. 57).

Изучение способа раздельного выращивания молоди омаров *H. americanus* до товарных размеров позволило [153] разработать конструкцию промышленной фермы для выращивания омаров в естественной среде. Это помогло значительно уменьшить отход при подращивании, снизить себестоимость содержания и повысить темп роста омаров. Ферму устанавливают на дне моря, а молодь омаров выращивают в контейнерах, содержащих ряд клеток, разделенных на ячейки. В каждые четыре ячейки из

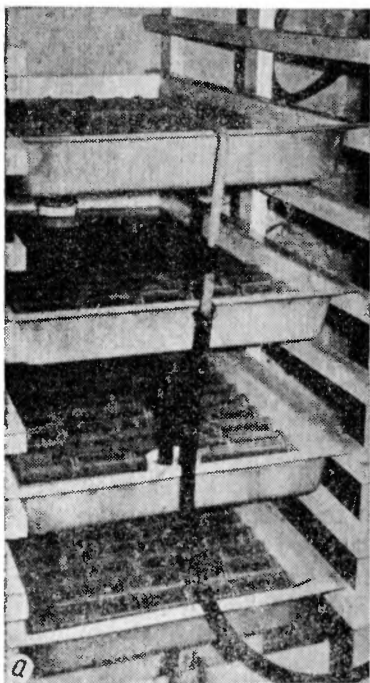
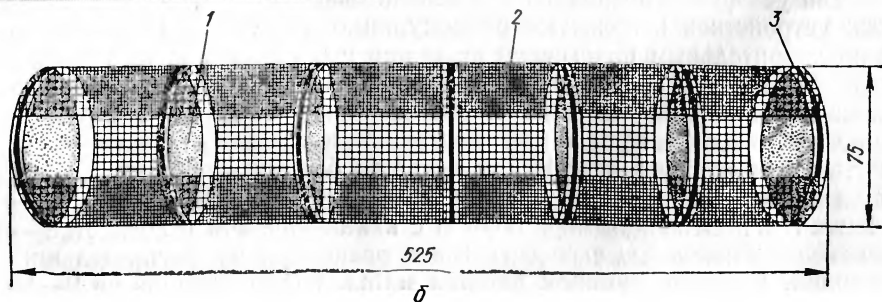


Рис. 57. Аппарат для подращивания молоди омаров, подключенный к рециркулирующей системе морской воды [96]:

а — схема капсулы с разделенными выростными ячейками, б — секция аппарата с рядом параллельных капсул; 1 — сетчатая перегородка, 2 — жесткая трубчатая сеть, 3 — резиновая прокладка



одного кормового контейнера периодически подается корм. Кроме того, конструкцией фермы предусматривается рыбыход с ловушкой для рыб, привлекаемых несъеденным омарами кормом.

Продолжительность выращивания товарных особей омаров в естественных водоемах занимает 5—8 лет (в зависимости от видов, условий среды, принятых товарных размеров), поэтому промышленное выращивание ориентируется на этот способ [153].

Молодь креветок и раков в промышленных хозяйствах выращивают в выростных прудах или бассейнах. В Японии при промышленном выращивании жизнестойкой молодежи креветок *P. japonicus* используют выростные пруды площадью 0,01—10 га в зависимости от типа и мощности хозяйств. Требования, предъявляемые к выростным прудам или бассейнам для выращивания молодежи креветок или раков, во многом подобны требованиям, предъявляемым к выростным рыбоводным прудам. В некоторых хозяйствах выростные пруды или бассейны расположены под открытым небом, поэтому молодежь креветок или раков выращивают в них в теплое время года. Для одногодичного выращивания креветок и раков в выростные пруды или бассейны высаживают подрощенную молодежь. При выращивании креветок *M. gosenbergii* в двух выростных прудах (размером 0,02 и 0,05 га) Южной Каролины (США) в течение весны и лета молодежь с исходной средней массой 0,4 г достигла средней массы 10,2 г за 4 мес при 59,3 %-ной выживаемости. Общая продуктивность большого пруда составила 663 кг/га; в меньшем пруде за 5 мес выращивания средняя масса креветок достигала 30,2 г при 68,3 %-ной выживаемости. Продуктивность пруда 1600 кг/га. Был сделан вывод, что при выращивании жизнестойкой молодежи *M. gosenbergii* в выростных прудах Южной Каролины в течение одного сезона (конец апреля — конец октября) целесообразно использовать молодежь креветок средней массой более 1 г, что через 5—6 мес выращивания позволяет получить среднюю продуктивность 1000—1500 кг товарных креветок с 1 га поверхности пруда [184]. В хозяйствах интенсивного типа жизнестойкую молодежь креветок подрощивают в бассейнах, при этом механизмируют раздачу кормов, чистку бассейнов, облов и другие процессы. Таким образом, значительно снижается себестоимость выращиваемой продукции. Строительство современных креветочных бассейнов возможно во всех пригодных для выращивания молодежи креветок районах, для чего достаточно возвести стены бассейнов, разравнять дно и застелить его водонепроницаемой полиэтиленовой пленкой, которую ежегодно заменяют новой и не чистят бассейны. На рис. 58 изображен бассейн для промышленного выращивания жизнестойкой молодежи креветки *P. japonicus*, сконструированный японскими исследователями Уно Киёсигэ и Хаси Такадзиро [31]. При выращивании молодежи на стенках прудов и бассейнов появляются различные виды морских моллюсков и других животных и бурно разрастаются «сорные» водоросли. Эти организмы, падая с) стенок, скапливаются на дне и засоряют песок.

Постоянный высокий шум (до 30 дБ с диапазоном частот от 25 до 400 Гц) оказывает отрицательное влияние на рост и развитие креветок *Crangon crangon*. Снижается скорость их роста, интенсивность

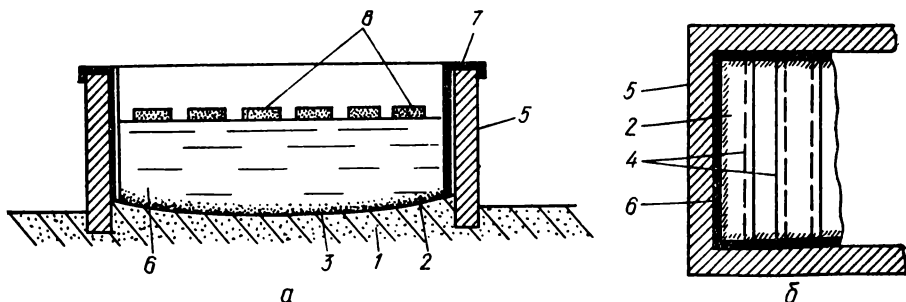


Рис. 58. Бассейн для выращивания креветок [31]:

а — схематический вид бассейна, б — схематическая часть дна бассейна; 1 — поверхность земли (дно бассейна), 2 — виниловая пленка, 3 — песок, 4 — места соединения пленки, 5 — железобетонная стенка бассейна, 6 — места соединения боковых стен бассейна и пленок для их покрытия, 7 — конец пленки, предназначенной для покрытия стен, 8 — мешки

размножения, потребление пищи и увеличивается агрессивность и каннибализм, следовательно, и отход выращиваемых креветок [148].

Оптимальная температура воды для систем выращивания креветок 26—29 °С. При 10 °С креветки прекращают питаться, а дальнейшее охлаждение воды вызывает их массовую гибель.

Уно Киёсигэ и Хаси Такадзиро снабдили бассейн приспособлениями, обеспечивающими хороший рост и выживаемость выращиваемой молоди креветок. Стены бассейна, вырытого на участке с песчаным дном (20 × 10 × 1,5 м), облицованы виниловой пленкой толщиной 0,02 мм. Дно также застелено полосами виниловой пленки шириной 3 м и толщиной 0,8 мм; в местах соединений два слоя пленки перекрыты на ширину 0,3 м и склеены. Места соединения бетонных стен и винилового покрытия промазаны смолой. Дно бассейна засыпано песком из расчета 0,015 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> поверхности дна (толщина слоя песка 1,5 см). Толщина слоя воды в бассейне 1,25 м. В 20 местах по дну проложены трубы для подачи воздуха (рис. 59). При понижении температуры воды в бассейне до 20 °С всю поверхность воды покрывают мешками квадратной формы (1 × 1 м). Мешок состоит из четырех квадратных отсеков (0,5 × 0,5 м), в которые наливают для устойчивости по 1 л воды и накачивают воздух, после чего плотно закрывают запорными кранами. Испытания эффективности этих мешков показали следующие результаты [31]:

Бассейн (20×10×1,5 м)	Температура воды, °С		
	начальная	через 12 ч	через 24 ч
С мешками	13,5	12,4	12,0
Без мешков	13,5	9,8	7,6

При выращивании жизнестойкой молоди *P. japonicus* (средняя начальная масса креветки 2,3 г, плотность посадки 150 шт./м<sup>2</sup> дна бассейна) в таком бассейне в течение 5 мес конечная средняя масса креветок составила 17,8, а плотность 134 шт./м<sup>2</sup> дна бассейна при выживаемости 90 %. Средняя температура воды в бассейне с июля по сентябрь колебалась от 20,3 до 29,5 °С. Воду в бассейне меняли ежедневно (1/5 часть общего объема). Песок на дне был «мягкий»; слой песка в

1,5 см оказался достаточным для «закапывания» креветок. Кормили креветок мясом моллюсков (петушок тапеса) и комбикормом. Всего было израсходовано 1824 кг (соотношение комбикорма к моллюскам 1,2 : 1). Конечная продуктивность бассейна (20 × 10 × 1,5 м) составила 2,39 кг/м<sup>2</sup> дна бассейна, или 23,9 т/га [31]. Такая продуктивность при выращивании креветок *P. japonicus* может быть достигнута немногими промышленными хозяйствами Японии (средняя продуктивность хозяйств 2—3 т/га), но она свидетельствует о потенциальных возможностях выращивания креветок интенсивными методами.

Креветок и раков можно выращивать в прудах в поликультуре с рыбой. При выращивании креветок *M. rosenbergii* в монокультуре возникает ряд биотехнических проблем: креветки обитают на дне, а в толще воды развиваются планктонные организмы. Самцы и самки растут неравномерно — до 50 % самцов не достигает товарной массы за 6 мес.

При выращивании креветок *M. rosenbergii* (5000 экз./га) с рыбами (каarp, белый амур, толстолобик) «цветение» воды не наблюдается, улучшается кислородный режим прудов. Около 90 % креветок достигает товарного размера за 130 дней при выживаемости 43—96 % и продуктивности пруда от 96 до 312 кг/га креветок (за счет естественной кормовой базы) [98].

Оптимальная плотность посадки для молоди креветки *M. rosenbergii* массой в 1—2 г в выростные пруды составляет в поликультуре с рыбой 5000—15 000, в монокультуре — 15 000—30 000 шт./га. Плотность посадки молоди креветок *M. rosenbergii* в прудах многих стран Юго-Восточной Азии традиционно ниже, чем в странах Северной Америки, так как в выростные пруды хозяйств Юго-Восточной Азии вносят меньшее количество кормов [120, 151]. В бассейнах с рециркуляционной системой водообмена выращивают до 300 экз./м<sup>2</sup> дна бассейна [164]. При выращивании молоди пенеидных креветок (сем. Penaeidae) массой 0,1—0,2 г плотность посадки в бассейнах с рециркуляционной системой водообмена 20—170 экз./м<sup>2</sup> (2—17 · 10<sup>5</sup> шт./га) [128]. Если же эти креветки служат лишь дополнительным объектом при выращивании рыб, то плотность посадки значительно меньше. При выращивании трех видов морских рыб (*Tilapia mossambica*, *Chanos chanos*, *Signanus vermiculatus*) в поликультуре с пенеидными креветками (*Penaeus japonicus*, *P. monodon*, *P. merguensis*) в выростном пруду размером 0,2 га в течение 55—82 дней лучшие результаты по выращиванию получены для *P. monodon* (рис. 59). Выращивать последних продуктивно потому, что они питаются дном, когда происходит кормление рыб [122].

При выращивании с хищными рыбами молоди раков сем. Astacidae используют годовиков раков, поскольку личинки и сеголетки сами служат кормом для рыб. Имеется опыт совместного выращивания личинок карпа или буффало с личинками раков *A. leptodactylus* в прудах Ростовской обл.; получено (кг/га) сеголетков карпа — 484,5, буффало — 923, раков — 76. Личинок раков необходимо отсаживать в пруды на 7—10 дней раньше, чем личинок рыб [80].

Совместное выращивание годовиков дунайского длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus*) с растительноядными рыбами в прудах (0,1—

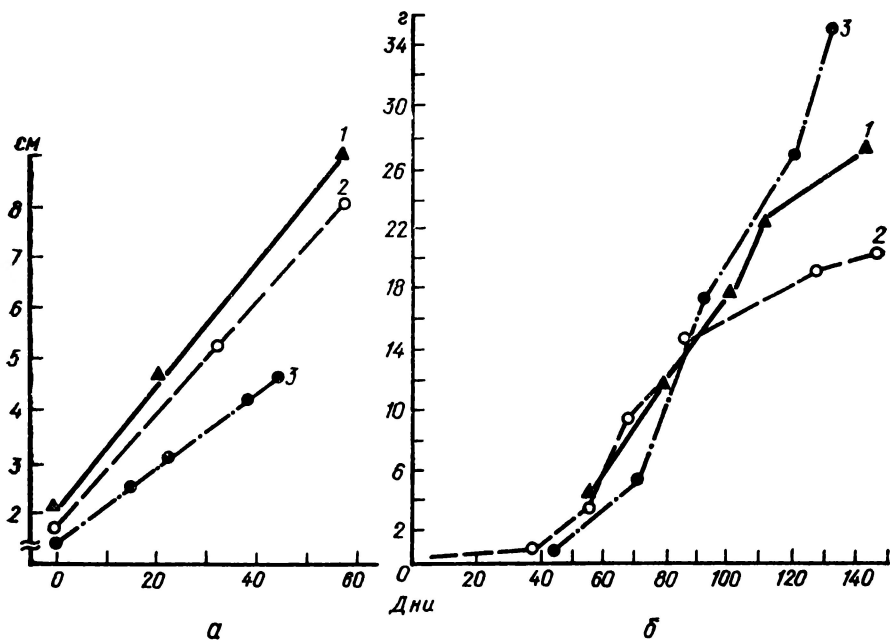


Рис. 59. Изменения длины — (а) и массы (б) культивируемых креветок [122]:  
 1 — *Penaeus monodon*, 2 — *P. merguensis*, 3 — *P. japonicus*

0,2 га) в Одесской обл. также дало хорошие результаты [6]. Выживаемость годовиков рака за 5 мес выращивания в прудах составила 80 %, а сами раки к концу второго года (1 +) достигли средней длины 10,6 см и массы 29,6 г (рис. 60). Молодь ракообразных (отряд Decapoda) можно также выращивать в естественных условиях на литорали. Ювенильных креветок *P. japonicus* размером более 10 мм в течение многих лет выращивают в Японии на мелководных участках закрытых бухт и

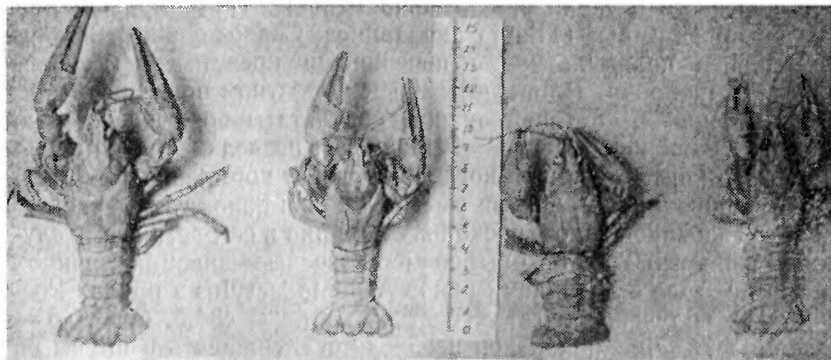


Рис. 60. Двухлетки красного дунайского рака *Astacus (Pontastacus) leptodactylus eichwaldi natio dunajicus* Brodsky, 1967, выросшие в прудах южной зоны Украинской ССР (Придунайские озера)

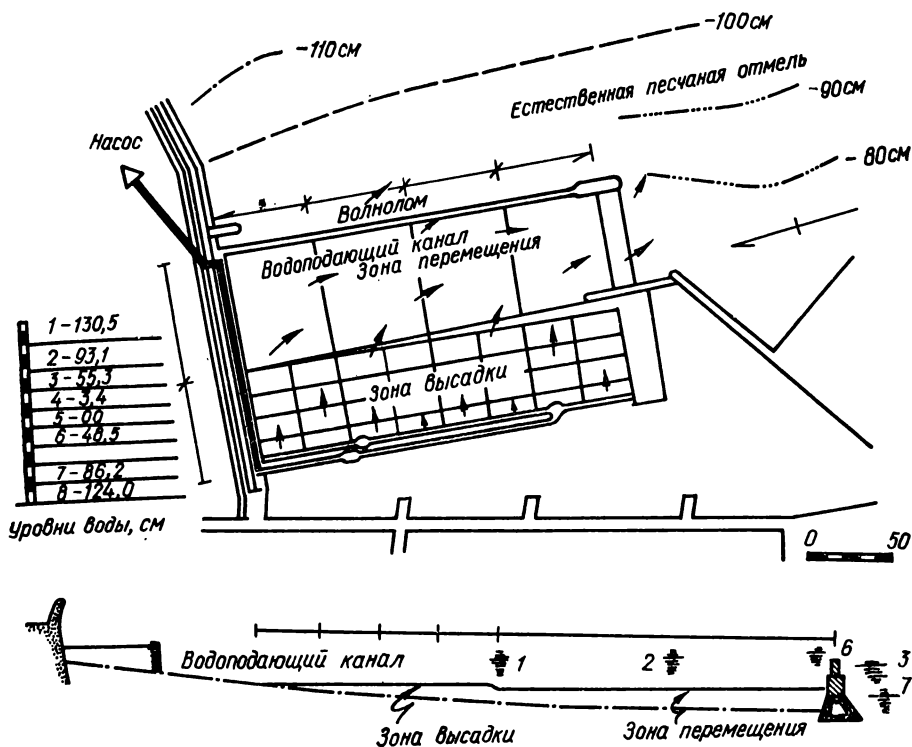


Рис. 61. Схема искусственной литорали для выпуска японских креветок на выращивание в море [146]

заливов. В нескольких бухтах Внутреннего Японского моря были созданы искусственные литорали, защищенные от хищных беспозвоночных (рак-отшельник — *Pagurus dubius*, брюхоногий моллюск — *Niotha livescens*) и рыб (бычок — *Gobius gymnauchen* и др.), на которых креветки достигали товарных размеров (25—30 г). Искусственная литораль состоит из зон высадки креветок и зоны перемещения креветок в естественную литораль. Зона высадки креветок занимает площадь 1 га (50 × 200 м) при среднем уровне квадратурного прилива (55,3 см) и имеет наклон к зоне перемещения креветок. Последняя разделена на 32 прямоугольных блока (12,5 × 25,0 м) бетонными перегородками, установленными на грунт и выступающими над ним на 5 см. Зона перемещения креветок (1,4 га — 70 × 200 м) примыкает к естественным песчаным отмелям, находящимся в приливно-отливной зоне (рис. 61). При незначительных приливах воду в зоны подают насосами. Оптимальная плотность посадки молоди креветок в зоне высадки — 1 млн. экз. (100 шт./м<sup>2</sup> площади искусственной литорали). Креветки, достигшие 25—30 мм, передвигаются в зону перемещения, а затем на естественные песчаные отмели через 2—3 недели после высадки [146]. Естественная литораль лежит между средним уровнем моря и средним уровнем квадратурного прилива; содержание ила в донных осадках менее

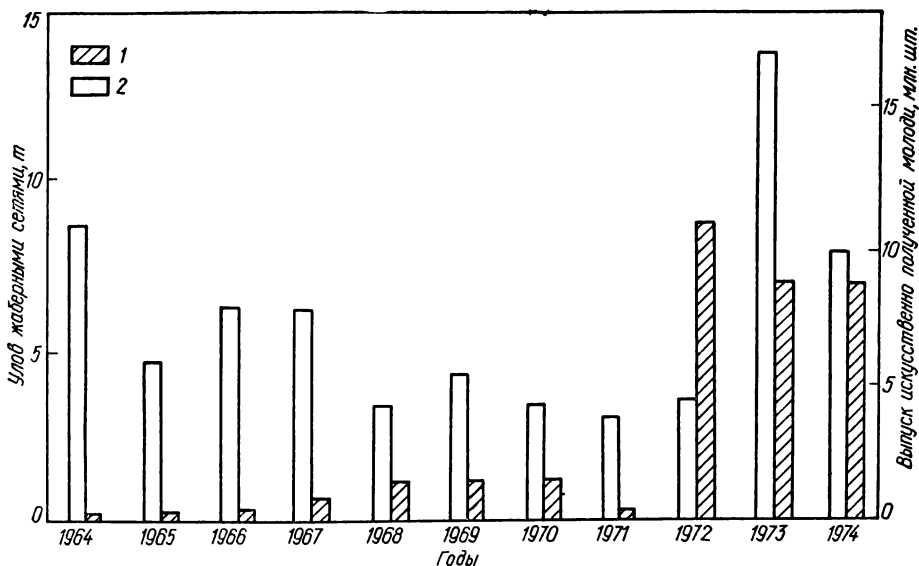


Рис. 62. Диаграмма высадки (1) и улова (2) пенеидных креветок в заливе Охми (Япония) [146]

5 %; средний диаметр песчаных частиц дна более 0,5 мм; детрит заселен полихетами и диатомовыми водорослями. Скорость течения воды у дна в зоне литорали менее 1 км/ч. На выживаемость креветок на естественной литорали влияют «пористость» песчаного дна (более 35 %), жесткость песка и содержание органических веществ (менее 2 мг/г). После «рассеивания» креветок с искусственной литорали на естественную на последней остается 80—90 %. Через месяц обитания креветок на естественной литорали количество животных снижается до нескольких экземпляров на 1 м<sup>2</sup> дна литорали. Если же просто выпустить жизнестойкую молодь креветок на естественную литораль, то величины ее «рассеивания» зависят от уровней приливов в местах посадки [146]:

Отметка выше нулевого уровня, см	Плотность посадки креветок, шт./м <sup>2</sup>	
	начальная	через 24 ч после высадки
228—235	64	43
	68	47
138—193	52	5
	37	10
114—135	53	1
	44	9

Достоверных данных о влиянии выпуска жизнестойкой молоди креветок *P. japonicus* на последующий улов товарных особей нет. После высадки молоди креветок в мае — июне она появляется в уловах (жаберной сетью) в sublиторальных зонах заливов с конца августа по конец ноября. Длина подросших креветок достигает 11—13 см. С пони-

жением температуры воды они перемещаются в открытое море. После второго выпуска креветок в августе — октябре они встречаются в уловах с конца мая до начала августа следующего года, в период размножения. Проявляется некоторая зависимость между величинами выпуска молоди креветок и выловом товарных особей (рис. 62). В заливах, где искусственную молодь не высаживали, также наблюдаются колебания промысловых уловов. По предварительным подсчетам, доход от каждой креветки, высаженной из хозяйства в Сайджо на естественную литораль, составил 5 иен в уловах жаберными сетями и 20 иен в траловых уловах.

Этот способ выращивания креветок из-за ряда нерешенных проблем развивается недостаточно интенсивно: трудно оценить обеспеченность кормом выращиваемой молоди на естественной литорали, предотвратить развитие крупных морских водорослей (например, *Ulva* и др.) [146]. Доля креветок, выращенных таким способом, пока меньше, чем выращенных в прудах и бассейнах.

Японский опыт расселения креветок на литорали находит распространение и в Италии, где разворачивается промышленное выращивание *P. japonicus*. В 1981 г. в лагуну Лазино было выпущено 36 000 шт. послеличинок креветок. Вылов товарных креветок составил 215 кг (коэффициент возврата 23,6 %). В 1982 г. на одном из участков лагуны Лазино (Градо) выпустили 400 000 шт. послеличинок и 100 000 шт. 22-дневных послеличинок. Общий вылов товарных креветок составил 5 т [152].

В настоящее время в Японии существует новый, третий тип хозяйств — полуинтенсивный, предусматривающий использование естественных вод для выращивания креветок, но исключающий возможность управления выращиванием, с низкой продуктивностью (табл. 20).

Т а б л и ц а 20. Характеристика типов хозяйств, занимающихся культивированием креветок *Penaeus japonicus* в Японии [127] \*

Район, тип хозяйства	Тип пруда	Площадь пруда, га	Водный обмен, рас-ход/день	Продуктив-ность хозяй-ства, г/м <sup>2</sup>	Кормовой коэффициент	Тип куль-тивирова-ния кре-ветки
Внутреннее Японское море	Преобразованный из соленых полей					
А		1—5	0,25	250—300	10—14	Экстен-сивный
Б		0,5—1	0,5	500—600	10—14	
Амакуса	Пространство, огражденное дамбой и сетями					Полуин-тенсив-ный
В		0,5—1	0,9	250—300	12—15	
Кагосима	Бассейны на грунте с цирку-ляционной водо-подачей					Интен-сивный
Г		0,1	2,0	1800—2000	20—22 **	
Д		0,1	4,0	2700—3000	17—20 **	

\* Для составления таблицы кормовой коэффициент сухого корма был уменьшен на 6, чтобы получить реальный кормовой эквивалент.

\*\* Использованы только сухие корма.

Экстенсивные и полуинтенсивные хозяйства (фермы) во Внутреннем Японском море и в районе Амакуса дают относительно высокую выработку продукции креветок на 1 человека в год (1472—3214 кг), но низкую — с единицы выростной площади (0,25—0,60 кг/м<sup>2</sup>). Однако они оказываются экономически выгодными. Хозяйства интенсивного типа, расположенные в районе Кагосима, оказались экономически невыгодными, хотя продукция на 1 человека в год (2020—4387 кг) и продуктивность хозяйств (1,8—3,0 кг/м<sup>2</sup>) значительно выше, чем в хозяйствах экстенсивного и полуинтенсивного типов. Основной путь повышения рентабельности хозяйств — повышение коэффициента использования кормов [127]. Таким образом, следует отметить, что товарное выращивание жизнестойкой молоди десятиногих ракообразных в промышленных хозяйствах многих стран широко распространилось. Наиболее успешно выращиваются креветки, раки и омары (частично). Лангустов и крабов практически в промышленных хозяйствах не выращивают. Трудности при организации и расширении этой отрасли морского хозяйства общие для многих стран и географических зон: подбор кормов, борьба с паразитами и болезнями, создание замкнутых систем водоснабжения.

## САНИТАРНО-БАКТЕРИАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ ЗА ВЫРАЩИВАНИЕМ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ И ОРГАНИЗАЦИЯ ХОЗЯЙСТВ

---

Санитарно-бактериальный контроль и очистка моллюсков — важнейший этап биотехнического процесса культивирования. В Испании, Японии, США, Франции, Голландии существуют промышленные заводы по очистке моллюсков, так как животные-фильтраторы могут аккумулировать токсические вещества. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) совместно с ФАО разработали совместную программу исследований и контроля за загрязнением пищевых продуктов химическими и биологическими веществами. Было решено контролировать содержание в тканях водных беспозвоночных следующих агентов: кадмия, вирусов, ядов парализующего действия, *Vibrio parahaemolyticus*, а кроме того, кобальта, ртути и эфиров фталиевой кислоты [12]. При условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим стандартам, моллюски могут быть переносчиками эпидемических заболеваний, тифа или вирусного инфекционного гепатита. В связи с этим обязательна оценка среды их обитания, химический и бактериологический контроль мяса моллюсков. Микрофлору среды обитания моллюсков можно разделить на собственную и вносимую. Собственная микрофлора обусловлена естественными экологическими условиями среды, а вносимая — сточными и промышленными загрязнениями [12].

В зависимости от уровня загрязненности районы выращивания можно разделить на пригодные, условно пригодные, с ограниченным применением, непригодные. Качество воды может быть установлено анализами самой воды или выращиваемых моллюсков, а также сочетаниями двух оценок, например, коли-титр в фекальных загрязнениях с общим количеством колиформ или бактерий группы коли (*Bacterium coli*). В США пригодным для выращивания моллюсков считается тот район, в водах которого общее количество колиформ не превышает 70 на 100 мл воды и не более 10 % проб с превышением наиболее вероятного числа (230) колиформ на 100 мл воды; количество фекальных колиформ не должно превышать 14 кл. в 100 мл воды, а в районе с ограниченным применением выращивания моллюсков — соответственно 700 общих колиформ из наиболее вероятного числа (2300) колиформ на 100 мл воды [114]. Однако оценок титра общих и фекальных колиформ для оценки пригодности района для выращивания моллюсков недостаточно. Необходимы еще оценки загрязненности другими патогенными микроорганизмами и вирусами, промышленными или сточными водами. Например, по наличию бактерий группы *Escherichia coli* в воде

Т а б л и ц а 21. Количественный состав гетеротрофных бактерий в морской воде (%) [94]

Род	Залив Комагава	Северное море	Гус Григ	Пролив Лонг-Айленд
Vibrio	37,3	5,5	—	4,9
Pseudomonas	29,8	10,0	8,7	40,6
Achromobacter	21,3	22,0	47,8	28,6
Aeromonas	0,4	—	—	—
Photobacter	0,4	—	—	—
Flavobacter	5,5	7,5	39,2	23,1
Bacillus	0,4	—	—	0,1
Micrococcus	0,4	31,0	—	0,3
Corineform	2,3	12,0	—	—
Rhodospizielum	—	—	4,3	—
Missellaneous	2,3	12,0	—	1,6

(на 1 л) можно разделить водоемы на хорошие (нет бактерий *E. coli*), приемлемые (1—600 кл. *E. coli*), сомнительные (601—1200 кл. *E. coli*), неблагоприятные (более 1200 кл. *E. coli*) [14]. Микрофлора моллюсков, выращиваемых в различных географических зонах, различается незначительно, изменяется лишь соотношение форм (табл. 21). Патогенные микроорганизмы в морской среде выживают плохо. Так, например, при исследовании воды в устье реки Орей (Морбиан, Франция) на протяжении 13 км от порта Орей (основной источник загрязнения) до устья реки было установлено, что на расстоянии 1,7 км от порта 84,7 % всего количества бактерий группы кишечной палочки исчезают. Количество бактерий группы кишечной палочки различных видов изменяется неравномерно: вначале преобладают *Escherichia coli*, *Paracoli coliforma*, очень быстро исчезают *Citrobacter*, *E. intermedium* и *Сloаса*, что указывает на то, что основными формами загрязнения воды являются *E. coli* и *P. coliforma* [159].

Для некоторых широко культивируемых моллюсков — *Ostrea edulis*, *Crassostrea angulata* — статистически подтверждена зависимость между концентрацией *E. coli* и содержанием их в морской воде [204]. Бактериологический анализ двустворчатых моллюсков может дополнять оценки санитарного состояния района культивирования, так как моллюски способны концентрировать в своих тканях индикаторные и патогенные микроорганизмы и вирусы в количествах, значительно превышающих их содержание в воде. Микрофлора различных видов моллюсков, выловленных в одном районе, различается незначительно и представлена в основном бактериями, широко распространенными в морской среде [74]. В моллюсках, выращиваемых вблизи стока промышленных и бытовых вод, могут присутствовать почвенные бактерии, определенное количество аэробных спорообразующих бацилл рода *Bacillus*, а также различные представители сем. *Enterobacteriaceae*. Например, у мидий *Mytilus galloprovincialis*, обитающих в районе Одессы, в северо-западной части Черного моря, обнаружены бактерии из родов *Bacterium*, *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Chromobacterium*, *Acinetobacter*, *Mycobacterium*, *Pseudobacterium* [74]. Применение

специальных сред другого состава позволило выявить в черноморских мидиях *M. gallorprovincialis* и устрицах *O. edulis*, обитающих в тех же районах, значительное количество бактерий рода *Vibrio* [15]. Соотношение численности бактерий различного рода в моллюсках во многом зависит и от их вида (табл. 22). Наибольшее количество микроорганизмов у моллюсков обнаруживается в содержимом желудков, мантийной полости, жабрах, что связано с особенностями их питания и дыхания. Микробиологический критерий — один из важнейших показателей при определении пригодности моллюсков в пищу, поэтому в США, Англии, Японии и других странах существуют бактериологические стандарты не только для водных акваторий, но и для выращиваемых в них моллюсков. Однако в настоящее время единые стандарты допустимых количеств санитарно-показательных микроорганизмов в тканях моллюсков не разработаны и во многих случаях стандарты основаны на определении количеств колиформных бактерий. Например, чистыми считаются моллюски, в которых либо совсем нет *E. coli*, либо на 100 мл смеси воды и тела моллюсков их находится не более 78 кл. *E. coli*. Наличие 230 кл. *E. coli* в 100 мл смеси воды и тела моллюсков считается предельным [90, 91]. В другом случае, чистыми считаются моллюски, когда на 1 г смеси воды, содержащейся в мантийной полости моллюска и его тела, приходится менее 1 кл. *E. coli* и одного стрептококка [93].

В СССР разработаны технические условия для устриц (ТУ 15—04—352—80, введенные с 01.12.1980 г. до 1990 г. вместо ТУ 15—04—352—74) и мидий (ТУ 15—04—354—80, введенные с 01.12.1980 г. до 1990 г. вместо ТУ 15—04—354—74), выловленных из естественных водоемов, в которых предусматривается содержание 5 кл. бактерий коли в 1 мл ткани моллюсков [52]. Моллюжки (мидии, устрицы), направляемые для реализации в живом виде, должны соответствовать требованиям, приведенным в табл. 23, а используемые для приготовления консервов или термически обработанных кулинарных изделий, не должны содержать более 5 кл. бактерий группы кишечной палочки (БГКП) в 1 см<sup>3</sup> гомогената моллюсков [16].

Употребление в пищу моллюсков из загрязненных районов моря без предварительной очистки может вызвать даже отравления. В мол-

Т а б л и ц а 22. Бактерии (%), встречающиеся у устриц *Crassostrea virginica* [200]

Таксономическая группа	Чесапикский залив		Пролив Лонг-Айленд (личинки на коллекторах)
	Мелководье	Восточная часть	
<i>Vibrio</i>	46	20	19
<i>Pseudomonas</i> sp.	22	9	49
<i>Achromobacter</i> sp.	13	17	8
<i>Corynebacterium</i> sp.	5	7	—
<i>Cytophaga Flavobacterium</i> sp.	3	30	15
<i>Micrococcus Bacillus</i>	—	6	8
Enterics	7	3	—
Другие	3	8	2

**Т а б л и ц а 23. Микробиологический контроль мидий и устриц, направляемых для реализации в живом виде [16]**

Показатель	Допустимый показатель	Периодичность контроля
Общая бактериальная обсемененность	Не более $2 \times 10^4$ в $1 \text{ см}^3$	Постоянно
Бактерии группы кишечной палочки	Отсутствие в $1 \text{ см}^3$	»
Сальмонеллы	Отсутствие в $25 \text{ см}^3$	Периодически *
Парагемолитические вибрионы	Отсутствие в $25 \text{ см}^3$	»

\* Анализ на сальмонеллы и другую патогенную микрофлору производится по эпидемиологическим показаниям по требованию органов санназора в указанных ими лабораториях

люсках могут встречаться патогенные для человека микроорганизмы, являющиеся частью аутохтонной морской микрофлоры, например галофильные парагемолитические вибрионы (*Vibrio parahaemolyticus*), обнаруженные в морской среде и гидробионтах прибрежных зон многих стран [15]. Заболевания, связанные с водными беспозвоночными (в первую очередь моллюсками), можно условно разделить на две группы: болезни, поражающие главным образом потребителя, и профессиональные болезни работающих с беспозвоночными. К болезням, поражающим потребителя, относятся бактериальные токсикоинфекции (сальмонеллез, брюшной тиф, паратиф, шигеллез, инфекция, вызванная *Vibrio parahaemolyticus*); интоксикации (ботулизм, стафилококковые пищевые отравления); интравитальные токсикоинфекции (холера, пищевые отравления, вызванные *Clostridium perfringens*); паразитарные (дифиллоботриоз, анизактоз, парагонимоз) и вирусные (инфекционный гепатит) инфекции; отравления химическими ядами (ртутное отравление, болезнь Минамата); интоксикации, вызванные биотоксинами (яд беспозвоночных паралитического действия); аллергические реакции, вызванные потреблением водных беспозвоночных; заболевания неустановленной этиологии. К профессиональным заболеваниям можно отнести вторичные бактериальные инфекционные болезни кожи, развитие которых в значительной мере обусловлено механическими травмами (стрептококковые и стафилококковые инфекции, рожистые воспаления); аллергические реакции, вызванные контактами с беспозвоночными или с машинами их обрабатывающими; случайные заболевания, возникающие на производстве (лептоспироз, шистоматоз, конъюнктивит). В настоящее время особое беспокойство вызывают ртутные отравления. Беспозвоночные — скоропортящиеся продукты, требующие оперативной обработки [12]. Особенно опасно употреблять загрязненных моллюсков в сыром виде, поскольку они аккумулируют значительные количества патогенных микроорганизмов или химических загрязнений (от 2 до 27 раз больше, чем в естественной среде). С 1920 по 1934 г. употребление загрязненных моллюсков вызвало в мире около 100 тыс. случаев заболеваний людей, из которых 25 тыс. погибли [90, 91, 188]. Накопление тяжелых металлов, радиоактивных элементов, пестицидов, минеральных масел и многих других загрязнений в тканях и органах моллюсков оказывает отрицательное воздействие на ка-

чество пищевой продукции из них, приводит к гибели самих моллюсков [195]. В доступной нам научной литературе описаны массовые гибели моллюсков естественных популяций, случаи, вызванные самыми различными причинами, в том числе загрязнениями, а также действиями грибов и гаплоспоридий (табл. 24).

Проще всего было бы культивировать моллюсков в промышленных количествах в незагрязненных участках водоемов, но возможности для этого сокращаются. В основном моллюсков выращивают в прибрежных районах, а для очистки их стараются использовать переселение на период подготовки к реализации в незагрязненные районы или выдерживание в бассейнах, специальных емкостях с водой, стерилизованной фильтрованием, ультрафиолетом или другими методами [131].

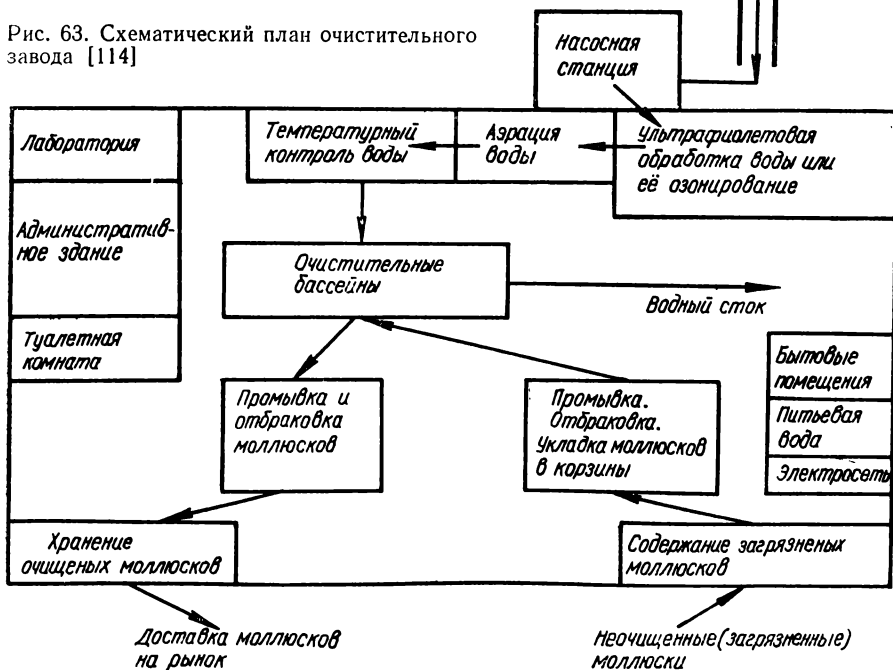
Т а б л и ц а 24. Случаи массовой гибели устриц [188]

Год	Пораженные виды	Район	Возможная причина
1877	<i>Ostrea edulis</i>	Франция	Заболевание мускульной ткани (грибок)
1915	<i>Crassostrea gigas</i>	Япония (залив Канава)	Неизвестна
1915—1957	<i>C. virginica</i>	Канада (залив Св. Лаврентия)	»
1919—1923	<i>Ostrea edulis</i>	Европа	»
1924	<i>Crassostrea commercialis</i>	Австралия (штат Южный Уэльс)	»
1927—1937	<i>C. gigas</i>	Япония	»
1930	<i>Ostrea adulis</i> <i>Crassostrea angulata</i>	Европа	Болезнь створок, возбудитель грибок <i>Ostracoblabe implexa</i>
1945—1955	<i>C. gigas</i>	Япония (залив Хиросима)	Неизвестна (предположительно бактериальное заражение)
1949	<i>C. virginica</i>	США (Мексиканский залив)	Гриб <i>Labyrinthomuxa marina</i>
1959	<i>C. virginica</i>	США (Атлантическое побережье)	Гаплоспоридии <i>Minchinia nelsoni</i> , <i>M. costalis</i>
1961	<i>C. gigas</i>	Япония (залив Матцусима)	Неизвестна (может быть, влияние физиологических и экологических факторов)
1963—1969	<i>C. gigas</i>	США (Тихоокеанское побережье)	Неизвестна
1967—1973	<i>Ostrea edulis</i> <i>Crassostrea angulata</i>	Европа	Болезнь пищеварительной железы, причина неизвестна
1967—1973	<i>C. angulata</i> <i>Ostrea edulis</i> <i>Crassostrea gigas</i>	Европа	Жаберная болезнь, возможно, <i>Labyrinthomuxa</i> — подобно одноклеточному организму <i>Thanatostrea polymorpha</i>
1972	<i>G. commercialis</i>	Австралия штат (Квинсленд)	Гаплоспоридия (не описано)

Целесообразно проводить очистку моллюсков на специальных очистительных заводах, техническая оснащённость которых позволяет применять различные способы обработки воды. При создании очистительного завода необходимо учитывать [114] район размещения, тип и мощность предприятий, конструкцию очистительного резервуара (бака), обеспечивающую равномерный расход воды, надлежащую загрузку контейнеров, чистку, предотвращение загрязнения моллюсков.

При строительстве современного очистительного завода предусматривают поточное разделение очищенных моллюсков от неочищенных, что значительно упрощает размещение очистительных строений (рис. 63). В настоящее время большие промышленные очистительные заводы способны очищать до 100 т загрязнённых моллюсков в течение нескольких дней. Очистка моллюсков в таких комплексах, построенных из современных материалов и технически оснащённых, выполняется круглогодично. Они особенно оправдывают себя в странах, где моллюсков выращивают в массовых количествах (Япония, Испания, Голландия, США). Такие комплексы позволяют выполнять серии экспериментальных и научно-производственных работ, проверять конструкции оборудования и методы его эксплуатации. Комплексы часто носят названия экспериментальных, но при этом сохраняют основную функцию — промышленную очистку товарных моллюсков (рис. 64—66). Существуют также мощные промышленные комплексы, осуществляющие очистку товарных моллюсков, выращенных во многих промышленных хозяйствах. Их рентабельность зависит от величин поставок продук-

Рис. 63. Схематический план очистительного завода [114]



ции хозяйств, стоимости очистки и продуктивности самого комплекса. В состав одного из таких комплексов в Галисии (Испания) входят открытые (1200 м<sup>2</sup>) и закрытые (800 м<sup>2</sup>) бассейны для очистки и хранения моллюсков емкости с растворами гипохлорида натрия, ультрафиолетовые установки и насосная станция, закачивающая морскую воду с глубины 3 м на расстояние 30 м по стальным трубам диаметром 0,35 м. Поступающих

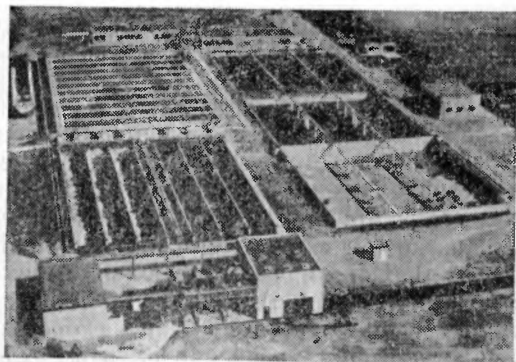
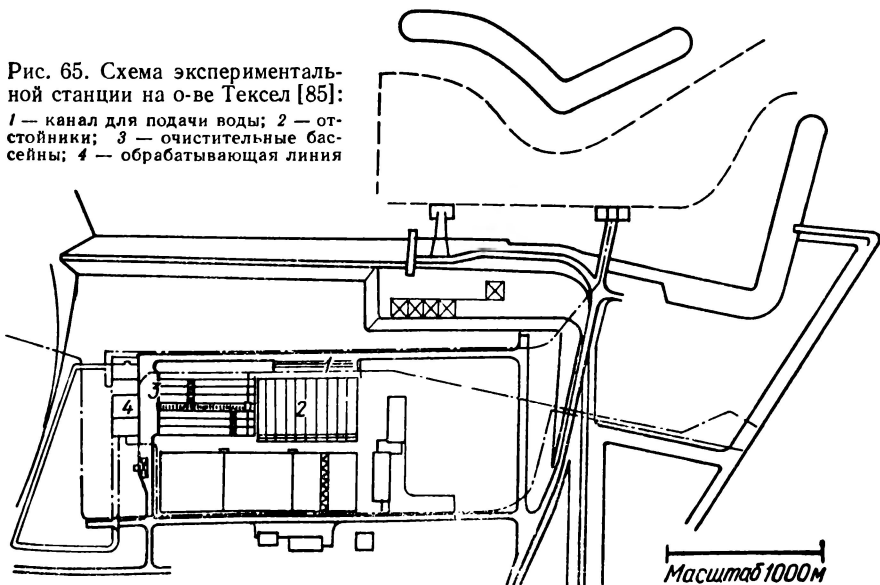


Рис. 64. Экспериментальная научная станция по культивированию моллюсков на острове Тексел в Голландии [85]

из промышленных хозяйств на коллекторах товарных мидий *Mytilus edulis* предварительно очищают и сортируют, а затем размещают (в зависимости от сезона года) в открытых (на воздухе) или закрытых (в помещении) бассейнах. Морская вода подается насосами в бассейны, где обрабатывается гипохлоридом натрия или ультрафиолетом, а затем поступает в очистительные бассейны. Глубина воды в бассейнах зависит от толщины слоя загрязненных мидий *M. edulis*. В закрытых бассейнах глубина воды не превышает 0,7 м и моллюсков размещают в пластмассовые ящики (до 17 кг мидий в каждый). Компания использует 6000 пластмассовых ящиков. Процесс очистки мидий *M. edulis* длится 24 ч, сильно загрязненных — до 48 ч, а

Рис. 65. Схема экспериментальной станции на о-ве Тексел [85]:

1 — канал для подачи воды; 2 — отстойники; 3 — очистительные бассейны; 4 — обрабатывающая линия



отправляемых на экспорт — две недели с периодическим вынесением на воздух. Максимальная производительность комплекса — 80 т мидий в день [142].

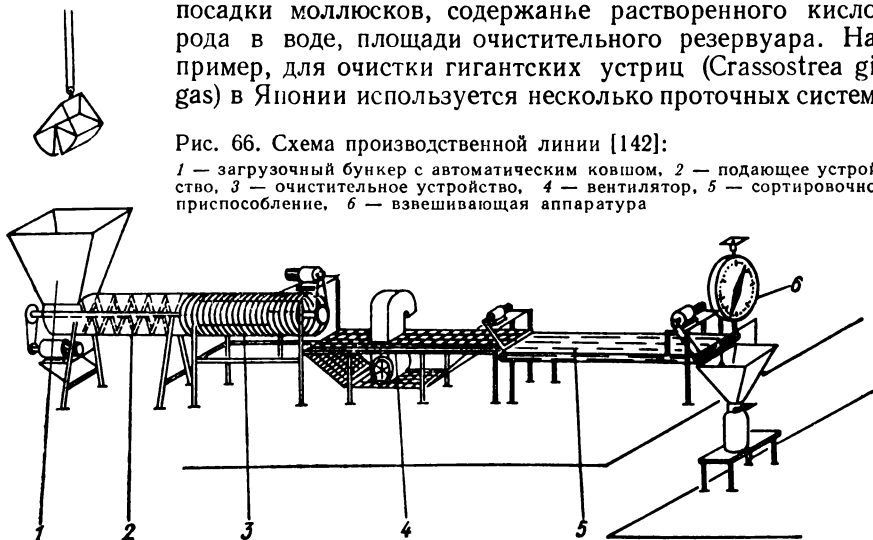
На очистительных заводах и комплексах важное значение имеет обработка воды. Для этого применяются различные химические вещества, антибиотики или стерилизующие устройства. К наиболее распространенным химическим препаратам, применяемым для очистки воды, можно отнести хлор и озон. Однако хлорирование воды влияет и на моллюсков, и в последние годы применение хлора в промышленных хозяйствах ограничено. Все большее применение находит озонирование (Франция, Испания) и ультрафиолетовое облучение воды (США, Япония, Великобритания). Озон — хороший окислитель, быстро разрушающий бактерии и вирусы и переходящий в воде в растворимый кислород. Количество требуемого озона устанавливается экспериментально, а его дозы прямо пропорциональны загрязненности воды [114]:

Степень загрязнения, Е. coli/л	Доза озона, г/м <sup>3</sup> воды
2000—5000	1,50—2,10
1000—2000	1,15—1,50
250—1000	0,75—1,15

Например, на юге Франции (в Бузиде) работает станция по очистке мидий (*Mytilus galloprovincialis*) и устриц (*Crassostrea gigas*), на которой моллюски выдерживаются в озонированной воде. Использование озона обеспечивает уничтожение патогенных бактерий, обогащает воду кислородом и не отражается на качестве [110]. На многих промышленных очистительных заводах применяются два типа водных систем: проточная и рециркуляционная. В проточной системе обработанная вода только один раз используется для очистки моллюсков; скорость протока при этом устанавливается в зависимости от плотности посадки моллюсков, содержание растворенного кислорода в воде, площади очистительного резервуара. Например, для очистки гигантских устриц (*Crassostrea gigas*) в Японии используется несколько проточных систем.

Рис. 66. Схема производственной линии [142]:

1 — загрузочный бункер с автоматическим ковшом, 2 — подающее устройство, 3 — очистительное устройство, 4 — вентилятор, 5 — сортировочное приспособление, 6 — взвешивающая аппаратура



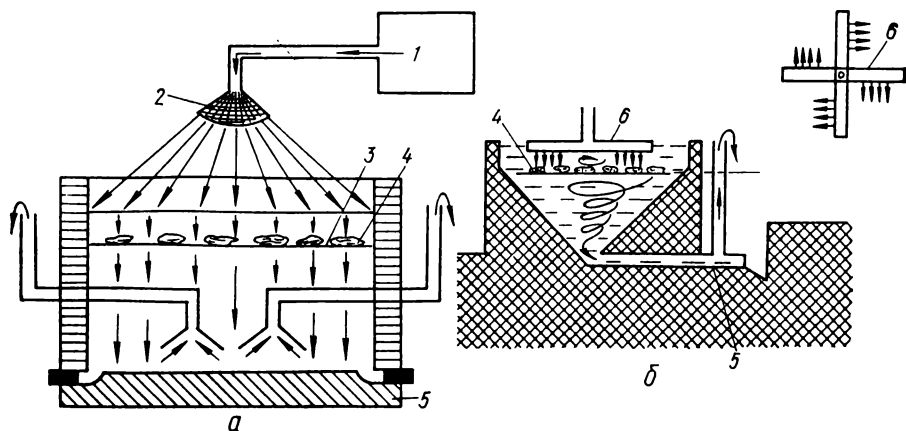


Рис. 67. Схемы очистительных устричных танков с проточной системой водоподачи [123]:

*а* — танк с плоским дном, *б* — танк с конусовидным дном; 1 — ультрафиолетовое устройство, 2 — водный распылитель, 3 — приспособление для укладки устриц, 4 — устрицы, 5 — водосточная труба, 6 — водный распылитель крестообразной формы

В одной из них вертикальный поток воды, облученной ультрафиолетовыми лучами, поступает в воду резервуара, на плоском дне которого размещены устрицы *S. gigas*, а затем стекает через донный водосток. Система способна очистить 300—400 устриц (приблизительно 20—30 кг), содержащихся в 1 м<sup>3</sup> воды, в течение 10 ч (рис. 67).

В другой системе, состоящей из очистительного резервуара с конусовидным дном, морская вода, облученная ультрафиолетовыми лучами, подается горизонтально через четыре крестообразно соединенных рукава и уносит токсичные выделения устриц *S. gigas* на дно, а затем стекает через водосток. Диаметр танка 1 м, глубина 0,6 м. В системе такой конструкции около 300 устриц очищают в течение 6—8 ч (см. рис. 67). В очистительной рециркуляционной системе вода постоянно циркулирует между емкостью, наполненной дезинфицирующим раствором или ультрафиолетовой установкой, и резервуаром для очистки моллюсков [123]. Рециркуляционные системы воды, применяемые на очистительных заводах США и Великобритании, нуждаются в постоянной аэрации воды, которая обеспечивается каскадными или разбрызгивающими способами [114]. Очистка моллюсков протекает эффективно при правильном подборе основных параметров очистительной установки (скорость потока, температура и соленость воды и др.). Качество очистки моллюсков зависит от точности определения исходного количества патогенных микроорганизмов в них. Применение различных способов очистки моллюсков позволяет использовать загрязненные участки прибрежной зоны морей и океанов, а также выращивать их на сточных водах.

Приведенные в настоящем разделе материалы свидетельствуют, какие высокие требования необходимо предъявлять к процессам обработки, очистки, хранения, транспортировке и реализации организмов,

особенно тех, которые употребляют в пищу в сыром виде (устрица, гребешок).

**Обработка и реализация продукции.** Беспозвоночных, выращенных до товарных размеров в промышленных хозяйствах, реализуют в свежем виде или перерабатывают. От оперативности в этот период администрации хозяйств или отдельных фермеров (на мелких хозяйствах) во многом зависит прибыль хозяйства, а следовательно, и успех всего процесса выращивания беспозвоночных. В основном все промышленные хозяйства, занятые выращиванием беспозвоночных, стараются сбыть свою продукцию в те сезоны года, когда аналогичную продукцию не добывают из естественных водоемов. Необходимо, чтобы животные, достигшие товарных размеров, в период реализации или не приступали к размножению, или уже закончили его. Ракообразных (отряд Decapoda) следует реализовывать, когда их хитиновый покров достаточно затвердел. Пищевые беспозвоночные, пользующиеся спросом у населения, должны реализовываться в кратковременные сроки. В некоторых промышленных устричных хозяйствах товарным устрицам придают специфический вкус и окраску в специальных выростных парках (клерках) и закрытых бассейнах. Для этого отсортированных товарных устриц (*Ostrea edulis*, *Crassostrea angulata* и др.) рассеивают на чистое дно отгороженных парков, защищенных от хищников специальными сетками, или размещают в специальных деревянных или пластмассовых лотках равномерно по всей поверхности. Требуемый вкус и цвет достигается кормлением устриц определенными видами одноклеточных водорослей. Например, мясо устриц (*O. edulis*, *C. gigas* и др.) приобретает голубой цвет, если кормить их диатомовой водорослью *Navicula fusiformis ostraearia* (голубая навикула). Работы по приданию моллюскам «кондиционных качеств» выполняются в тех странах (например, Франция), где устрицы пользуются повышенным спросом и реализуются в основном в ресторанах.

Выращенных товарных моллюсков после очистки и сортировки хранят в закрытых или открытых бассейнах [143]. Реализуют животных, размножение которых закончилось летом, осенью (с конца сентября) и зимой. Однако хозяйство может выбрать любой удобный период для реализации выращенной продукции, в чем и заключается одно из основных преимуществ промышленного выращивания ценных беспозвоночных. Поскольку реализация моллюсков в массовых количествах в живом виде не всегда возможна, важным моментом в работе крупных промышленных хозяйств является приготовление из них пищевых продуктов. Консервированные пищевые продукты из выращенных беспозвоночных готовятся в специальных цехах крупных промышленных хозяйств. Мидий, устриц, гребешков закатывают в металлические и стеклянные банки с разнообразными пищевыми добавками или приправами, а также в собственном соку. Для консервации, однако, используют моллюсков, которых трудно реализовать живыми и с плохим товарным видом. Наиболее массовый культивируемый вид устриц *Crassostrea gigas* в основном реализуют в консервированном виде, так как у них острые края створок и не очень привлекательный внешний вид. Наиболее ценных беспозвоночных продают в живом виде или за-

мораживают и фасуют в пакеты или брикеты (целиком или частями). На всех упаковках указывают сроки годности и температуру, при которой должен сохраняться продукт. Пищевых ракообразных, так же, как моллюсков, стараются реализовать в живом виде но мелких креветок, пользующихся меньшим спросом, консервируют в масле с различными добавками или в собственном соку. На сроки хранения и транспортировки выращенных пищевых беспозвоночных сильное влияние оказывают качественный и количественный составы бактериофлоры и температура среды. Например, мидий *M. edulis* можно хранить без воды 14 сут при 7,2 °С, отход при этом составляет 10 %, а при 1,7 °С в течение 31 сут отход сохраняется на том же уровне. Обсемененность бактериями мидий зависит от длительности их хранения [189]. Устрицы *S. gigas* при 11 °С остаются живыми в течение 8 дней, а при 2—3 °С и 0 °С соответственно 13 и 17 дней [89].

Товарных моллюсков и десятиногих ракообразных транспортируют обычно без воды и только в крайних случаях перевозят в воде с хорошей аэрацией. Например, товарных японских креветок (*P. japonicus*) к местам продажи доставляют в сухих опилках. Отсортированных и выдержанных при низких температурах креветок укладывают ровными рядами в ящики, каждый слой креветок засыпают деревянными или пробковыми опилками и в такой упаковке доставляют на рынки. При транспортировке живых товарных моллюсков (например, *O. edulis*) укладывают выпуклой створкой вниз, чтобы предотвратить открывание створок и сохранить в нижней (выпуклой) части жидкость, необходимую для жизнеспособности моллюсков, так как с открытыми створками устрицы гибнут. При транспортировке мидии *M. galloprovincialis* могут находиться без воды 10 сут при —2 °С; отход при этом составляет 4 % общего количества моллюсков, а при 17 и 20 °С — соответственно 53 и 100 % (без воздействия прямых солнечных лучей) [22].

**Организация хозяйств.** В странах Юго-Восточной Азии и Африки более распространены хозяйства полуциклического, полунтенсивного и экстенсивного типов. Полноциклические, смешанные и интенсивные хозяйства характерны для стран Европы и Северной Америки. В Испании, Голландии, Франции, Италии и других европейских странах промышленное выращивание мидий или устриц осуществляется в хозяйствах полуциклического типа. В некоторых странах Юго-Восточной Азии (например, в Японии) все больше креветочных хозяйств переходит к интенсивной форме выращивания креветок, совершенствуется техническое оснащение полуциклических устричных хозяйств. Развитие хозяйств полуциклического, экстенсивного и полунтенсивного типов в первую очередь сдерживается во всех странах все увеличивающимся загрязнением среды, которое отражается и на состоянии естественных популяций ценных беспозвоночных, а следовательно, и на воспроизводстве посадочного материала для аквахозяйств, усложняет очистку товарных моллюсков.

Во Франции, США, Испании, Голландии, Японии и других странах принята система аренды прибрежных районов или отдельных участков моря на 10—15 лет и более за плату отдельным лицам (фермерам и их семьям), кооперативам для выращивания моллюсков (мидий,

устриц, гребешков и др.). В настоящее время такие кооперативы вносят основную лепту в общую продукцию марикультуры.

Во многих промышленных хозяйствах полуциклического типа, занятых массовым выращиванием мидий и устриц (также гребешков), во Франции, Голландии, Испании, Японии и других странах количество людей, нанятых на периоды подготовки коллекторов и сбора молоди, обработки коллекторов и сбора выращенных моллюсков значительно больше, чем людей, постоянно работающих в хозяйстве. Ориентация на сезонный метод работы может быть ликвидирована лишь при механизации и автоматизации выращивания беспозвоночных в промышленных хозяйствах, позволяющих в наиболее «горячие» сезоны работы обходиться небольшим количеством штатных работников хозяйств.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

Культивирование ценных видов беспозвоночных развивается во многих странах мира. Основой промышленных хозяйств является самокупаемость всех процессов выращивания гидробионтов, правильное и бережливое отношение к выращенной продукции и ее реализации.

В настоящее время в экспериментальных и опытно-промышленных хозяйствах АН УССР и Министерства рыбного хозяйства СССР, расположенных в южной и юго-восточной частях Крымского побережья, Керченском проливе и северо-западной части Черного моря, выращено 200 т мидий. Получены первые партии мидийной продукции на Белом море (60 т) и Дальнем Востоке (20 т) за счет подключения к научным разработкам ЗИН АН СССР и ДВНЦ СО АН СССР, Всесоюзных промышленных объединений Севрыба и Дальрыба Минрыбхоза СССР.

Начато создание промышленных хозяйств по выращиванию мидий на юге, севере и востоке страны. Реализованы первые партии товарных моллюсков населению страны (в Крыму), изготовлены в северо-западной части Черного моря партии мидийной кормовой продукции для скармливания животным (кур, уток, свиней и др.).

Однако научные разработки по культивированию пищевых беспозвоночных пока еще очень слабо внедряются в промышленность. Сдерживающими факторами являются недостаточная техническая оснащенность экспериментальных и перерабатывающих баз, их малочисленность, слабые организация сбыта товарной продукции и реклама, неотрегулированность ценообразования на выращенную продукцию, что значительно сдерживает крупномасштабное культивирование ценных беспозвоночных.

Культивирование беспозвоночных в СССР очень перспективно, поскольку в кратчайшие сроки можно создать высокопродуктивные промышленные хозяйства. Важно и то, что массовое культивирование моллюсков (мидия, гребешок, устрица) в хозяйствах полуциклического типа позволяет исключить использование кормов.

Развитие промышленной аквакультуры беспозвоночных даст возможность населению страны получать значительные количества высокоценной белковой продукции.

1. *Анципова Л. В., Василенко Л. С.* К изучению каротиноидов у некоторых беспозвоночных Черного моря // Материалы Всесоюз. симпоз. по изуч. Черного и Средиземного морей, польск. и охране их ресурсов (Севастополь, 1973).— Киев : Наук. думка.— 1973.— Ч. 2.— С. 20—25.
2. *Бардач Дж., Ритер Дж., Макларни У.* Аквакультура : Разведение и выращивание пресноводных и морских организмов.— М. : Пищ. пром-сть.— 1978.— 291 с.
3. *Белогрудов Е. А.* О характере оседаний и особенностях роста морского гребешка на различных субстратах // Тр. ТИНРО.— 1973.— № 4.— С. 87—91.
4. *Белогрудов Е. А.* О некоторых особенностях оседания личинок на коллекторы и роста молоди гребешка *Mizuhopecten yessoensis* Jay и других животных в заливе Посыета (Японское море) // Биология морских моллюсков и иглокожих.— Владивосток : ДВНЦ АН СССР.— 1974.— С. 7—8.
5. *Брайко В. Д.* Обращение в Черном море.— Киев : Наук. думка.— 1985.— 124 с.
6. [*Бродский С. Я., Супрунович А. В.*] *Brodsky S. J., Suprunovich A. V.* Aspects of further development of long-digited crayfish cultivation // Abstr. third intern. crayfish symp. / Ed. by O. V. Lindqvist.— Kuopio, 1976.— P. 9.
7. *Булновский А. И., Куликова В. А.* Распределение личинок мидии обыкновенной в планктоне и их оседание на коллекторы в заливе Восток Японского моря // Биология моря.— Владивосток, 1984.— № 6.— С. 52—56.
8. *А. с. 982612 СССР, МКИ А01К 61/00.* Коллектор для выращивания моллюсков / Буркинский Б. В., Иванов А. И., Лызлов И. А.— Оpubл. 23.12.82, Бюл. № 47.
9. *А. с. 1009359 СССР, МКИ А01К 61/00.* Носитель коллекторов для выращивания моллюсков / Буркинский Б. В., Иванов А. И., Лызлов А. И.— Оpubл. 07.04.83, Бюл. № 13.
10. *Выращивание мидий в США // Америка.— 1983.— № 8.— С. 46—48.*
11. *Гаврилова Г. С., Мокрецова Н. Д.* Влияние солености на развитие личинок и молоди трепанга // Океанология.— 1983.— 23, № 5.— С. 873—875.
12. *Гигиена продуктов из рыбы, моллюсков и ракообразных : Доклад комитета экспертов ВОЗ, созданного совместно с ФАО.— Женева, 1975.— 75 с.*
13. *Грудцын В. Н., Ильина Л. М., Богданов Г. А.* Способы и устройства для культивирования микроорганизмов.— М, 1977.— 40 с.— (Обзор. информ. ЦНИИТЭИРХ Сер. Рыбохоз. польск. внутр. водоемов ; Вып. 5).
14. *Губанов В. В.* Микрофлора моллюсков как индикатор бактериального загрязнения морской экосистемы // Тр. IV съезда микробиологов Украины.— Киев : Наук. думка, 1975.— С. 106—107.
15. *Губанов В. В., Тульчинская В. П.* Микрофлора некоторых видов промысловых моллюсков // Материалы Всесоюз. науч. конф. по польск. промьсл. беспозвоноч. на пищ., кормовые и техн. цели (Одесса, 1977).— М. : ЦНИИТЭИРХ.— 1977.— С. 30—31.
16. *Дубина В. Р., Давыборц С. Ч., Губанов В. В.* Методические указания по санитарно-микробиологическому контролю черноморских мидий и устриц в порядке производственного испытания.— М. : ВНИРО.— 1983.— 26 с.
17. *Душкина Л. А., Карпевич А. Ф., Бурцев И. А.* Современное состояние и перспективы морской аквакультуры // Биологические основы аквакультуры в морях европейской части СССР.— М. : Наука.— 1985.— С. 7—17.

18. Жизнь животных / Под ред. Л. А. Зенкевича.— М. : Просвещение, 1968.— Т. 2.
19. Житнева Л. Д. и др. Актуальные задачи развития марикультуры в Азовском море / Л. Д. Житнева, В. С. Борисенко, Л. И. Семененко и др. // Биологические основы аквакультуры в морях европейской части СССР.— М. : Наука.— 1985.— С. 72—279.
20. Житний Б. Г., Кулаковский Э. В., Несветов В. А. Проблема промышленной марикультуры мидий в Белом море // Рыб. хоз-во.— 1984.— № 8.— С. 37—39.
21. Журавлева Н. Т., Праздников Е. В. К экологии размножения и развития баренцевских мидий // Тез. докл. Всесоюз. науч. конф. по биологии шельфа.— Владивосток : ДВНЦ АН СССР.— 1975.— С. 52—53.
22. Иванов А. И. Выживание мидий в зависимости от условий их перевозки // Рыб. хоз-во.— 1984.— № 6.— С. 25—26.
23. Иванов А. И. Рост черноморских мидий в Одесской банке // Гидробиол. журн.— 1967.— 3, № 2.— С. 20—25.
24. Иванов А. И. Предварительные результаты работ по культурному выращиванию мидий (*Mytilus galloprovincialis*) в Керченском заливе и некоторых районах Черного моря // Океанология.— 1971.— Вып. 5.— С. 889—898.
25. Иванов А. И., Попова В. С. Биологические и экономические предпосылки культурного выращивания мидий в Черном море // Тр. ВНИРО.— 1973.— Т. 94.— С. 200—213.
26. Иванов А. И. и др. Оседание и рост мидий на коллекторах у западных берегов Крыма / А. И. Иванов, В. И. Решетникова, Л. С. Крук, Г. Ф. Ковальчук // Эколого-физиологические основы аквакультуры на Черном море.— М. : ВНИРО.— 1981.— С. 100—105.
27. Ивлева И. В. Биологические основы и методы массового культивирования кормовых беспозвоночных.— М. : Наука.— 1969.— 171 с.
28. Кандюк Р. П. и др. Некоторые биохимические показатели черноморских моллюсков / Р. П. Кандюк, Т. А. Петкевич, И. А. Степанюк, Т. П. Горбылева / Гидробиол. журн.— 1977.— 13, № 1.— С. 97—101.
29. Каревич А. Ф., Супрунович А. В. Культивирование беспозвоночных и кормовых водорослей : (II Всесоюз. совещ. по мор. аквакультуре) // Рыб. хоз-во.— 1976.— № 9.— С. 23—24.
30. Касьянов В. Л. и др. Сроки размножения и состояния гонад в нерестовый период у массовых видов двустворчатых моллюсков и иглокожих залива Восток Японского моря / В. Л. Касьянов, А. Ф. Кукин, Л. А. Медведев, Ю. М. Яковлев // Биол. исслед. залива Восток.— Владивосток : ДВНЦ АН СССР.— 1976.— № 5.— С. 23—24.
31. Акцент. ваяека 22840—74 Японии, МКИ 8В4 А01К 61/00. Способ интенсивного выращивания пильчатой креветки / У. Киёсигэ, Х. Такадзиро.— Опубл. 10.06.74.
32. Кракатица Т. Ф. Биология черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. в связи с вопросами её воспроизводства.— Киев : Наук. думка.— 1976.— 76 с.
33. Краснов Е. В., Моисеев П. А. Краткая характеристика докладов, представленных на V японско-советском симпозиуме по марикультуре Тихого океана, проходившем с 14 по 18 сентября 1976 г. в Токио и Саппоро // Биология моря.— Владивосток, 1977.— № 3.— С. 83—86.
34. Ручерьяненко А. В., Раков В. А. Скорость накопления биоотложений культивируемой тихоокеанской устрицей в бухте Новгородской залив Посыета, Японское море // Марикультура на Дальнем Востоке.— Владивосток : ТИНРО, 1983.— С. 14—19.
35. Лауровская Н. Ф. Выращивание устриц на плавающих устройствах за рубежом.— М., 1974.— 29 с.— (Обзор. информ. / ЦНИИТЭИРХ. Сер. 1.— Вып. 5).
36. Лауровская Н. Ф. Выращивание беспозвоночных на ранних стадиях развития.— М., 1975.— 47 с.— (Там же).
37. А. с. 984422 СССР, МКИ А01К 61/00. Способ определения плотности расселения голотурий на исследуемом участке при искусственном воспроизводстве / В. С. Левин.— Опубл. 30.12.1982. Бюл. № 48.
38. Лиферов В. И. Инструкция по искусственному получению личинок длиннопалых раков заводским методом в устройствах : (Инструкция) / КрасНИИРХ.— Краснодар : Краев. изд.-во.— 1976.— С. 3—17.
39. Мачкевский В. К. Биология и экология трематода *Proctoeces maculatus* — паразита черноморских мидий : Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— М., 1984.— 24 с.

40. *Микулич Л. В.* Камчатский краб // Рыбоводство и рыболовство.— 1984.— № 9.— С. 8—9.
41. *Милн П. Х.* Морские хозяйства в прибрежных водах.— М. : Пищ. пром-сть.— 1978.— 198 с.
42. *Мингазутдинов А. И.* Гидробиологические сооружения для хозяйств марикультуры : (Обзор существующих конструкций).— Владивосток : ЦКТБ Дальрыба.— 1983.— 31 с.
43. *Моисеев П. А.* Мировое рыболовство и марикультура // Биология моря.— Владивосток, 1984.— № 5.— С. 54—57.
44. *Мокрецова Н. Д.* Искусственное разведение трепанга в заливе Петра Великого // Рыб. хоз-во.— 1973.— № 11.— С. 7—9.
45. *Мокрецова Н. Д., Рубан Г. М.* К вопросу об искусственном разведении трепанга // Тр. ТИНРО.— 1973.— № 4.— С. 106—112.
46. *Монин В. Л.* О температурной стимуляции нереста черноморской устрицы *Ostrea edulis* L. // Эколого-физиологические основы аквакультуры на Черном море.— М. : ВНИРО.— 1981.— С. 106—112.
47. *Масолов В. В.* О заболеваниях речных раков в некоторых водоемах Казахстана // Материалы Всесоюз. науч. конф. по исполз. промысл. беспозвоноч. на пищ., кормовые и техн. цели (Одесса, 1977).— М. : ЦНИИТЭИРХ.— 1977.— С. 49—51.
48. *Найденко Г. Х.* Лабораторная культура морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* // Биология моря.— Владивосток, 1983.— № 1.— С. 22—25.
49. *Натали Ф.* Зоология беспозвоночных.— М. : Просвещение.— 1975.— 487 с.
50. *Акцеп. ваяка 8917-76 Япония, МКИ 8В2 А01К 61/00.* Устройство для выращивания «морского ушка» / М. Отани.— Оpubл. 22.03.76.
51. *Патин С. А.* Развитие мировой марикультуры // Рыб. хоз-во.— 1984.— № 1.— С. 22—25.
52. *ТУ 1504—354—74; 1504—352—74.* Подготовка черноморских устриц и мидий из естественных банок к реализации. (Введены с 01.02.74, срок действия продлен до 1990 г.) — Керчь : АзЧеррыба.— 1974.— 5 с.
53. *Раков В. А.* Морфология личинок тихоокеанской устрицы (*Crassostrea gigas* Th.) // Тр. ТИНРО.— 1974.— № 5.— С. 15—18.
54. *Раков В. А.* О влиянии хищников на популяцию устриц в заливе Посыета // Биология морских моллюсков и иглокожих.— Владивосток : ТИНРО.— 1974.— С. 127—128.
55. *Садыхова И. А.* Разведение и некоторые черты биологии двустворчатых моллюсков // Зоология беспозвоночных : — М., 1973.— С. 102—147. Тр. МГУ им. М. В. Ломоносова. Вып. 2.
56. *Силина А. В.* Определение возраста и темпов роста приморского гребешка по структуре поверхности его раковины // Биология моря.— Владивосток, 1978.— № 5.— С. 29—39.
57. *Скарлато О. А., Садыхова И. А., Кулаковский Э. Е.* Состояние и основные задачи культивирования моллюсков в морях европейской части СССР // Биологические основы аквакультуры в морях европейской части СССР.— М. : Наука.— 1985.— С. 33—40.
58. *Спекторова Л. В.* Выращивание живых кормов // Современное состояние и зарубежный опыт в области марикультуры.— М., 1976.— С. 56—76.— (Обзор. информ. / ЦНИИЭИРХ. Сер. 1; Вып. 1).
59. *Спекторова Л. В.* Культивирование морских кормовых беспозвоночных и одноклеточных водорослей // Результаты научных исследований и опыт работы СССР в области марикультуры.— М., 1976.— С. 36—53.— (Обзор. информ. / ЦНИИЭИРХ. Сер. 1; Вып. 1. № 3).
60. *Степанюк И. А.* О соотношении аминокислот у некоторых беспозвоночных Черного моря // Материалы Всесоюз. симпоз. по изуч. Черного и Средиземного морей, исполз. и охране их ресурсов (Севастополь, 1973).— Киев : Наук. думка.— 1973.— Ч. 2.— С. 191—202.
61. *А. с. 1123608 СССР, МКИ А01К 61/00.* Устройство для выращивания морских организмов / А. А. Стоценко.— Оpubл. 15.11.84, Бюл. № 42.
62. *Супрунович А. В.* Выращивание беспозвоночных // Результаты научных исследований и опыт работы СССР в области марикультуры.— М., 1976.— С. 23—36.— (Обзор. информ. / ЦНИИЭИРХ. Сер. 1; Вып. 1 № 3).

63. Супрунович А. В. Культивирование промысловых беспозвоночных // Современное состояние и зарубежный опыт в области марикультуры.— М., 1976.— С. 43—55.— (Обзор. информ. / ЦНИИТЭИРХ. Сер. 1.— Вып. 1).
64. [Супрунович А. В.] Suprunovich A. V. On the Dniester long-digested crayfish as a potential object of aquaculture // Abstr. third intern. crayfish symp. / Ed. by O. V. Lindqvist.— Kuopio, 1976.— P. 37.
65. Супрунович А. В. К вопросу о морфологических показателях яицников, яйцеклеток и икры длиннопалого рака // Материалы Всесоюз. науч. конф. по использ. промысл. беспозвоноч. на пищ., кормовые и техн. цели (Одесса, 1977).— М. : ЦНИИТЭИРХ.— 1977.— С. 94—95.
66. Супрунович А. В. К методике выращивания мидий в Крыму // Состояние, перспективы улучшения и использования морской экологической системы прибрежной части Крыма : Тез. науч.-практ. конф., посвящ. 200-летию г. Севастополя.— Севастополь, 1983.— С. 180.
67. Супрунович А. В., Аронович Т. М. Техническое обеспечение работ по марикультуре // Результаты научных исследований и опыт работы СССР в области марикультуры.— М., 1976.— С. 53—59.— (Обзор. информ. / ЦНИИТЭИРХ. Сер. 1; Вып. 1 № 3.).
68. Супрунович А. В., Заграничный С. В. К вопросу о конструкции мидийного носителя для Крымского побережья // Состояние, перспективы улучшения и использования морской экологической системы прибрежной части Крыма : Тез. науч.-практ. конф., посвящ. 200-летию г. Севастополя.— Севастополь, 1983.— С. 181.
69. Супрунович А. В. и др. Временная инструкция по выращиванию мидий у берегов Крыма / А. В. Супрунович, С. В. Заграничный, М. В. Переладов, А. А. Стоценко.— М. : ВНИРО.— 1983.— 19 с.
70. А. с. 1124902 СССР, МКИ А01К 61/00. Способ выращивания мидий / А. В. Супрунович, С. В. Заграничный, М. В. Переладов, А. А. Стоценко, В. Н. Иванов.— Оpubл. 20.11.84, Бюл. № 43.
71. Супрунович А. В. и др. Временные рекомендации по выращиванию мидий в рыболовецких колхозах Крымской области / А. В. Супрунович, С. В. Заграничный, М. В. Переладов, А. А. Стоценко, В. Н. Иванов.— М. : ВНИРО.— 1983.— 30 с.
72. Супрунович А. В., Щербино М. Ф. Способы и устройства для выращивания беспозвоночных в США.— М., 1977; 44 с.— (Обзор информ. ЦНИИТЭИРХ. Сер. Рыбхоз. использ. ресурсов Мирового океана. Вып. 3).
73. Супрунович А. В., Щербино М. Ф. Способы и устройства для выращивания беспозвоночных в Японии — М. — 1978; 52 с. (Там же).
74. Сурьянинова Е. И. О бактериальной флоре мидий // Микробиология.— 1962.— 31, вып. 4.— С. 713—715.
75. Федянин А. С. Витамин В<sub>12</sub> в мидиях Черного моря // Материалы Всесоюз. симпоз. по изуч. Черного и Средиземного морей, использ. и охране их ресурсов (Севастополь, 1973).— Киев : Наук. думка.— Ч. 2.— С. 205—207.
76. Акцепт. заявка 35557—74 Японии, МКИ 8В21 А01К 61/00. Устройство для разведения устриц / Т. Фудзита.— Оpubл. 24.09.74.
77. Акцепт. заявка 12796—73 Японии, МКИ 8В2 А01К 61/00. Подвесное устройство для выращивания морских организмов (моллюсков) / А. Фуко.— Оpubл. 23.04.73.
78. Акцепт. заявка 35558 Японии, МКИ 8В2 А01К 61/00. Способ выращивания круглых жемчужин при помощи односторчатого моллюска «морское ушко» / Г. Хидэюки.— Оpubл. 24.09.74.
79. Цукерзис Я. М. Биология широкопалого рака.— Вильнюс : Минтис.— 1970.— 204 с.
80. Черкашина Н. Я. Выращивание раков в поликультуре с рыбой // Рыб. хоз-во.— 1984.— № 2.— С. 39—40.
81. А. с. 422401 СССР, МКИ А22С 29/04. Способ отделения мидии с коллекторов / П. С. Чернявский, В. Н. Гаврилов.— Оpubл. 05.04.74, Бюл. № 13.
82. Яковлев Ю. М. Сезонные изменения гонад гигантской устрицы в заливе Петра Великого // Материалы Всесоюз. науч. конф. по использ. промысл. беспозвоноч. на пищ., кормовые и техн. цели (Одесса, 1977).— М. : ЦНИИТЭИРХ.— 1977.— С. 103—104.

83. *Alberico F.* La perle et la nacre on la culture des perles on Japon // Rev. Palais decouv.— 1984.— 12, N 115.— P. 60—66.
84. *Andreu B.* El cultivo del mejillon en Europa // Acad. brasil. cienc.— 1976.— 47, N 1.— P. 1—48.
85. *Anonymous.* Pilot plant for Dutch mussel culture // Fish Farm. Int.— 1973.— N 1.— P. 62—67.
86. *Anonymous.* Shrimp and salmon culture develops in United States // Ibid.— 1973.— N 1.— P. 28—34.
87. *Anonymous.* No effluent problem with closed raceway systems // Ibid.— 1975.— 2, N 2.— P. 40.
88. *Anonymous.* Plan for aquaculture in the United States // Ibid.— 1977.— 4, N 4.— P. 34—35.
89. *Boyd N. S., Wilston N. D. C., Hall Brinwyn S.* Storage of live Pacific oysters out of water // N. Z. G. Sci.— 1980.— 23, N 2.— P. 171—176.
90. *Brisou L., Tysset C., Rautlin de la Roy J.* Etude sur la microbiologie du benthos // Pollutions marines microorganismes et prod petrol.— Monaco, 1964.— P. 115—122.
91. *Brisou L.* La pollution microbienne, virale et parasitaire des eaux littorales et ses consequences pour la sante publique // Bull. Org. mond. Sante.— 1968.— 38, N 1.— P. 79—118.
92. *Bussani M.* Guida pratica di mitilicoltura // Edagricole.— Bologna, 1983.— 235 P.
93. *Buttiaux R.* The fish as food.— London : Acad. press.— 1962.— Vol. 2.
94. *Cassin J. M.* Marine microbiology : some practical aspects for aquaculture // Culture of marine invertebrates animals / Eds W. L. Smith, M. H. Chanley.— New York; London : Plenum, 1975.— P. 73—86.
95. *Ceccherelli V. U., Barboni A.* Growth, survival and yield of *Mytilus galloprovincialis* Lamk on fixed suspended culture in a bay of the Po River Delta // Aquaculture.— 1983.— 34, N 1/2.— P. 101—114.
96. *Chanley M. H., Terry O. W.* Inexpensive modular habitats for juvenile lobsters *Homarus americanus* // Ibid.— 1974.— 3, N 4.— P. 297—318.
97. *Chanley P.* Laboratory cultivation of assorted bivalve molluscs // Culture of marine of invertebrates animals / Eds W. L. Smith, M. H. Chanley.— New York; London : Plenum, 1975.— P. 297—318.
98. *Cohen D., Ra'anani Z., Barnes A.* Production of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* in Israel // Aquaculture.— 1983.— 31, N 1.— P. 67—76.
99. *Coppini R.* L'élevage des mollusques en Italie et ses aspects économiques et sanitaires // FAO Gen. Fish Counc. Mediterr. Stud. Rev.— 1968.— N 5.— P. 473—477.
100. *D'Agostino A.* Antibiotics in culture of invertebrates // Culture of marine invertebrates animals / Eds W. L. Smith, M. H. Chanley.— New York; London : Plenum, 1975.— P. 109—137.
101. *Danioux C. et al.* La Recherche / C. Danioux, M. Girin, I. Harache, L. Laubier // La Mer.— 1975.— N 18/178, 16 juil.— P. 341—360.
102. *Dare P. J., Edwards D. B., Davies G.* Experimental collection and handing of spat mussels (*Mytilus edulis* L.) on ropes for intertidal cultivation // Fish. Res. Techn. Rept.— 1983.— N 74.— 23 P.
103. *Dare P. J., Davies G.* Experimental suspended culture of mussels (*Mytilus edulis* L.) in Wales using spat transplanted from distant settlement ground // Aquaculture.— 1975.— 6, N 3.— P. 257—274.
104. *Dare P. J., Edwards D. B.* Experiments on the survival, growth and yield of seed mussels (*Mytilus edulis* L.) in the Menai Straits, North Wales // J. du conseil.— 1976.— 37, N 1.— P. 16—28.
105. *Davies G.* A method for monitoring the spatfall of mussels // Ibid.— 1974.— 36, N 1.— P. 27—34.
106. *Davis H. C.* Survival and growth of clam and oyster larvae at different salinities // Biol. Bull.— 1958.— 114, N 3.— P. 296—307.
107. *Pat. 3.682.138 USA, cl. 119—2 A01K 61/00.* Mating tank for crustacea / J. J. Day, P. S. Hirschman.— Publ. 08.08.72.
108. *Delves-Broughton J., Pouperd C. W.* Disease problems of prawns in recirculation systems in the U. K. // Aquaculture.— 1976.— 7, N 3.— P. 201—217.
109. *Drinkwaard A. C.* Oesterkweek en beheersing van het milieu // Visserij.— 1978.— 31, N 1.— P. 41—51.

110. *Fauvel Y., Pons G., Legeron G.-P.* Ozonation de l'eau de mer et epuration des coquillages // Sci. et pêche.— 1982.— N 320.— P. 1—16.
111. *Filding J. R.* New system and new fishes for culture in the United States // FAO Fish. Repts.— 1968.— 5, N 44.— P. 152—153.
112. *Foster J. R. M., Wickins J. F.* Prawn culture in the United Kingdom : its status and potential // Lab. Lcaflet N. S.— 1972.— N 27.— P. 1—31.
113. *Fujiya M.* Oyster farming in Japan // Helgoländ. Wiss. Meeresuntersuch.— 1970.— 20, N 4.— P. 464—479.
114. *Furjari S. A.* Shellfication purification a review of current technology — Prepr.— Kyoto, 1976.— 35 P.— (FAO techn. conf. on Aquacult. R; N 11).
115. *Gallagher M. et al.* Studies on the mineral requirements of the adult American lobster / M. L. Gallagher, R. C. Bayer, J. H. Rittenfurg, D. F. Leavitt // Progr. Fish-Cult.— 1982.— 44, N 4.— P. 210—212.
116. *Galtsoff P. S.* The american oyster *Crassostrea virginica* Gmelin // Fish. Wild. Fish Bull. Serv.— 1964.— 64 P.
117. *Gonzalez Sanjurjo R.* Estudio de la epifauna de la semilla de mejillon en la Ria de Arosa // Bol. Inst. oceanogr.— 1982.— 7, N 1.— P. 49—71.
118. *Gras M.-P., Gras P.* Aquaculture de bivalves en claires dans le bassin de Marennes-Oleron // Sci. et pêche.— 1981.— N 314.— 30 P.
119. *Gruet T., Herat M., Robert T. M.* Premieres observations sur introduction de la faune associee aunaissain d'huitres japonaises *Crassostrea gigas* (Thunberg), importe sur la cote atlantique Francaise // Cah. biol. mar.— 1976.— N 2.— P. 173—184.
120. *Guerrero L. A., Guerrero R. D.* Culture of freshwater shrimps in fertilized ponds — Prepr.— Kyoto, 1976.— 3 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. E; N 16).
121. *Guillard R. R. L.* Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates // Culture of marine invertebrates animals / Eds W. L. Smith, M. H. Chanley.— New York ; London Plenum, 1975.— P. 29—60.
122. *Gundermann N., Popper D.* A comparative study of three species of penaeid prawns and their suitability for polyculture with fish in the Fiji Islands // Aquaculture.— 1977.— 11, N 1.— P. 63—74.
123. *Hanma A.* Aquaculture in Japan.— Tokyo.— 1971.— P. 3—148.
124. *Hanson J. A.* A national mariculture program // Open sea mariculture perspective problems and prospects.— Strandsburg, 1974.— P. 375—396.
125. *Harman O. R., Maurer D.* Environmental considerations for shellfish production // Trans. ASAE.— 1973.— 16, N 6.— P. 1036—1041.
126. *Helm M. M., Millican P. F.* Experiments in the hatchery rearing of pacific oyster larvae (*Crassostrea gigas* Thunberg) // Aquaculture.— 1977.— 11, N 1.— P. 1—12.
127. *Hirasawa G., Warford J.* The economics of Ruruma — ebi (*Penaeus japonicus*) shrimp farming — Prepr.— Kyoto, 1976.— 21 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. R.; N 27).
128. *Hirata H., Mori J., Watanabe M.* Rearing of prawn larvae *Penaeus japonicus*, fed soy — cake particles and diatoms // Mar. Biol.— 1975.— 29, N 1.— P. 9—13.
129. *Hirayama K.* Water control by filtration in closed culture systems // Aquaculture.— 3, N 4.— P. 369—385.
130. *Hurlburt C. Graham, Nurlburt Sarah W.* European mussel culture technology and its adaptability to North American waters // Mussel Cult. and Harvest: a North American perspective.— Amsterdam etc., 1980.— P. 69—98.
131. *Ino J.* Controlled breeding of molluscs // Coast aquaculture Indo-Pacific region / Ed. by T. V. R. Pillay.— London : Taubridge, 1973.— P. 260—273.
132. *Jhingran V. G., Gopalakrishnan V.* A catalogue of cultivated aquatic organisms / FAO Fish. Techn. Pap.— 1974.— N 130.— P. 1—83.
133. *Kamara A. B., McNell K., Quayle D. B.* Tropical mangrove oyster culture: problems and prospects — Prepr.— Kyoto, 1976.— 6 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. E; N 58).
134. *Kamiguchi J.* Mating behavior in the freshwater prawn *Palaemon paucidens*. A study of the sex pheromone and its effect on males // J. Fac. Sci. Hokkaido Univ Ser. 6.— 1972.— 18, N 3.— P. 347—355.
135. *Karlsson A. S.* The freshwater crayfish // Fish Farm. Int.— 1977.— 4, N 2.— P. 8—12.

136. *King J. M.* Recirculating system culture methods for marine organisms // Culture of marine invertebrates animals / Eds W. L. Smith, M. H. Chanley.— New York; London : Plenum, 1975.— P. 3—14.
137. *Klopfenstein D., Klopfenstein J.* Lobsters are grown in cooling water // *Fish Farm. Int.*— 1974.— 1, N 3.— P. 40—48.
138. *Koganezawa A.* The status of pacific oyster culture in Japan — Prepr.— Kyoto, 1976.— 9 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. E, N 69).
139. *Консулов А.* Варианти на инсталация тип «Звезда» на отглеждане на миди // Изв. ин-та риб. ресурси.— 1983.— Вун. 20.— С. 153—160.
140. *Консулова Ц.* Нарастване на черната мида при культивиране в зависимост от густата на прекрепените екземпляри // *Рибно стопанство.*— 1981.— 28, № 6.— С. 14—18.
141. *Korringa P.* Farming marine fishes and shrimps.— Amsterdam etc. : Elsevier, 1976.— P. 3—204.
142. *Korringa P.* Farming marine organisms low in the food chain.— Amsterdam etc. : Elsevier, 1976.— P. 3—259.
143. *Korringa P.* Farming the flat oysters of the genus *Ostrea*.— Amsterdam etc. : Elsevier, 1976.— P. 3—231.
144. *Korringa P.* Farming the cupped oysters of the genus *Crassostrea*.— Amsterdam etc. Elsevier, 1976.— P. 3—219.
145. *Kurata H.* Variation and mechanism of survival of the seeds shrimps sown on the tidelands : Report fisheries resources investigations by the scientists of the fisheries agency // *Jap. Gvnt.*— 1973.— N 15.— P. 71—84.
146. *Kurata H., Shigueno K.* Recent progress in the farming of penaeid shrimp — Prepr.— Kyoto, 1976.— 24 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. R; N 17).
147. *Kurata H., Shigueno K., Yatsuya nagi Kenro.* Kuruma shrimp culture in Japon // NOAA Techn. Rept. NMFS.— 1984.— N 16.— P. 9—15.
148. *Lagardere J. P.* Effects of noise on growth and reproduction of Crangon crangon in rearing tanks // *Mar. Biol.*— 1982.— 71, N 2.— P. 177—185.
149. *Laubier-Bonichon A.* La crevette japonaise: reproduction et élevage // *Courr. CNRS.*— 1980.— N 36.— P. 11—19.
150. *Lightner D. V., Salser B. R., Wheeler R. S.* Gas-bubble disease in the brown shrimp *Penaeus aztecus* // *Aquaculture.*— 1977.— 3, N 1.— P. 81—84.
151. *Ling S. W., Costello T. J.* Review of culture of freshwater prawns — Prepr.— Kyoto, 1976.— 12 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. R; N 29.).
152. *Lumare Febo.* Directrices seguides en Italia la cria de langostinos peneidos // *Inf. tèch. Inst. invest. pesq.*— 1983.— N 109.— 18 P.
153. *Pat. 3.499.421 USA, cl. 119—2 A01K 61/00.* Cage type lobster farm / J. R. Mac Donald, W. A. Mac Donald.— Publ. 10.03.70.
154. *Mac Kenzie Clyde L., Jr.* Biotic potential and environmental resistance in the American oyster (*Crassostrea virginica*) on Long Island Sound // *Aquaculture.*— 1981.— 22, N 3.— P. 229—268.
155. *Maskell J.* A ney shape is found for oyster Ministacks // *Fish Farm. Int.*— 1973.— 2, N 2.— P. 31—32.
156. *McKay G.* Seeweed, fish and oyster farming in eastern Canada // *Ibid.*— 1976.— 5, N 1.— P. 4—6.
157. *Pat. 3.701.338 USA, cl. 119—4 A01K 61/00.* Oyster setting method and apparatus / D. C. McMillin.— Publ. 31.10.72.
158. *Meixner R.* Culture of pacific oyster *Crassostrea gigas* in containers in German coastal waters — Prepr.— Kyoto, 1976.— 4 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. R; N 28).
159. *Merieres J.* Les germes-tests de contamination et la'ppreciation de la qualite bacteriologique des huîtres // *Pollutions marines microorganismes et prod petrol*, Monaco, 1964.— Paris.— 1965.— P. 265—275.
160. *Mizumoto S.* Pearl farming — a review.— Prepr.— Kyoto, 1976.— 7 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. R; N 13).
161. *Morrison G.* Dissolved oxygen requirements for embrionic and larvae development of the hardshell clam *Mercenaria mercenaria* // *Fish. Res. Can.*— 1971.— 28, N 3.— P. 379—381.
162. *Muir J. F.* How filters improve water quality for fish farmers // *Fish Farm. Int.*— 1973.— 1, N 1.— P. 35—38.

163. *Nakanishi J.* Rearing larvae, post-larvae of the king crab *Paralithodes camtschatica* — Prepr.— Kyoto, 1976.— 17 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. E; N 44).
164. *Nakamura M.* Ночё добоку сикэндзэ коку // Bull. Nat. Res. Inst. sgr. Eng.— 1976.— N 14.— P. 223—237.
165. *Neal R. A.* Raseway systems for the culture of shrimp // Fish Farm. Int.— 1974.— 1, N 3.— P. 6—11.
166. *New M. B.* A review of dietary studies with shrimps and prawns // Aquaculture.— 1976.— 9, N 2.— P. 101—144.
167. *Nikolic M., Bosch A., Vazquez P.* Las experiencias en el cultivo de ostiones del mangle — Prepr.— Kyoto, 1976.— 9 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. E; N 52).
168. *Pat. 3.601.095 USA, cl. 119—2 A01K 61/00.* Equipment and method to facilitate the rearing of the spawn producing crustaceans / H. O. L. Olsson.— Publ. 24.08.71.
169. *Perez A., Guillermo R.* Estudio del mejillon y de su epifauna en los cultivos flotantes de la ria de Arosa. II. Crecimiento, mortalidad y produccion del mejillon // Bol. Inst. oceanogr.— 1979.— 5, N 1.— P. 21—41.
170. *Persone G., Sorgeloos P.* Technological improvements for the cultivation of invertebrates as food fishes and crustaceans. Devices and methods // Aquaculture.— 1975.— 6, N 3.— P. 275—289.
171. *Pownall P.* From oyster farming Australian moves to other shellfish // Fish Farm. Int.— 1973.— 1, N 1.— P. 56—58.
172. *Pat. 3.572.292 USA, cl. 119—4 A01K 61/00.* Artificial oyster cultures / D. B. Quayle, T. P. Clark.— Publ. 23.03.71.
173. *Querellou J.* Aquaculture l'experience japonaise des repeuplements chapite // La crevette japonaise. Mem.— 1978.— N 20.— P. 1—59.
174. *Risa S., Shjervold H.* Water re-use system for small production // Aquaculture.— 1975.— 6, N 2.— P. 191—195.
175. *Roberts M. H.* Larvae development of *Pagurus longicarpus* Sey reared in the laboratory // Biol. Bull.— 1971.— 140, N 1.— P. 104—116.
176. *Rodney G.* Effective spat handling in the sea // Fish Farm. Int.— 1975.— 2, N 1.— P. 13—14.
177. *Rutherford D.* California farm rears prized red abalone // Ibid.— 1976.— 3, N 4.— P. 9.
178. *Ryther J. H.* Physical models of integrated waste recycling-marine polyculture systems // Aquaculture.— 1975.— 5, N 2.— P. 163—177.
179. *Sacki A.* Studies on fish culture in the aquarium of closed-circulating system. Its fundamental theory and standart plan // Bull. Gap. Sos. Sci. Fish.— 1958.— 23, N 5.— P. 684—695.
180. *San Feliu J. M.* Conditions ecologiques dans d'eleavage des crustaces // Informes techn. inst. invest. pesq.— 1974.— N 14.— P. 87—94.
181. *Saito Katsuo.* Ocean ranching of abalones and scallops in northern Japan // Aquaculture.— 1984.— 39, N 4.— P. 361—373.
182. *Sandifer P. A., Jeanne J. D.* Growth responses and fatty acid composition of juvenile prawns *Macrobrachium rosenbergii* fed prepared ration augmented with shrimp head oil // Aquaculture.— 1976.— 9, N 2.— P. 129—138.
183. *Sandifer P. A., Lielinski P. B., Castro W. E.* A simple airlift-operated tank for closed-system culture of decapod crustacean larvae and other small aquatic animals // Helgoland Wiss. Meeresuntersuch.— 1974.— 26, N 1.— S. 82—87.
184. *Sandifer P. A., Smith T. J.* Experimental aquaculture of the malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) in South Carolina, U. S. A.— Prepr.— Kyoto, 1976.— 26 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. E; N 3).
185. *Serfling S. A., Olst J. C., Ford R. F.* A recirculating culture system for larvae of the american lobster *Homarus americanus* // Aquaculture.— 1974.— 3, N 3.— P. 303—309.
186. *Sick L. V., Whitee D., Baptist G.* The effect of duration of feeding, amount of food, lighth intensity and animal size on rate of ingestion of pelleted food by juvenile penaeid shrimp // Progr. Fish-Cult.— 1973.— 35, N 1.— P. 22—26.
187. *Silas E. G.* Major breakthrough in spiny lobster culture // Mar. Zish. Inf. Serv. Techn. and Ext. Ser.— 1982.— N 43.— P. 1—35.

188. *Sindermann C. J.* Oyster mortalities and their control — Prepr.— Kyoto, 1976.— 24 p.— (FAO techn. conf. on Aquacult. R; N 34).
189. *Stabyj Bohdon M.* Storage and processing of mussels // *Mussel culture and harvest : a North American perspective.*— Amsterdam etc., 1980.— P. 247—265.
190. *Smith L. I. J., Hopkins J. S.* An apparatus for separating post-larvae prawn *Macrobrachium rosenbergii*, from mixed larvae population // *Aquaculture.*— 1977.— 11, N 3.— P. 273—278.
191. *Solangi M. A., Singhter D. V.* Cellular in flammatory response of *Penaeus aztecus* and *P. setiferus* to the patogenic fungus *Fusarium* sp. isolated from the California brown shrimp *P. californiensis* // *J. Invertebr. Pathol.*— 1976.— 27, N 1.— P. 77—86.
192. *Sorgeloos P., Persoone G.* Technological improvements for the cultivation of invertebrates as food for fishes and crustaceans // *Aquaculture.*— 1975.— 6, N 4.— P. 303—317.
193. *Sorgeloos P.* Potential of the mass production of brine shrimp *Artemia* // *J. Soc. Underwater Techn.*— 1983.— 9, N 1.— P. 27—30.
194. *Spencer M.* Research and development in freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*, culture in the United States: current states and biological constraints with emphasis on breeding and domestication // *NOAA Techn. Rept. NMFS.*— 1984.— N 16.— P. 35—55.
195. *Sprague V.* Diseases of oysters // *Annu. Rev. Microbiol.*— 1971.— N 25.— P. 211—230.
196. *Stewart J. E.* Lobster diseases // *Helgoländ. Wiss. Meeresuntersuch.*— 1984.— 37, N 1/4.— S. 243—254.
197. *Supplee V. C., Lightner D. V.* Gas-bubble disease due to oxygen super saturation in raceway reared California brown shrimp // *Progr. Fish-Cult.*— 1976.— 38, N 3.— P. 158—159.
198. *Tanaka L.* Utilization of heated discharge water from electric power plants in aquaculture — Prepr.— Kyoto, 1976.— 7 p.— (FAO techn. conf. Aquacult. E; N 18).
199. *Tortell P., Jap W. G.* Mussel culture gathers momentum in the Phillipines // *Fish Falm. Int.*— 1976.— 3, N 4.— P. 26—28.
200. *Tubiash H. S.* Bacterial pathogens associated with cultured bivalve mollusc larvae // *Culture of marine invertebrates animals / Eds W. L. Smith, M. H. Chanley.*— New York; London: Plenum, 1975.— P. 61—73.
201. *Vard C.* Regard sur l'aquaculture mondiale // *Pêche mar.*— 1983.— 62, N 1269.— P. 694—703.
202. *Walne P. R.* Culture of bivalve molluscs — 50 years experience at Conwy.— London; Tonbridge: Whitefriars press Ltd.— 1974.— P. 3—173.
203. *Wisely B., Holliday J., Bennett B.* Experimental deepwater culture of the Sydney rock oyster (*Crassostrea commercialis*) // *Aquaculture.*— 1983.— 30, N 4.— P. 299—310.
204. *Wood P. C.* The effect of water temperature on the salinity quality of *Ostrea edulis* and *Crassostrea angulata* held in polluted waters // *Pollutions marines microorganismes et prod. petrol, Monaco, 1964.*— Paris.— 1965.— P. 307—316.
205. *Wurts William A., Stickney Pobert R.* Hypothesis on the light requirements for spawning penaeid shrimp with emphasis on *Penaeus setiferus* // *Aquaculture.*— 1984.— 41, N 2.— P. 93—98.
206. *Yang Won Lack et al.* Laboratory rearing of *Loligo opalescens*, the market squid of California / *R. W. Yang, R. L. Hanlon, M. E. Krejci, R. Z. Hixon* // *Aquaculture.*— 1983.— 31, N 1.— P. 77—88.

## СОДЕРЖАНИЕ

---

Предисловие	3
Список сокращений	4
Аквакультура беспозвоночных, состояние и хозяйственное значение	5
Характеристика культивируемых беспозвоночных	8
Биология выращиваемых организмов	19
Культивирование беспозвоночных	31
Моллюски	32
Двустворчатые моллюски	32
Брюхоногие моллюски	91
Головоногие моллюски	95
Иглокожие	96
Ракообразные	98
Высшие ракообразные	100
Санитарно-бактериальный контроль за выращиванием беспозвоночных и организация хозяйств	133
Заключение	145
Список литературы	146

Монография

**Александр Васильевич Супрунович**

**АКВАКУЛЬТУРА  
БЕСПОЗВОНОЧНЫХ**

*Утверждено к печати ученым советом  
Института биологии южных морей  
им. А. О. Ковалевского*

Редактор *В. И. Зубаток*  
Оформление художника *А. И. Омелянюк*  
Художественный редактор *Р. И. Калыш*  
Технический редактор *И. Н. Лукашенко*  
Корректоры *С. А. Доценко,*  
*Н. И. Криворучко, Э. Я. Белокопытова*

ИБ № 8603

Сдано в набор 09.06.87. Подп. в печ. 08.10.87. БФ 25136. Формат 60X90<sup>1/16</sup>. Бум. тип. № 1. Лит. гарн. Выс. печ. Усл. печ. л. 9,75. Усл. кр.-отт. 9,75. Уч.-изд. л. 11,26. Тираж 1000 экз. Зак. 2502. Цена 2 р. 60 к.

Издательство «Наукова думка». 252601 Киев 4, ул. Репина, 3.

Отпечатано с матриц Головного предприятия республиканского производственного объединения «Полиграфкнига», 252057, Киев, ул. Довженко, 3 в областной книжной типографии. 290000, Львов, ул. Стефаника, 11.