



# МОРСКАЯ АКВАКУЛЬТУРА

# МОРСКАЯ АКВАКУЛЬТУРА

*Допущено управлением кадров и учебных  
заведений Минрыбхоза СССР в качестве  
учебника для студентов вузов,  
обучающихся по специальности 1013  
«Ихтиология и рыбоводство»*



МОСКВА  
АГРОПРОМИЗДАТ  
1985

ББК 47.2

М 80

УДК 639.32 (07)

Рецензенты: кафедра рыбоводства Калининградского технического института рыбной промышленности и хозяйства (канд. биол. наук *В. С. Сыров*), д-р биол. наук *А. Н. Канидьев* (ВНПО по рыбоводству).

**Морская аквакультура** / [П. А. Мойсеев, А. Ф. Карпевич, М80 О. Д. Романычева и др.]; под ред. профессора П. А. Мойсеева. — М.: Агропромиздат, 1985. — 253 с.

В учебнике в соответствии с программой изложены основные направления развития морской аквакультуры. Описаны методы разведения и выращивания рыб, беспозвоночных и водорослей. Рассматриваются вопросы акклиматизации основных промысловых и кормовых объектов, а также создания подводных убежищ, искусственных нерестилищ и плавучих укрытий для морских рыб.

Для студентов рыбохозяйственных вузов.

М 4002030000—244 208—85 ТП Изд-ва «Легкая и пищ. пром.»

035(01)—85

ББК 47.2

639.2

## ВВЕДЕНИЕ

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

Биологические ресурсы Мирового океана и пресноводных водоемов в последние десятилетия используются в рыболовном отношении очень интенсивно, что ведет к уменьшению их запасов. Так, снизилась численность лососей, сельдей, трески, морских окуней, камбал, крабов, лангустов и многих других важнейших объектов промысла. Объем вылова традиционных объектов лова приблизился к предельно допустимой величине и даже проявил тенденцию к снижению, а суммарный вылов морских объектов в последние годы нарастал за счет увеличения добычи видов, запасы которых пока еще недостаточно интенсивно использовались (минтай, мойва, сардины, сардинеллы, ставрида и др.). Обширные прибрежные районы океана в результате установления 200-мильных экономических зон оказались закрытыми для промысла многих государств. В результате за последние годы (с 1970 г.) мировой улов рыб и беспозвоночных животных возрос только на 12 млн т, в то время как за предыдущие двадцать лет увеличение объема добычи составило более 45 млн. т.

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

В настоящее время человечество получает с 4,4 млрд. га, т. е. с 9 % площади нашей планеты, занятых сельскохозяйствен-

ными угодьями — пашнями, лугами и пастбищами (из них под пашней всего 1,5 млрд. га) почти 99 % продуктов питания, состоящими из мясных и молочных продуктов, зерновых, овощей, фруктов и т. д., в то же время 71 % ее поверхности, занятой морями и океанами, а также 2,5 млн. км<sup>2</sup> с пресноводными водоемами дают немногим более 1 % общего объема пищевых продуктов. Полезная продуктивность наземных, управляемых человеком сельскохозяйственных и животноводческих производств, в десятки и сотни раз выше продуктивности естественных сообществ морских и пресноводных бассейнов.

По современным представлениям в океане ежегодно производится более 1,2 триллиона тонн растительности, т. е. примерно столько же, как и на суше, а допустимый вылов традиционных видов рыб может составить около 100 млн. т, т. е. намного меньше, чем продукция животноводства. Результативность неуправляемых человеком океанических биопродукционных процессов со свойственными им протяженными и сложными пищевыми цепями, с потерями энергии, весьма низкая. Так, например, для того, чтобы получить один килограмм мяса рогатого скота, требуется 20—25 кг растительной массы, в то время как на получение такой же массы большинства промысловых рыб требуется в тысячи раз бóльшая масса водорослей в виде фитопланктона или различных макрофитов. В результате таких потерь в различных звеньях биопродукционных процессов в океанах, морях и пресноводных водоемах их рыбопродуктивность не высока.

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

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

В прибрежных морских хозяйствах успешно выращивают многие виды рыб — камбалу, желтохвоста, морских судаков и др. Уже стали привычными высокие урожаи устриц, мидий и других моллюсков на подводных фермах, дающих десятки тонн продукции с одного гектара, а также устойчивые и обильные «накосы» водорослей — порфиры, морской капусты и др. с подводных огородов. Уникальные биологические особенности таких рыб, как тихоокеанские лососи, осетровые и некоторые другие виды, — возвращаться после интенсивного питания в море на

нерест в родные реки, делают этих рыб прекрасными объектами пастбищного выращивания. Выведенную на рыбоводных заводах молодь этих рыб подкармливают, а затем выпускают в море, обеспечивая более высокий промысловый возврат, чем при естественном нересте.

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

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

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

Хорошо себя зарекомендовали акклиматизационные работы. Переселенные в Каспийское море кормовые объекты (червь nereis и моллюск синдесмия) значительно улучшили условия нагула осетровых и других рыб в этом обширном озере-море. Успешно прошло вселение в Тихий океан атлантической сельди шед; у тихоокеанского побережья США — полосатого окуня; кефали в Каспийское море; тихоокеанских лососей в бассейн Атлантического океана и южную часть Тихого океана и др.

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

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

Таким образом в понятие морская аквакультура (марикультура) включается широкий комплекс различных форм активного воздействия человека на биопродукционные процессы,

протекающие в солоноватоводных и морских бассейнах с целью повышения их биопродуктивности.

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

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

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

В своем становлении и развитии морская аквакультура опирается на закономерности и теоретические положения многих общебиологических дисциплин — зоологии беспозвоночных и позвоночных животных, гистологии, физиологии, экологии, ихтиологии, гидробиологии, генетики и селекции. Особое значение для научного обоснования процессов, свойственных марикультуре, имеет творческое использование теории и практики пресноводного товарного рыбоводства и рыбоводства в естественных водоемах, поскольку морская аквакультура включает в себя прежде всего морское рыбоводство. Широкое применение знаний в области теории видообразования, акклиматизации животных и растений, селекции и гибридизации, океанологии, а также в области гидротехники, связанных с созданием и эксплуатацией различных сооружений (волноломов, штормоустойчивых садков, подводных рифов, рыбаководных и выростных сооружений и др.), еще более расширяет круг требований, связанных с научным обоснованием морской аквакультуры.

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

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

**История и развитие морской аквакультуры.** Развитие аквакультуры, прежде всего разведение пресноводных рыб, насчитывает по меньшей мере 4 тыс. лет. Известно, что в Китае (3750 лет тому назад) создавались пруды для разведения рыбы, а несколько позже (1120 г. до н. э.) многие виды рыб выращивались для товарного использования. В 599 г. до н. э. китаец Фан Ли опубликовал первое известное нам пособие по разведению рыб, а 500—600 лет тому назад в этой стране в промышленных масштабах выращивали порфиру, устриц, жемчужниц, кефаль и другие морские объекты. Несколько позже рыбоводство стало развиваться в Месопотамии, Древнем Египте, Риме, Греции и других странах. Ныне разведение пресноводных объектов превратилось в значимую ветвь рыбного хозяйства, обеспечивающую около 4 млн. т продукции.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Массовыми объектами морской аквакультуры являлись преимущественно те виды, которые обеспечивали высокий урожай, не нуждаясь в искусственном кормлении (водоросли, моллюски, кефаль), или при непродолжительном кормлении на первых этапах жизни, а впоследствии питаются естественными кормами (проходные лососи, осетровые), а также те виды, которые нуждались в кормлении в течение всего периода выращивания до

достижения товарной массы (угри, желтохвост, форель, креветки и др.).

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

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

За последние годы наблюдается увеличение урожая и числа объектов морской аквакультуры. Это объясняется ограниченными возможностями дальнейшего развития рыболовства, созданием морских хозяйств, расширением знаний в области биологических основ морской аквакультуры, созданием специализированных устройств, механизмов и приборов для работы на подводных хозяйствах, разработкой биотехники выращивания ряда кормовых и промысловых объектов. Так, объем мировой продукции мариккультуры в 1980 г. превысил на 2,5 млн. т такую в 1970 г.

Загрязнение водной среды различными отравляющими веществами — радиоактивными отходами, пестицидами, тяжелыми металлами, промышленными и бытовыми стоками и т. д. — отрицательно влияет на морскую флору и фауну. Объекты морской аквакультуры приурочены преимущественно к прибрежной зоне, которая в первую очередь и в наибольшей степени подвержена загрязнению. Например, в северной части Тихого океана

почти полностью погибла морская трава зостера, являвшаяся основным субстратом для нереста сельди.

По некоторым оценкам уже теперь в результате загрязнения биопродуктивность океана снизилась более чем на 10 %, и это снижение преимущественно затронуло прибрежные зоны. Весьма значимо воздействуют на биопродуктивность прибрежных морских регионов различные гидротехнические сооружения. Так, под влиянием гидростроительства водный режим Аральского, Каспийского и Азовского морей существенно изменился — возросла соленость; изменился характер весеннего паводка. Все это привело к снижению численности традиционных для этих морей объектов. Изменение гидрологического режима Черного моря сопровождается существенным ухудшением условий обитания мидий, устриц, шпрота и др. Создание Ассуанской плотины на р. Нил привело к изменению экологических условий в дельте этой реки и прилегающих районах восточной части Средиземного моря и уменьшению их рыбопродуктивности.

Такого рода примеры свидетельствуют о большой чувствительности объектов морской аквакультуры к изменениям условий окружающей среды и о необходимости не только всемерного предотвращения такого рода влияний, но и прогнозирования возможности их возникновения при проектировании и создании хозяйств морской аквакультуры.

Однако многие объекты марикультуры способствуют очищению вод от загрязнения. Фильтрационные способности моллюсков приводят к снижению уровня загрязнения воды тяжелыми металлами, радиоактивными элементами и другими вредными веществами. Некоторые водоросли не только хорошо переносят повышенные уровни загрязнения, но и более интенсивно растут. Так, глациолария чувствует себя лучше в водах, загрязненных бытовыми и сельскохозяйственными сбросами, а зеленая водоросль кладофора способствует удалению избытка биогенов и препятствует, таким образом, эвтрофизированию лагун.

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

Пастбищное рыбоводство осуществляет искусственное разведение промысловых объектов, выращивает жизнестойкую молодь, которая при необходимости подращивают на первых этапах жизни, а затем выпускают в естественные водоемы, где проходит относительно длительный период нагула с использованием естественных кормовых объектов. При акклиматизации или недостатке производителей объекты разведения (производители или оплодотворенная икра) могут завозиться из других районов.

Данный тип хозяйств наиболее применим для рыб, обитающих в прибрежной зоне (камбалы, морские окуни, корюшки,

кефали и др.), и проходных (лосси, осетровые и др.) рыб, а также для беспозвоночных с ограниченным ареалом прибрежного обитания и миграционным инстинктом (креветки, многие раковинные моллюски—мидии, устрицы, гребешки, абалоны и др.). Пастбищное рыбоводство позволяет повысить продуктивность морских водоемов путем целенаправленного и эффективного воспроизводства его обитателей. Этот тип хозяйств наиболее приемлем и при акклиматизации объектов в новом для них водоеме.

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

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

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

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

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

Акклиматизационные мероприятия предусматривают вселение в водоемы новых кормовых или промысловых

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

Трансплантация молоди или оплодотворенной икры водных организмов в водоемы с более благоприятными условиями для их выращивания может носить систематический (зарыбление) или спорадический характер. На протяжении многих лет в Дании молодь камбалы перевозят из малопродуктивных прибрежных вод Северного моря в высококормные заливы Западной Балтики, обеспечивая несколько тысяч тонн дополнительного прироста массы рыб. Молодь угря ежегодно доставляют от берегов Франции в водоемы Балтийского бассейна.

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

**Перспективы развития марикультуры.** Многие государства и

Международные организации разработали программы развития марикультурных хозяйств, исходя из возможного перечня объектов разведения и выращивания, зоогеографических характеристик, рельефа и океанологического режима прибрежных районов, потребностей населения в продуктах из морских объектов и т. д. Намечается уже к 2000 г. достичь объема мировой продукции морской аквакультуры порядка 20 млн. т (вместо 6 млн. т в 1982 г.) и в дальнейшем довести его до 40—50 и более млн. т, обеспечив в перспективе определяющую роль морских и пресноводных хозяйств по выращиванию рыб, беспозвоночных и водорослей в общем объеме продукции водных объектов\*.

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

Шельфовая зона Мирового океана занимает 25,6 млн. км<sup>2</sup>, а если исключить из нее мелководья Арктики и Антарктики (6 млн. км<sup>2</sup>), как непригодные для выращивания объектов марикультуры, то прибрежные плато умеренных и тропических районов составят около 20 млн. км<sup>2</sup>. Наиболее мелководная часть его, с глубинами менее 20 м, занимает 0,7 млн. км<sup>2</sup>, а с несколько большими (20—50 м) — 3,29 млн. км<sup>2</sup>.

Современная практика ведения марикультурных хозяйств свидетельствует о том, что для размещения садков и других плавучих сооружений можно использовать около 40 % площади шельфа с глубинами менее 20 м и около 5 % шельфовой зоны, расположенной в пределах от 20 до 50 м. Искусственные подводные рифы могут размещаться до глубин в 200 м. Таким образом суммарная площадь приемлемых для морской аквакультуры участков шельфа в Мировом океане оценивается в 0,44 млн. км<sup>2</sup>.

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

Средняя продуктивность объектов марикультуры (порфира, ламинария, устрицы, гребешки, желтохвосты), выращиваемых в теплых районах, составляет примерно 300—350 т/км<sup>2</sup>. Если

---

\* Здесь и далее данные о перспективе развития марикультуры взяты из книги «Биологические ресурсы мирового океана», Наука, 1979.

принять для всех зоогеографических регионов Мирового океана среднюю продуктивность марикультурных хозяйств 200 т/км<sup>2</sup>, то с участков шельфа (0,44 млн. км<sup>2</sup>) можно получать 90 млн. т водных объектов.

В последние годы морская аквакультура развивается во многих странах нарастающими темпами. Начиная с 1975 г. в Японии среднегодовой прирост продукции марикультуры составляет 9—10 % и в 1982 г. ее объем составил 1052 тыс. т (в том числе 180 тыс. т рыбы, 400 тыс. т моллюсков и 460 тыс. т водорослей), т. е. 35 % всего прибрежного и 9 % общего вылова. В этой стране намечается к 2000 г. в 3,2 раза увеличить акватории, занятые под хозяйства марикультуры, и довести ее продукцию до 3—4 млн. т. В Китае за последние 10 лет продукция хозяйств марикультуры возросла с 183 до 450 тыс. т, составив 10,2 % общего вылова. Норвегия намеревается увеличить продукцию лососевых рыб, доведя ее до 100 тыс. т за счет искусственного выращивания. За период с 1970 по 1975 г. в США продукция аквакультуры удвоилась, составив около 95 тыс. т, а по прогнозам к 1990—2000 гг. она достигнет 0,6 млн. т, прежде всего за счет выращивания лососей, устриц, сомика, форели и омаров. Большое внимание развитию марикультуры уделяют во Франции, Швеции, Ирландии, Дании и других европейских странах. Развивается морская аквакультура и в странах бассейна Средиземного моря. Специалисты этих стран считают, что в ближайшие 15—20 лет урожай продуктов марикультуры будет составлять около 100 тыс. т. Существенно наращивают продукцию морские хозяйства КНДР. В странах тропической зоны успешно выращивают молочную рыбу (Chanos).

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

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

Неуклонно увеличивающаяся численность населения и рост его благосостояния сопровождается все повышающимся спросом на пищевые продукты, усилением требований к расширению их ассортимента и повышению качества, а также к их медицинской и пищевой значимости. В этой связи потребность населения и народного хозяйства Советского Союза в продукции морских и пресноводных водоемов весьма устойчива, достаточно велика и из года в год возрастает. Объем вылова и продукция рыбоводных хозяйств также из года в год возрастают.

Значительно улучшается снабжение населения рыбными продуктами. Если в 1950 г. на каждого жителя нашей страны приходилось около 5 кг рыбных продуктов в год, то в 1983 г. эта цифра составила 18,2 кг.

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

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

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

К побережью Советского Союза, протяженность береговой линии которого составляет 62,9 тыс. км, прилегают моря общей площадью 11,6 млн. км<sup>2</sup>. Их шельфовая зона превышает 6 млн. км<sup>2</sup>, а площадь с глубинами менее 25 м оценивается в 1,26 млн. км<sup>2</sup>. Общая площадь мелководий, пригодных для обитания объектов марикультуры (без арктических и субарктических зон), определяется в 0,38 млн. км<sup>2</sup>. Если 10 % этой акватории (учитывая большую протяженность береговой линии, свойственную большинству морей) будет использована, то площадь таких хозяйств составит 38—40 тыс. км<sup>2</sup>.

В северной части СССР наиболее перспективным для развития аквакультуры является западное побережье Баренцева и некоторые заливы Белого морей. Здесь можно создавать искусственные нерестилища для сельдей, культивировать таких рыб, как сельди, навага, камбаловые, атлантические лососи, форель, кижуч и др. Кормовая база Баренцева моря позволяет проводить акклиматизацию таких обитателей Тихого океана, как камбаловые, терпуг, камчатский и синий крабы, антарктические

## Наиболее перспективные объекты марикультуры в СССР

Объект	Район выращивания
Водоросли	
Ламинария японская — <i>Laminaria japonica</i> Aresch.	Японское, Охотское, Берингово моря
Ламинария сахаристая — <i>Laminaria saccharina</i> (L.) Lamour	Баренцево, Белое моря
Костария ребристая — <i>Costaria costata</i> (Turn.) Saund.	Японское море
Ундария перистонадрезная — <i>Undaria pinnatifida</i>	Японское море
Порфира — <i>Porphyra</i> ssp.	Японское море
Грацилярия веррукоза — <i>Gracilaria verucosa</i> (Hudson).	Японское, Черное моря
Анфельдия тубутинская — <i>Ahnfeltia tobuchiensis</i> (Kanno et Matsub) Mak.	Японское море, южная часть Охотского моря
Беспозвоночные	
Устрица тихоокеанская — <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg)	Японское море, Черное море
Устрица плоская — <i>Ostrea edulis</i> (L.)	Черное море
Мидия съедобная — <i>Mytilus edulis</i> (L.)	Белое и Баренцево моря
Мидия средиземноморская — <i>Mytilus galloprovincialis</i> L.	Черное, Азовское моря
Мидия Грея — <i>Crenomytilus grayanus</i> (Dunker)	Японское море
Гребешок приморский — <i>Patinopecten yessoensis</i> (Jay).	Японское море, южная часть Охотского моря
Гребешок исландский — <i>Clamys (Pecten) islandicus</i> Müller	Баренцево море
Мия — <i>Mya (Arenomyi) japonica</i> Jay	Японское море
Шримс травяной — <i>Pandalus kessleri</i>	Японское море
Креветка длиннорукая — <i>Macrobrachium rosenbergi</i> (De Man).	Черное море, геотермальные воды
Креветка тихоокеанская — <i>Pandalus prensor</i> (Stimpson).	Японское, Черное, Азовское моря
Краб камчатки — <i>Paralithodes camtchatica</i> (Tilesius).	Японское, Охотское, Берингово, Баренцево моря
Омар — <i>Homarus americanus</i> (M. Milne-Edwards).	Баренцево море
Трепанг — <i>Stichopus japonicus</i> Selenka	Японское море
Морской еж — <i>Strongylocentrotus nudus</i> (Aqassiz)	Дальневосточные моря
Рыбы	
Осетр русский — <i>Acipenser buidenstädti</i> Brandt	Каспийское, Азовское, Балтийское моря
Осетр атлантический — <i>Acipenser sturio</i> (L.)	Черное море
Белуга — <i>Huso huso</i> (L.)	Азовское, Каспийское моря
Бестер — <i>Huso huso</i> x <i>Acipenser ruthenus</i>	Азовское, Черное, Балтийское моря
Сельдь тихоокеанская — <i>Clupea palasi</i> Valenciennes marisalli Berg.	Дальневосточные моря
Сельдь беломорская — <i>Clupea pallasii</i> marisalbi Berg.	Белое море

Объект	Район выращивания
Сельдь атлантическая — <i>Clupea harengus harengus</i> L.	Баренцево, Аральское море
Сельдь балтийская — <i>Clupea harengus membras</i> L.	Балтийское море
Кета — <i>Oncorhynchus keta</i> (Walbaum)	Дальневосточные моря, Каспийское море
Горбуша — <i>Oncorhynchus gorbusha</i> (Walbaum)	Дальневосточные моря, Баренцево, Белое моря
Кижуч — <i>Oncorhynchus kisutsh</i> (Walbaum)	Дальневосточные моря, Балтийское, Каспийское моря
Сима — <i>Oncorhynchus masu</i> (Brevoort)	Японское море
Нерка — <i>Oncorhynchus nerka</i> (Walbaum)	Охотское, Берингово моря
Чавыча — <i>Oncorhynchus tshawytscha</i> (Walbaum)	Берингово, Охотское моря
Стальноголовый лосось — <i>Salmo gairdneri</i> (Richardson)	Черное и Балтийское моря
Микижа — <i>Salmo mykiss</i> Walbaum	Балтийское, Белое моря
Радужная форель — <i>Salmo irideus</i> (Gib)	Белое, Балтийское, Черное моря
Семга — <i>Salmo salar</i> (L.)	Баренцево, Белое, Балтийское моря
Белорыбица — <i>Stenodus leucichthys</i> (Guld.)	Каспийское море
Корюшка малоротая — <i>Hypomesus pretiosus</i> (Girard)	Японское, Охотское моря
Угорь речной — <i>Anguilla anguilla</i> (L.)	Бассейны Балтийского, Азовского и Черного морей
Сайра — <i>Cololabis saira</i> Brevoort	Северо-западная часть Тихого океана
Треска — <i>Gadus morhua</i> (L.)	Баренцево море
Пикша — <i>Melanogrammus aeglefinus</i> (L.)	Баренцево море
Путассу — <i>Micromesistius poutassou</i> (Risso)	Баренцево море
Японский морской судак — <i>Lateolabrax japonicus</i> (Cuvier)	Японское море
Барабуля черноморская — <i>Mullus barbatus ponticus</i> (Essipov)	Черное море
Бычок — кругляк — <i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas)	Азовское море
Окунь морской темный — <i>Sebastes schlegeli</i> (Hilgendorf)	Японское море
Окунь морской трехполосый — <i>Sebastes trivittatus</i> Hilgendorf	Японское море
Лаврак — <i>Dicentrarchus labrax</i> (L.)	Черное море
Полосатый окунь — <i>Roccus saxatilis</i> (Walbaum)	Черное и Азовское моря и их бассейны
Нототения мраморная — <i>Notothenia rossi marmorata</i> Fischer	Баренцево, Берингово моря
Терпуг пятнистый — <i>Hexagrammos stelleri</i> Tilesius	Баренцево море
Терпуг одноперый — <i>Pleurogrammus monopterygius</i> (Pallas)	Баренцево море

Объект	Район выращивания
Калкан — <i>Psetta maeutica</i> (Palas)	Черное море
Камбала глосса — <i>Platichthys flesus flesus</i> (L.)	Черное, Азовское, Каспийское, Аральское моря Японское море
Камбала темная — <i>Liopsetta obscura</i> (Herzenstein)	Азовское, Черное моря
Сингиль — <i>Liza aurata</i> (Risso)	Азовское, Черное моря
Лобан — <i>Mugil cephalus</i> (L.)	Японское, Черное, Азов-
Пиленгас — <i>Mugil so iuy</i> Basilevsky	ское моря

рыбы и др. В этих районах можно культивировать ламинарии, мидии, гребешки и др.

В Балтийском море наибольший интерес представляют садковое и бассейновое выращивание лососей, сигов, угря, камбал и других рыб. Существенное значение могут иметь разведение и пастбищное выращивание балтийского лосося и осетровых.

В Черном, Азовском и Каспийском морях целесообразно заниматься воспроизводством генеративно-пресноводных рыб, осетровых, лососевых, белорыбицы и др. Хорошо известны результаты по разведению, подращиванию и последующему морскому пастбищному выращиванию осетровых в бассейне Каспийского моря, позволившие увеличить запасы этих рыб.

Ихтиофауну бассейнов южных морей можно сделать более богатой за счет вселения полосатого окуня, лаврака, стальноголового лосося и некоторых других обитателей западного полушария.

Бассейн Каспийского моря может быть использован и как нагульный водоем для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей, камбалы Глосса и др.

В Азовском море наиболее перспективными объектами культивирования являются карповые рыбы. В этом водоеме можно выращивать в садках бестера, угрей, камбалу Глосса и бычков, также возможна акклиматизация полосатого окуня и других рыб.

В Черном море можно выращивать жизнестойкую молодь для увеличения численности естественных популяций таких рыб, как стальноголовый лосось, полосатый окунь, кефаль, камбала Глосса и др. Для выращивания товарной рыбы с использованием естественной кормовой базы можно использовать кефаль, бычков и др. Для товарного выращивания в замкнутых системах подходят калкан, камбала Глосса, стальноголовый лосось, полосатый окунь и др.

Большие возможности для развития морских хозяйств имеются на шельфе дальневосточных морей, где в больших объемах можно выращивать ламинарии, устрицы, гребешки, мидии и др.

Особое значение имеют работы по разведению, подращиванию, а затем пастбищному выращиванию тихоокеанских лососей. Существенно повысить продуктивность Японского моря и южной части Охотского моря может массовое разведение и пастбищное выращивание камбал, кефали (пиленгас), терпуга, морских окуней, корюшек и др. Для увеличения численности естественных популяций этих видов особое значение приобретает создание вдоль многих участков побережья подводных рифов. Большое значение имеет создание искусственных нерестилищ для сельди вдоль побережья Охотского моря.

# Часть I

## МОРСКОЕ РЫБОВОДСТВО

Морское рыбоводство — это раздел аквакультуры, занимающийся разведением и выращиванием рыб в морских или солоноватоводных водоемах. Он включает в себя целый комплекс взаимосвязанных общебиологических и рыбоводных процессов: разведение и товарное выращивание объектов рыбоводства, выращивание кормовых объектов, селекцию и гибридизацию рыб, мелиорацию нерестовых и нагульных угодий и т. д.

Морское рыбоводство обеспечивает устойчивое воспроизводство, повышает эффективность размножения, уменьшает отход личинок и мальков, способствует получению полноценного потомства, созданию более ценных товарных форм, позволяет бороться с заболеваниями рыб и таким образом существенно повышает биопродуктивность водных экосистем.

В морском рыбоводстве имеются следующие типы хозяйств: пастбищные, товарные, полносистемные.

### Глава 1

#### ПАСТБИЩНОЕ РЫБОВОДСТВО

Основной задачей пастбищного рыбоводства является получение потомства ценных промысловых объектов путем массового выращивания жизнестойкой молоди на рыбоводных заводах или другим методом и выпуска ее в бассейны или садки для выращивания или непосредственно в море на естественные пастбища.

#### § 1. РАЗВЕДЕНИЕ МОРСКИХ РЫБ

В настоящее время разводят около 30 видов морских рыб, многие из которых являются перспективными объектами отечественной мариккультуры.

Методы отлова, содержания и стимуляции созревания производителей, а также получение и инкубация икры многих видов рыб разработаны достаточно хорошо, но выращивание личинок еще не всегда дает стабильные результаты.

Большие сложности при искусственном разведении морских рыб связаны с подбором соответствующего корма для личинок. Личинки большинства морских рыб очень мелкие, часто малоподвижные, но нуждающиеся в обильном мелком корме.

Период резорбции желточного мешка обычно непродолжителен, период допустимого голодания проходит довольно быстро, и недостаток требуемого корма может стать причиной массовой гибели личинок. При переходе на активное питание личинкам морских рыб нужны очень мелкие и живые кормовые объекты, размеры которых для разных личинок варьируют от 30 до 500 микрон. Величина кормовых объектов не всегда зависит только от размера личинок, а также от особенностей морфологического строения и строения ротового аппарата и пищеварительного тракта, способности личинок к передвижению и т. д.

Наиболее мелким кормом являются жгутиковые водоросли и личинки моллюсков (30—100 мкм), более крупным — коллатки (120—200 мкм), широко применяемые в морском рыбодоводстве. Относительно крупным кормом можно считать науплии рачка артемии, размеры которых около 500 мкм. Ими кормят перешедших на активное питание личинок таких морских рыб, как камбаловые, кефалевые и др. Технология разведения коллаток и артемии в искусственных условиях разработана достаточно хорошо.

Наряду с культивированием живых кормов для кормления личинок иногда применяется естественный зоопланктон, предварительно процеженный через специальные сита. Его использование нередко дает даже лучший результат, чем кормление личинок однообразным кормом. Очень важна своевременная смена объектов питания, соответствующая потребностям личинок данного вида на каждом этапе развития.

В морском рыбодоводстве еще недостаточно разработаны стартовые (начальные) корма и в настоящее время большое внимание уделяется созданию мельчайшего искусственного сухого корма, пригодного для длительного хранения, что значительно упростило бы технологию выращивания личинок и позволило бы избежать больших потерь выращиваемых объектов из-за отсутствия необходимого живого корма.

Очень результативным является выращивание личинок морских рыб совместно с одноклеточными водорослями, присутствие которых в выростных емкостях способствует удалению продуктов метаболизма рыб, угнетению бактериальной флоры и поддержанию высокого насыщения воды кислородом. Кроме того, водоросли служат пищей для мелких беспозвоночных, которыми питаются личинки морских рыб.

В начальный личиночный период концентрация кормовых организмов должна быть наиболее высокой. По мере роста личинки становятся более подвижными и потребляют относительно более крупные организмы, концентрация которых может быть меньше, чем мельчайшего начального корма. Минимальная концентрация корма для ранних личинок должна быть не менее 1 экз./мл, но в каждом конкретном случае эта величина нуждается в дополнительном уточнении.

При определении наиболее целесообразного объекта выращивания в марикультуре исходят из его потребительской ценности, удобства культивирования, рентабельности предприятия и т. д. При этом объект должен иметь достаточно быстрый темп роста, отличаться высокой оплатой корма, давать большую продукцию при значительных плотностях посадки, быть устойчивым к различным заболеваниям, опасность возникновения которых усиливается при большой концентрации рыб в ограниченном пространстве. Кроме того, выбранный объект должен потреблять недорогие и доступные корма, находить сбыт и иметь низкую себестоимость.

**Разведение камбалы-калкана.** Производителей калкана добывают донным тралом на глубине 40—70 м. В море калкан выметывает несколько порций икры, но в искусственных условиях обычно получают только одну порцию. Осеменение икры производят сухим или полусухим методом. Икру инкубируют в непроточной воде в плоских сосудах или аппаратах Вейса вместимостью 10 л. Оптимальные условия для развития икры: температура 13—14 °С; соленость 18 ‰; насыщение воды кислородом не менее 80—90 %. Отход икры за период инкубации обычно незначительный. При температуре 12 °С выклев личинок происходит на пятые сутки.

За 3—4 сут до выклева личинок лотки или бассейны, где предполагается выращивание личинок, заполняют отфильтрованной морской водой, в которую добавляют питательные вещества и комплекс витаминов, необходимых для развития одноклеточных водорослей, плотность которых поддерживают на уровне  $10^6$  клеток в 1 мл, что обеспечивает 100 %-ное насыщение воды кислородом. В период бурного развития водорослей в емкость вносят коловраток и поддерживают их концентрацию в воде на уровне 3—5 экз./л.

Количество выклюнувшихся личинок калкана составляет 80 %, размер — около 3 мм. Через 3—4 сут при длине около 3,5 мм личинки переходят на активное питание коловратками. На 5—8-е сутки плавательный пузырь наполняется воздухом. На 6—8-е сутки личинкам начинают давать в качестве корма науплий артемии. В возрасте 19 сут начинается метаморфоз: происходит увеличение высоты тела, личинки начинают плавать на правом боку, в таком положении захватывая пищу; форма тела становится плоской. В результате метаморфоза высота тела у личинок калкана составляет 49 % его длины. В возрасте 25 сут при средней длине личинок 10,5 мм начинается перемещение правого глаза к вершине головы. В возрасте 35 сут заканчивается метаморфоз личинок и наступает мальковый период.

**Разведение камбалы глосса.** Метод выращивания камбалы глосса несколько отличается от описанного выше. Производителей этой камбалы вылавливают донным тралом и помещают

в бассейны с температурой воды 8 °С и соленостью 13—17 ‰. Нерест рыб проходит зимой. В результате осеменения оплодотворяется 50—90 % икры, которую инкубируют при температуре воды 11 °С и солености 19 ‰. Продолжительность эмбрионального периода до выклева составляет 104—110 ч, выживаемость — 50 %. Длина выклюнувшихся личинок 2,1—3,1 мм. Они полупрозрачные, с большим желточным мешком, который рассасывается только на 7-е сутки.

На 3-и сутки после выклева личинок пересаживают в выростные емкости объемом 300—900 л с чистой морской водой температурой 10—15 °С и соленостью 14—16 ‰. Предварительно в эти емкости вносят жгутиковые водоросли или хлореллу.

В возрасте 4—5 сут личинки переходят на активное питание. Их кормят коловратками, которых вносят в выростные емкости на 2-е сутки из расчета 5 экз./мл. Через две недели личинкам начинают скармливать науплий артемии.

Метаморфоз начинается на 40-е сутки и завершается в возрасте 60—75 сут. Выживаемость личинок за время метаморфоза составляет 10—15 %.

Выращенную на рыбоводных предприятиях жизнестойкую молодь камбал можно использовать для выпуска в лиманы и прибрежные районы моря, где имеется богатая естественная кормовая база (пастбищное рыбоводство), с целью увеличения уловов этих рыб, а часть молоди целесообразно передавать нагульным хозяйствам в качестве посадочного материала для выращивания товарных рыб.

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

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

Икра у лобана пелагическая, ее собирают и инкубируют в аквариумах, тазах, садках и других емкостях. Иногда икру

получают методом отцеживания. В этом случае ее осеменение производят сухим и полусухим способами.

Выключнувшихся личинок длиной около 2 мм помещают в небольшие бассейны вместимостью 2 м<sup>3</sup>, куда за 1—2 сут до этого вносят одноклеточные водоросли с таким расчетом, чтобы к моменту посадки личинок плотность водорослей составляла 0,5—0,7 млн. клеток в 1 мл воды. За счет фотосинтетической деятельности водорослей в бассейне поддерживается насыщение воды кислородом не ниже 70 %. На 13—14-е сутки выростные емкости переводят на проточный режим.

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

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

**Разведение полосатого окуня.** Полосатый окунь был завезен в СССР в середине 70-х годов из США.

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

Метод получения зрелой икры от стада производителей полосатого окуня после их нереста в бассейнах получил широкое применение, так как в этом случае производители не погибают и отход икры значительно ниже (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

**Рыбоводные результаты при различных методах получения икры полосатого окуня**

Способ получения зрелой икры	Выживаемость производителей после получения икры, %	Оплодотворение, %	Отход икры при инкубации, %	Выклев личинок от 1 самки, тыс. экз.
Отцеживание	0	25—30	30—40	10—20
При нересте в бассейне	100	80—90	10	200

При этом методе самок отбирают с ооцитами диаметром не менее 950—1000 мкм и инъецируют гипофизом сазана в два приема. После стимуляции к каждой самке подсаживают по 2—3 текущих самца. Рыбы нерестятся в бассейне при температуре 17—19 °С. Через 3—4 ч после нереста икру отлавливают из бассейна и помещают для дальнейшей инкубации в аппараты Вейса.

Длительность инкубационного периода зависит от температуры и варьирует от 34 до 44 ч. Температура воды свыше 22 °С является летальной для инкубируемой икры. Резорбция желтка у личинок полосатого окуня при температуре 20—22 °С завершается на 5—6-е сутки, плавательный пузырь заполняется воздухом на 4,5—6-е сутки, на активное питание личинки переходят в возрасте 4,5—5 сут.

Полученную молодь полосатого окуня выращивают в прудах площадью 0,05 га, кормят фаршем из свежей малоценной рыбы. При таком интенсивном методе выращивания полосатого окуня в прудах сеголетки достигают массы 30—60 г, двухлетки — 500—1000, трехлетки — 800—1500, четырехлетки — 1000—2000, пятилетки — 2000—3500, шестилетки — 3500—6000 г. Выживаемость рыб массой более 25—30 г близка к 100 %.

В большом объеме разведение морских рыб осуществляется в Японии, где освоены методы массового получения личинок и выращивания жизнестойкой молоди морских карасей — красного тая и черного тая. Здесь выращивают около 100 тыс. экз. молоди красного тая и около 10 тыс. экз. черного тая.

**Разведение красного морского тая.** Это ценная рыба, перспективная для морской аквакультуры на Дальнем Востоке нашей страны.

Производителей, отловленных в море, некоторое время выдерживают в садках до окончательного созревания, не применяя гипофизарных инъекций, так как считается, что проинъецированные самки не всегда дают полноценную икру. Созревших производителей при соотношении полов 1:1 отсаживают для естественного нереста в бассейны вместимостью до 20 м<sup>3</sup>. В процессе нереста одну самку сопровождают до 15 самцов. Оплодотворение икры гетероспермное. Икра у красного тая пелагическая, после вымета находится в толще воды. Направленное круговое движение верхних слоев воды в бассейне обеспечивает вынос икринок к специальному желобу, в конце которого их вылавливают сачком из дели с мелкой ячейей.

Икру инкубируют в цилиндрических аппаратах. При температуре 25 °С инкубация завершается через 2—2,5 сут. Личинки очень мелкие, около 2 мм. Через 1,5 сут после выклева личинок помещают в выростные емкости для дальнейшего выращивания. В период перехода личинок на активное питание их кормят коловратками, а через несколько суток начинают вводить в рацион науплий артемии. После того как молодь достигает массы 300—800 мг и до выпуска ее в море в рационе используют искусственные корма.

Молодь выращивают в садках, где ее кормление сопровождается звуковым сигналом. После выпуска этой молоди в залив (к моменту выпуска она имеет длину около 10 см) выработанный звуковой рефлекс используют при дальнейшей подкормке и отлове рыб. С помощью мечения установлено, что выживаемость красного тая от начального количества выпущенной молоди до промыслового размера составляет от 5 до 25 %.

**Выращивание личинок желтохвоста.** Личинок этой рыбы выращивают для садковых товарных хозяйств. Личинок длиной около 15 мм отлавливают специальными сетями в прибрежных районах моря. Однако в уловах встре-

чаются особи разной длины, и поэтому сразу после отлова их необходимо рассортировать по размерам во избежание каннибализма. Затем личинок помещают в садки из нейлоновой ткани, площадь которых от 20 до 50 м<sup>2</sup>, а высота 1—3 м. Кормят личинок желтохвоста в момент перехода на активное питание личинками устриц, через 3—5 сут начинают давать коловраток брахионус, позже в рацион добавляют мелких копепод (часто из отловленного в море зоопланктона). Подросшим малькам желтохвоста скормливают личинок малоценных рыб, а через месяц после начала выращивания начинают приучать к искусственному корму, который изготавливают в виде фарша из малоценных рыб, а также начинают давать комбинированные кормосмеси, приготовленные на основе рыбной муки и других сухих компонентов.

## § 2. РАЗВЕДЕНИЕ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

Созданные гидротехнические сооружения существенно изменили гидрологический режим зарегулированных рек, что отразилось на воспроизводстве запасов проходных и полупроходных рыб. Перед рыбоводством встали новые грандиозные задачи по сохранению и преумножению ресурсов ценных рыб, по своим масштабам не имеющих прецедентов в мировой практике рыбного хозяйства. В ряде случаев искусственное рыборазведение почти полностью заменило естественное размножение многих видов рыб, среди которых можно назвать и лососевых.

Биотехнику разведения проходных лососевых рыб рассмотрим на примере осенней кеты, атлантического лосося и белорыбицы.

**Разведение кеты.** Заготовку производителей для рыбоводных заводов осуществляют в нерестовых реках путем установки заграждений с ловушками или отлова неводами производителей ниже района расположения нерестилищ. Из улова отбирают особей с хорошо выраженным брачным нарядом (IV стадия зрелости гонад) и отсаживают для окончательного созревания в садки. Период дозревания составляет от 1 до 15 сут. Производителей со слабо выраженными признаками брачного наряда пропускают вверх по реке на естественные нерестилища.

Для рыбоводных целей можно использовать икру и молоки только от производителей с вполне зрелыми половыми продуктами. По мере надобности отобранных для получения половых продуктов самок и самцов отлавливают и оглушают ударом по затылку. Для взятия икры самок помещают на разделочный столик, где делают разрез по средней линии брюшка от ануса до грудных плавников. Икра осторожно стекает в таз по наклонному бортику, или ее аккуратно извлекают рукой. Оболочка зрелых икринок тонкая, нежная, слегка сморщенная.

**Инкубация икры.** Осеменяют икру сухим способом, на собранную от 3—5 самок икру выливают молоки 2—3 самцов. После этого икру и молоки перемешивают и доливают воду. Еще раз тщательно перемешивают и отмывают.

Отмытую икру для набухания помещают на 1,5—2 ч в проточную воду. В период набухания чувствительность икринок

к механическому воздействию резко возрастает, поэтому в течение 1,5—2 ч икру не трогают. В тех случаях, когда предстоит длительная перевозка икры, рекомендуется период набухания удлинить до 2,5—3 ч, так как наименьшая чувствительность икры обычно наступает спустя 2—2,5 ч после оплодотворения. Период пониженной чувствительности длится 5—6 ч, и за это время икру следует доставить с пункта сбора на рыбоводный завод. От пункта сбора до инкубационного цеха икру перевозят в деревянных ящиках, а при длительных перевозках используют пенопластовые ящики конструкции ЦПАУ.

Привезенную с пункта сбора икру некоторое время в тех же емкостях выдерживают в инкубационном цехе и несколько раз поливают водой, чтобы икра постепенно приняла температуру инкубатора. В тару с икрой наливают воду и выбирают икру специальными совками. Рамки для раскладки икры обязательно помещают в лотки с водой. Передний край совка погружают в воду и икра из него плавно перемещается на рамку. Икру раскладывают в 1—1,5 слоя. Рамки с икрой складывают в стопки, прикрывают сверху пустой рамкой и устанавливают в инкубационные аппараты, желоба или питомники для инкубации. В некоторых аппаратах икра инкубируется непосредственно в инкубационных емкостях.

Для инкубации икры лососевых рыб применяют инкубационные аппараты горизонтального и вертикального типов. Среди горизонтальных наибольшей популярностью пользуются аппараты Аткинса, Шустера, калифорнийские, дальневосточные, ропшинские и ячиковые. Инкубационные аппараты вертикального типа появились сравнительно недавно, и наиболее известными являются аппараты «Риттай» (Япония), «Энваг» (Швеция), «Стеллажи» (США), ИВТ и ИМ (СССР). Аппараты вертикального типа более экономичны и занимают меньшую площадь.

На икру и свободных эмбрионов солнечный свет действует губительно. Поэтому икру и свободных эмбрионов содержат в темноте, а все работы с ними проводят при слабом рассеянном свете. Икру в аппаратах регулярно просматривают, обращают внимание на заилненность, наличие сапролегнии, определяют стадии развития, фиксируют количество погибшей икры. Погибшую икру нужно убирать из аппаратов, так как она является субстратом для развития и распространения сапролегнии и, разлагаясь, ухудшает кислородные условия для развития здоровой икры.

На рыбоводных заводах в период инкубации икры рекомендуется поддерживать температуру воды в начале инкубации (осенью) от 6 до 12 °С, а в зимний период — от 2 до 4 °С. Для поддержания требуемого температурного режима на заводах регулируют поступление более холодной (речной) и более теплой (грунтовой) воды, осуществляют подогрев воды. Подогрев

воды хорошо зарекомендовал себя в условиях циркуляционного водоснабжения, при котором нагретая вода используется многократно.

При естественном нересте икра инкубируется в нерестовых буграх при невысоком содержании в воде кислорода, поэтому при инкубации икры кеты и некоторых других тихоокеанских лососей допускается насыщение воды кислородом в пределах 40—60 %, но при инкубации икры горбуши насыщение воды кислородом должно быть выше 65 %. При нормальном содержании в воде кислорода икра лососей выдерживает концентрации углекислоты около 30 мг/л. Благоприятна слабокислая среда с рН 6,2—6,9. При хорошей чистой воде, имеющей температуру 5—7°C и содержащей 7—8 мг/л кислорода, при нормальной загрузке инкубационных аппаратов икрой достаточно поступление воды в среднем 1,5—2 л/с на 1 млн. икринок.

Выращивание личинок и мальков. За несколько суток до выклева икру переносят из инкубационных аппаратов в питомники. Однако в аппарате ИМ выклюнувшихся эмбрионов содержат до момента, когда желточный мешок рассосется на  $\frac{1}{3}$  первоначальной величины, после чего свободных эмбрионов в цилиндрической емкости, где они находились, переносят в мальковый питомник.

Молодь кеты и других лососевых рыб выращивают в питомниках, прудах, бассейнах или специальных выростных каналах. Для выращивания тихоокеанских лососей применяют питомники, представляющие собой разделенные вдоль на узкие секции неглубокие каналы с бетонными или деревянными вертикальными стенками и плоским дном, покрытым галькой. Во время выдерживания свободных эмбрионов в питомниках поддерживаются уровень воды на высоте 15—20 см от дна, течение 0,1—0,2 м/с. Более сильное течение может беспокоить эмбрионов и вызывать нежелательные их перемещения. В последние годы питомники усовершенствованы и напоминают естественные нерестовые гнезда. Для этого в бетонное дно каждой линии питомника укладывают по 2 шт. на каждый отсек пластмассовые трубы с отверстиями в верхней части, через которые под небольшим давлением подается вода. Слой гальки и фонтанирующая через нее из отверстий в дне питомника вода создают условия, приближающиеся к условиям нерестовых гнезд с выходом грунтовой воды. Это способствует нормальному процессу эмбрионально-личиночного развития и повышению жизнестойкости молоди. После подъема на плав и наступления личиночного периода развития молодь переводят в питомники второго порядка, где уровень воды достигает 40 см и дно не покрыто галькой, что создает хорошие условия для кормления молоди, так как в питомниках, покрытых галькой, на дне накапливаются остатки корма, что приводит к ухудшению условий среды и сказывается на качестве молоди.

Кета и другие тихоокеанские лососи переходят на внешнее питание, имея еще половину желточного мешка. В естественных условиях кормом личинкам служат бентосные организмы, преимущественно личинки хирономид, поденок, ручейников, веснянок.

При экстенсивном методе выращивания молоди естественная кормовая база играет решающую роль в удовлетворении пищевых потребностей молоди. На современных лососевых заводах, где молодь содержится при уплотненных посадках, основное значение приобретает искусственный корм, отвечающий потребностям рыбы в основных элементах питания. Для нормального роста и развития молоди корма должны содержать все необходимые питательные вещества. Молодь кормят стартовым кормом, который включает 45—50 % протеина, 10—15 % жира, 10—12 % минеральных солей, до 18 % углеводов и комплекс необходимых витаминов (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Состав полноценных гранулированных кормов для молоди проходных лососей р. Oncorhynchus, %

Ингредиенты	РГМ-8М	РГМ-6М	РГМ-7М
Мука рыбная	48,6	48,0	48,0
мясокостная	5,0	5,0	5,0
кровяная	5,0	5,0	5,0
пшеничная	1,0	5,1	5,1
водорослевая	1,0	1,0	1,0
Обрат сухой	5,5	5,5	—
Молочно-белковый концентрат	—	—	12,0
Дрожжи гидролизные	6,0	6,0	6,0
Шрот соевый	16,0	16,0	9,5
Жир рыбный	10,0	7,1	7,1
Краситель рубиновый СК	0,6	0,3	0,3
Премикс ПФ-1М	1,0	1,0	1,0
Сырой протеин	45,7	45,8	50,1
Жир	15,0	11,5	11,5
Общие углеводы	15,7	18,4	17,0
Энергия с учетом переваримости, ккал/кг	3233	3019	3142
Стоимость 1 кг корма, руб.	0,69	0,62	0,66

Корма бывают пастообразные или гранулированные. Гранулированный корм для лососевых рыб включает в себя сухие мукообразные ингредиенты, при этом главную роль играет рыбная мука (до 50 %). При использовании сухих гранулированных кормов отпадает необходимость в строительстве кормоцеха и холодильника, снижаются затраты на транспортировку и хранение корма, сокращаются трудовые затраты на раздачу корма.

Раздачу сухого гранулированного корма производят с применением специальных кормораздатчиков. Раннюю молодь кормят 12—24 раза в сутки, подростую молодь — 6—8 раз в сутки. Применение механических кормораздатчиков снижает трудовые затраты и повышает эффективность кормления. Искусственные гранулированные корма особенно нужны при выращивании мелкой молоди до массы 5—10 г, выживаемость которой значительно ниже, чем подростей.

Личиночный период развития у кеты при температуре 6—7 °С завершается через 22—25 сут, при температуре до 5 °С этот срок увеличивается до 30—35 сут. Период нагула молоди кеты в реке зависит главным образом от температуры воды и обеспеченности пищей. Разные локальные стада имеют неодинаковую продолжительность речного периода. В реках, где достаточно корма, молодь может нагуливаться до 3 мес, но основная масса скатывается через 1—2 мес.

Естественный скат молоди разных видов тихоокеанских лососей в разных водоемах происходит в разном возрасте и при различном морфологическом состоянии. У молоди горбуши самый короткий срок пребывания в пресной воде. Она начинает скатываться вскоре после выхода из гнезда еще при наличии желточного мешка. Небольшая часть молоди может задерживаться в реке до закладки чешуи. Молодь кеты может скатываться в возрасте от 10 сут до 3 мес. Молодь нерки (красной) с ключевых нерестилищ скатывается в первое лето в озера, где живет 1—2 года. Кижуч, чавыча и сима частично скатываются в возрасте сеголетка, а частично живут в реке 1—2 года.

Жизнестойкой является та молодь лососевых рыб, у которой достаточно высокая масса и хорошее физиологическое состояние. Известно, что чем меньше масса и возраст молоди в момент ее выпуска в реку, тем дольше длится речной период жизни и тем больше ее гибнет в этот период. Снижению гибели молоди в реке способствует интенсивное кормление ее полноценными кормами во время выращивания на рыбоводном заводе, что позволяет получать высокий прирост и выпускать в реку молодь максимальных размеров. Например, если выпускать молодь кеты длиной 50—55 мм и массой 1—1,5 г, то для основной массы хищных рыб такая крупная молодь кеты уже недоступна. Кроме того, у заводской молоди можно выработать защитные рефлексы, если за 6—7 сут до выпуска молоди в реку посадить в питомник хищных рыб (трехлетков кунджи или мальмы) по 5—6 экз. на 1 млн. мальков кеты.

Активный скат молоди в естественных условиях проходит в сумерках и глубокой ночью, поэтому выпуск молоди с заводов также нужно проводить в это время суток. Выпуск молоди днем увеличивает ее гибель от хищников. Во время ската нужно следить, чтобы молодь благополучно дошла до устья реки. Перед началом и во время ската следует проводить отлов хищ-

ных рыб, отстреливать птиц, уничтожающих молодь, спасти молодь в отшнуровавшихся участках водоемов при падении уровня воды.

**Разведение атлантического лосося.** Биология атлантического лосося значительно отличается от биологии других лососевых рыб и во многом сложнее, чем у форели или тихоокеанских лососей, поэтому атлантический лосось считается самым сложным для искусственного разведения видом из всех культивируемых пресноводных, морских и проходных рыб. В современном технологическом процессе заводского разведения атлантического лосося выделяют пять основных этапов (табл. 3).

Таблица 3

**Основные этапы заводского разведения атлантического лосося**

Этап	Продолжительность, сут	Отрезки развития и биологические процессы	Основные рыбоводные мероприятия
Работа с производителями и половыми клетками	Менее 1—150	Завершение гаметогенеза, оплодотворение, образование зиготы и начало эмбриогенеза (дробление бластодиска)	Выдерживание производителей, отцеживание половых клеток, осеменение и набухание икры
Инкубация икры	170—230	Эмбриональное развитие (от дробления бластодиска до выхода зародышей из оболочек)	Инкубация и перевозка икры, отбор мертвых икринок, промывка аппаратов
Выдерживание свободных зародышей	20—40	Эндогенное питание (от выхода зародышей из оболочек до начала смешанного питания — при остатке желтка 40—10%)	Выдерживание свободных зародышей, рыбоводный уход, начало приучения к искусственному корму
Подращивание личинок	15—30	Смешанное, а затем полностью экзогенное питание, начало образования чешуйчатого покрова, формирование мальков-пестряток	Приучение к искусственным кормам, уход за личинками
Выращивание молоди	1—2 года	Рост и развитие от малька-пестрятки до смолтификации, дифференцировка гонад, подготовка к жизни в море	Выращивание, зимовка, перевозка, выпуск молоди

Выдерживание производителей и получение половых продуктов. Производителей лосося выдерживают до полного созревания в садках различной конструкции при хорошем водообмене и возможности быстрого и полного облова. При приближении сроков нереста, когда температура воды снижается до 8—7°C, русловые садки облавливают,

самок и самцов помещают отдельно в деревянные реечные садки первой категории или в различные бассейны площадью 2—10 м<sup>2</sup> (желательно с центральным стоком), где всех производителей через каждые 4—5 сут проверяют на созревание. Рыб, близких к V стадии зрелости половых продуктов, пересаживают в садки или бассейны второй категории, где определяют степень созревания через каждые 1—2 сут, чтобы не допустить перезревания половых продуктов, особенно икры.

Икру и сперму от созревших рыб получают путем отцеживания. Осеменение икры производят сухим способом. Затем икру осторожно промывают от остатков спермы и полостной жидкости до полного исчезновения клейкости. Промытую икру помещают под ток воды для набухания. Общая длительность набухания 4—6 ч.

Инкубация икры. После набухания икру раскладывают на рамы с ячейей (3÷4) × 20 мм и помещают в инкубационные аппараты в виде желобов длиной 2—3 м, шириной 0,3—0,4 м и высотой 0,2—0,25 м. Рамы устанавливают в аппаратах по 4 шт. на разных уровнях (лесенкой) с небольшим уклоном в сторону подачи воды.

После размещения икры аппараты плотно закрывают крышками, окна в инкубационном цехе занавешивают темными шторами. В течение всего периода инкубации икры регулируют подачу воды, следят за развитием икры.

Эмбриональный период развития. Этот период длится у атлантического лосося 7—8 мес. Он начинается от оплодотворения яйца до начала смешанного питания свободного эмбриона. Освободившиеся от оболочек зародыши в течение 10—12 сут проходят этап пассивного состояния, характеризующийся эндогенным питанием и малой подвижностью. В возрасте 10—15 сут свободные эмбрионы начинают активно двигаться, поворачиваться спинками вверх и постепенно образуют скопления в форме веера, ориентируясь головами в одну сторону. У них появляются светобоязнь (отрицательный фототаксис), положительная реакция на ток воды. Отдельные наиболее развитые особи начинают подниматься к поверхности воды, заглатывать воздух, которым заполняется плавательный пузырь. В этот период наблюдается интенсивное развитие пигментации. Тело темнеет и приобретает оливковый цвет с зеленоватым или коричневатым оттенком. Скопления пигментных клеток образуют поперечные пятна, характерные для молоди атлантического лосося. Появление таких пятен является одним из наиболее четких признаков, характеризующих превращение свободных зародышей в личинок и готовность их к переходу на экзогенное питание.

Выращивание личинок и молоди. Личинки атлантического лосося с трудом приучаются к захвату кормовых частиц, поэтому этот период считается одним из самых

трудных в рыбоводном процессе. Важным условием для начала питания личинок лосося задаваемой пищей являются устойчивое повышение температуры воды до 10—12°C и освещенность в цехе около 100 лк. Личинок начинают постепенно приучать к свету: снимают шторы с окон, затем раздвигают крышки на аппаратах, оставляя закрытой часть площади у вытока. Начинать приучать личинок к корму нужно, когда остаток желтка составляет 20—40 % первоначального объема. При этом следует учитывать присущий им инстинкт подражания и содержать личинок при плотности не менее 10 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Для закрепления пищевого рефлекса необходимо строго соблюдать установленный распорядок (очередность обслуживания аппаратов, подачу дополнительных световых сигналов и т. д.).

Выращивание на рыбоводных предприятиях молоди атлантического лосося — самое длительное и одно из наиболее трудоемких звеньев технологического цикла. В подавляющем большинстве случаев мальки-пестрятки находятся под рыбоводным контролем от начала формирования до смолтификации не менее двух лет.

На рыбоводных заводах молодь атлантического лосося выращивают в условиях уплотненных посадок в бассейнах квадратной формы с закругленными краями и центральным стоком или в прямоточных канавах типа форелевых.

Корма для молоди лосося должны быть полноценными и содержать все необходимые аминокислоты, в том числе и незаменимые, различные минеральные вещества, микроэлементы и витамины. Хорошо зарекомендовали себя гранулированные корма, используемые для кормления молоди разного возраста (табл. 4).

Таблица 4

Химический состав гранулированных кормов, применяемых для кормления молоди атлантического лосося, %

Компоненты	С-112, ЛАТ-1 (стартовый)	С-113, ЛАТ-1 (для сего- летков)	РГМ-8М	Корма фирмы «Эвос» (Швеция)	
				стартовый	ростовой
Белки	47,8	53,8	45,7	58	47,0
Жиры	13,2	9,2	15,0	8	4,9
Углеводы	17,7	18,1	15,7	—	—
Минеральные вещества	10,9	9,0	—	15	10,4
Клетчатка	—	—	—	1	1,5
Влажность	10,4	9,9	—	7	6,5

На некоторых лососевых заводах молодь кормят кормосмесями, основу которых составляют следующие компоненты:

говяжья селезенка, рыбный фарш, рыбная, мясокостная, кровяная и водорослевая мука, свежемороженая икра морских рыб, фосфатиды и другие компоненты.

Молодь атлантического лосося наиболее охотно поедает корма, находящиеся на поверхности или в толще воды. Корма, попавшие на дно бассейна, молодь практически не поедает, а только загрязняют воду. Чтобы корма не загрязняли воду, необходимо их давать небольшими порциями несколько раз в день. Для раздачи кормов нужно использовать специальные кормораздатчики с автоматическим регулированием выдачи корма.

В процессе кормления необходимо строго соблюдать соответствие размеров молоди и задаваемого ей гранулированного корма. Если размер гранул не годится для данной молоди, то ухудшаются биологические и экономические показатели, а также увеличивается кормовой коэффициент.

К концу речного периода жизни у молоди осуществляется подготовка организма к существованию в совершенно иной среде — морской соленой воде. Как и у всех проходных лососевых рыб, у атлантического лосося катадромная миграция к местам нагула в море происходит после смолтификации, являющейся одной из важнейших адаптацией, способствующей за счет повышения выживаемости потомства сохранению вида. Внешним проявлением смолтификации является изменение окраски и экстерьера молоди. Темные поперечные полосы на поверхности тела в результате развития гуаниновой пигментации постепенно исчезают, и рыбы приобретают серебристый цвет. Степень серебрения молоди, обитающей в разных реках, отличается. Так, из рек, впадающих в море с высокой соленостью, мигрируют лососи с серебристой окраской, а из рек, впадающих в опресненные участки морей, могут мигрировать серебристые пестрятки с разной степенью серебрения. Во время катадромной миграции смолты атлантического лосося в большом количестве уничтожаются рыбацкими птицами (чайками, крохальями) и хищными рыбами (кумжой, щукой, треской и др.).

Для повышения эффективности работы лососевых заводов нужно строго следить за температурным режимом в период эмбрионального развития и выращивания личинок и мальков. Применение переменного температурного режима позволяет резко увеличить и стабилизировать выживаемость личинок до 60—70 % вместо обычных 30—50 %, удлинить вегетационный период сеголетков с 80 до 120 сут. Средняя масса сеголетков к осени оказывается в 1,5—2 раза выше, чем при обычных температурных условиях. Хорошие результаты получаются при выращивании молоди атлантического лосося на отработанных теплых водах ГРЭС. Использование этих вод позволило выращивать рыб в течение года, что имеет особенно важное значение.

ние для рыбоводных заводов, расположенных в северных районах, где молодь семги на первом году жизни растет в течение 2,5—3 мес, средняя масса сеголетков не превышает 1,5—2 г, двухлетков — 12—15 г. Использование теплых вод позволяет увеличивать в весенний период прирост массы тела рыб на 40—50 % при нормальном морфофизиологическом состоянии и высокой выживаемости. Специалистами разработана методика ускоренного выращивания молоди, основанная на регулировании температуры воды, что особенно важно в весенний и осенний периоды выращивания.

**Разведение белорыбицы.** Этот ценный представитель лососевых рыб обитает в Каспийском море. Половозрелые особи белорыбицы идут на нерест из Каспийского моря в верховья Волги и ее притоков (Кама, Уфа, Белая). После постройки Куйбышевского и Волгоградского гидроузлов проход белорыбицы на места естественного размножения оказался невозможным. Уловы этой ценной рыбы стали резко падать, и возникла угроза полного исчезновения этого вида. В настоящее время биотехника искусственного разведения белорыбицы на Каспии разработана достаточно полно.

**Выдерживание производителей и инкубация икры.** Производителей белорыбицы отлавливают в низовьях Волги в период весеннего нерестового хода. В этот период половые продукты у рыб развиты еще очень слабо. До созревания производителей (самок и самцов) в течение 8—9 мес содержит вместе в проточных бассейнах вместимостью 100 м<sup>3</sup>. От созревших рыб получают полноценные половые продукты.

Осенью, когда температура воды в реке и бассейне понижается до 5 °С, основная масса рыб созревает, несозревшим рыбам вводят гормон гипофиза, после чего они созревают. Икру инкубируют в аппаратах Вейса. Для предохранения икры от поражения грибом сапролегния поступающую в аппараты воду пропускают через бактерицидную установку.

**Выращивание личинок и молоди.** Личинок выращивают в выростных прудах площадью 2 га. Пруды неглубокие, слабо зарастающие макрофитами. Благодаря регулярному внесению органических и минеральных удобрений личинки и мальки белорыбицы хорошо обеспечены естественным кормом. За 35—40 сут молодь достигает покатной стадии при массе 1,5—2 г. На этом этапе мальки начинают хищничать, и их перевозят в прибрежные районы моря, где условия нагула более благоприятны.

В районах естественного размножения белорыбицы из-за неустойчивого водного режима икра в массе погибает и поедается рыбами и беспозвоночными. В этих местах создают искусственные нерестилища. Для инкубации икры используют аппараты Чаликова, где икра предохраняется от выедания.

### § 3. РАЗВЕДЕНИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

В настоящее время промысловые стада осетровых сохранились в основном во внутренних морях и реках Советского Союза, где добывается более 90 % всего мирового улова осетровых. В водоемах СССР обитают 13 видов осетровых, из которых наибольшее промысловое значение имеют осетр, севрюга и белуга.

По своим пищевым качествам осетровые, особенно их икра, являются ценным пищевым продуктом, и издавна эти рыбы интенсивно вылавливались, что сказалось на состоянии их запасов. Однако обладающие высокой биологической пластичностью осетровые, несмотря на сильное антропогенное воздействие, сумели выжить и в определенной степени приспособиться к новым условиям.

Для сохранения и увеличения запасов осетровых разработаны методы искусственного разведения этих рыб, создаются специализированные осетровые рыбозаводные заводы, строятся искусственные нерестилища, разрабатываются оптимальные режимы эксплуатации промысловых стад осетровых.

Благодаря принятым мерам в последние годы добыча осетровых стабилизировалась и уловы в среднем составляют 18—25 тыс. т. Однако ученые считают, что возможно дальнейшее увеличение уловов этих ценных видов рыб.

В настоящее время в нашей стране действует более 20 осетровых рыбоводных заводов, выпускающих ежегодно 100—120 млн. подрощенной жизнестойкой молоди.

**Устройство осетрового завода.** Осетровый завод представляет собой сложное комплексное хозяйство, включающее подготовительный, инкубационный, личиночный и выростной производственные участки, а также цех по выращиванию живых кормов. Кроме того, имеются лаборатория для проведения гидрохимических и биологических анализов, кормокухня, холодильник, склады для хранения кормов и удобрений, рыбоводного оборудования и инвентаря, транспортное хозяйство и насосная станция.

Подготовительный участок обеспечивает получение зрелых половых продуктов (заготовка и отбор производителей, их транспортировка, резервирование, заготовка гипофизов, инъектирование самок и самцов препаратами гипофиза, осеменение икры и ее отмывка), доставку икры в инкубационный цех. Участок имеет транспортные средства для доставки производителей (самоходный и несамоходный флот, автотранспорт), садки и бассейны для выдерживания производителей, помещение для подготовки икры к инкубации.

Инкубационный участок включает в себя цех с инкубационными аппаратами. Здесь осуществляется инкубирование икры в аппаратах, определяются ее качество и состояние,

обеспечиваются уход за икрой и контроль за развитием эмбрионов, которые после выклева передаются для дальнейшего выращивания на личиночный участок.

Личиночный участок состоит из бассейнов или сетчатых садков, размещенных в прудах, где содержат свободных эмбрионов до перехода на активное питание, после чего личинок переводят на выростной участок.

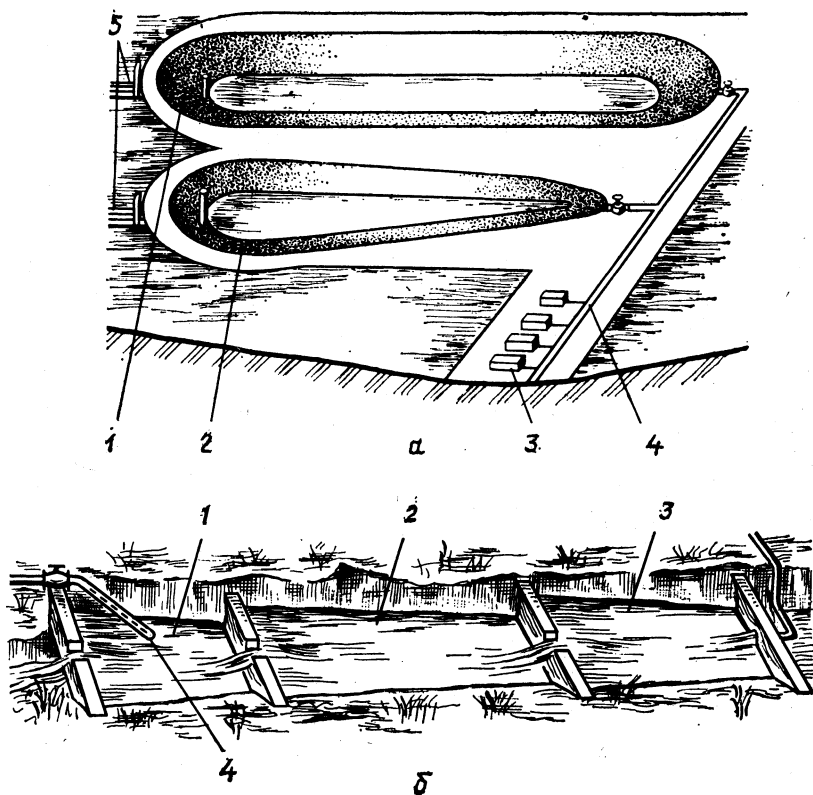


Рис. 1. Садки для выдерживания производителей осетровых:

*а* — садковое хозяйство конструкции Б. Н. Казанского: 1 — пруд для самцов; 2 — пруд для самок; 3 — бассейны-садки; 4 — водоподающий канал; 5 — водосборные каналы; *б* — садки куринского типа; 1 — головной отсек для выдерживания производителей после инъекции; 2 — отсек для выдерживания самцов; 3 — отсек для длительного совместного выдерживания самцов и самок; 4 — флейта водопада

Выростной участок состоит из прудов или бассейнов (в зависимости от принятого на заводе метода выращивания), где личинок содержат в течение 1—1,5 мес. до достижения необходимой массы, а затем молодь выпускают в реку или вывозят на морские пастбища.

**Получение зрелых производителей.** В нерестовом стаде осетровых различают яровые и озимые расы, в связи с чем заготовка производителей производится в разные сроки. Белугу весеннего хода отлавливают на низовых тонях в первой половине мая при температуре воды 6—8°C. Рекомендуется отбирать самок массой 130—140 кг, самцов — 70—75 кг. Осетров заготавливают во второй половине апреля до середины мая при температуре воды 8—12°C. Масса самок осетра в среднем 25 кг, самцов — 12 кг. Севрюгу для рыбоводных целей отбирают преимущественно в июне—июле при температуре 15—22°C. В весенне-летний период рыб после непродолжительного выдерживания на заводе инъецируют и получают от них зрелые половые продукты. Озимого осетра и белугу осеннего хода заготавливают в октябре и помещают для длительного выдерживания в отсадное хозяйство конструкции Б. Н. Казанского или куринского типа (рис. 1).

У заходящих в реки самок яйцеклетки находятся в яичниках (ястыках). При естественном нересте у самок процесс созревания яйцеклеток и их овуляция завершаются в период нерестового хода и пребывания на нерестилищах. При овуляции фолликул разрывается и созревшая, готовая к осеменению яйцеклетка выпадает в полость тела самки.

На осетровых заводах для стимуляции созревания производителей осетровых используют эколого-физиологический метод, основанный на выдерживании в садках или бассейнах производителей до завершения IV стадии зрелости и последующем введении им путем инъекции дополнительной дозы гипофиза. Созревание яйцеклеток и овуляция, как и при естественном нересте, происходят под влиянием гормонов гипофиза производителя, но этот процесс ускоряется введением суспензии гипофиза от других рыб этого вида. Метод гипофизарных инъекций был разработан Н. Л. Гербильским и широко применяется не только в осетроводстве, но и при разведении других рыб.

Этот метод стимулирования созревания производителей дает положительные результаты при условии проведения инъекций рыбам, гонады которых находятся в IV стадии зрелости и при нормальных для нереста температурах, так как в противном случае нарушается нормальное соотношение между сроком созревания ооцитов и их овуляцией. Это приводит к тому, что часть ооцитов не овулирует и перерождается, а среди овулировавших отмечаются низкий процент оплодотворившихся и значительное количество яиц, развивающихся уродливо. Для инъецирования применяют гипофизы, полученные только от рыб того же вида, но гипофизы севрюги можно применять и для других видов осетровых.

Заготавливают гипофизы, вырезая кусочки мозга с гипофизом у только что пойманных рыб. Отобранные гипофизы обез-

жиривают и обезвоживают в ацетоне, высушивают и хранят в банках с притертой пробкой или в запаянных пробирках. Доза гипофиза (в мг ацетонированного вещества гипофиза) рассчитывается для каждого производителя. Она зависит от вида, пола производителя и средней температуры воды, при которой производится инъектирование (табл. 5). Перед инъектированием высушенный гипофиз растирают в мельчайший порошок, затем добавляют физиологический раствор в количестве 5 мл для одной особи белуги и 2 мл для каждой особи осетра или севрюги. Суспензию гипофиза вводят в спинные мышцы рыб.

Таблица 5

Рекомендуемое количество ацетонированного порошка гипофиза для одного производителя, мг

Вид рыбы	Температура воды при инъекции, °С	Дозировка порошка гипофиза	
		самкам	самцам
Белуга	9—11	250	150
	12—13	200	100
	14—15	150	100
Осетр	9—10	60	50
	11—13	50	40
	14—16	40	30
	17—20	30	30
Севрюга	17—18	40	30
	18—21	30	25
	22—24	25	15

При естественном нересте икра выметывается порциями по мере ее овуляции, а при искусственном стимулировании икра выходит сразу, и поэтому очень важно правильно определить срок ее взятия. Икра, отобранная в момент завершения овуляции, когда большая часть ее уже овулировала, а другая подготовлена к ней и легко сползает с ястыка, дает наиболее высокий процент оплодотворения и наименьший отход. При преждевременном вскрытии самки ооциты, с усилием очищенные с ястыка, обычно не оплодотворяются, а при запаздывании со взятием вся икра овулирует, но многие икринки повреждаются. При инкубации икра от таких самок дает низкий процент выхода предличинок.

Для определения срока созревания самок после инъекции и уточнения момента взятия икры пользуются специальными графиками А. С. Гинзбург и Т. А. Детлаф. Использование таких графиков помогает точно определить момент своевременного взятия икры (рис. 2).

Созревших самок отсаживают отдельно и уточняют время их вскрытия по следующим признакам: брюхо самки мягкое; икра выходит сильной струей; при подъеме самки значительно западает брюшная стенка.

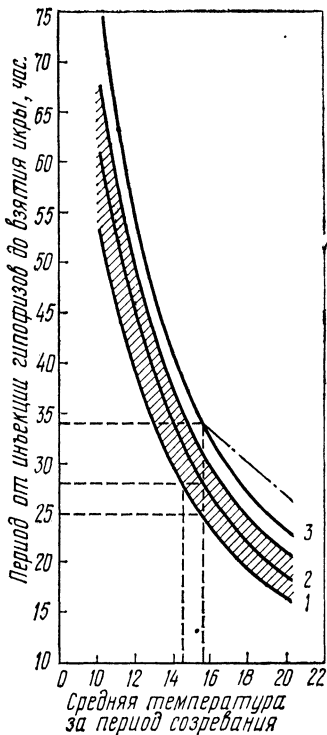


Рис. 2. График зависимости продолжительности созревания осетров от температуры. Кривые показывают время:

1 — созревания первых самок; 2 — созревания основной массы самок; 3 — через которое самок, не обнаруживших признаков созревания, можно славать промысловикам. Заштрихованная полоса показывает период, в течение которого при нормальных условиях созревают 80 % инъецированных самок

ры самок забивают. Чтобы кровь не попала в таз с икрой, так как это может ухудшить качество икры, самку обескровливают путем перерезания хвостовой или жаберной артерии. Места разреза обмывают водой, забинтовывают, чтобы кровь не по-

Момент взятия икры можно определять и по времени приклеивания икры. Для этого берут небольшую пробу икры при помощи ввода резинового зонда со стеклянным наконечником на 15—20 см через генитальное отверстие. Икру помещают в чашки Петри, оплодотворяют, промывают и отсчитывают время приклеивания — 80—90 % икринок. Момент вскрытия самки определяют по специальным таблицам в зависимости от скорости приклеивания икры.

Самцы после инъекции созревают быстрее самок, поэтому их инъецируют на несколько часов позже, чем самок. При температуре воды 14—16 °C разница во времени между инъецированием самок и самцов составляет 4—5 ч, при 17—19 °C — 3—4, а при 22—23 °C — 2—3 ч. Сперму от самцов получают за 10—15 мин до вскрытия самок. Рыб обтирают полотенцем и, держа за голову и хвост, слегка выгибают брюшком наружу. При этом сперма вытекает струйкой, ее собирают в сухую стеклянную посуду, от каждого самца в отдельную. Обычно при взятии спермы самцов не забивают. После отцеживания самцов возвращают в садки, где их содержат 3—5 сут, после чего можно получать от них очередную порцию спермы. При необходимости сперму можно сохранять в холодильнике в течение нескольких суток.

#### Получение, осеменение и инкубация икры.

Перед получением икры самок забивают. Чтобы кровь не попала в таз с икрой, так как это может ухудшить качество икры, самку обескровливают путем перерезания хвостовой или жаберной артерии. Места разреза обмывают водой, забинтовывают, чтобы кровь не по-

пала на икру. Самку поднимают за голову через перекладину или блок и закрепляют в вертикальном положении. Под брюшко подставляют таз, часть икры свободно стекает в таз, затем разрезают брюшко вверх от генитального отверстия на 20—30 см и вынимают основную порцию икры, а после этого увеличивают разрез почти до головы и извлекают оставшуюся икру. От каждой самки икру отбирают в отдельную посуду.

Полученную икру взвешивают, затем берут 2—3 навески по 5—10 г! В каждой просчитывают количество икринок, определяют их количество в 1 г и пересчитывают на всю массу икры. Количество икры можно определять и объемным методом.

Перед осеменением икры сперму от 3—4 самцов смешивают, доводят до объема 10 см<sup>3</sup> на 1 кг икры. Осеменяют икру осетровых рыб полусухим методом. Для этого сперму в момент осеменения разбавляют водой в соотношении 1 : 200 и выливают в таз с икрой. В течение 3—5 мин тщательно перемешивают икру со спермой, после чего икру 3—4 раза быстро промывают водой для удаления слизи и спермы.

Отмытую икру, если ее инкубация проводится в приклеенном состоянии, осторожно раскладывают по лоткам инкубационного аппарата И. А. Садова и Е. М. Коханской. При инкубации икры во взвешенном состоянии ее необходимо предварительно обесклеить. Для этого к 1 кг икры приливают 0,5 л густой взвеси ила и 4 л воды и перемешивают. При этом икра должна находиться все время в движении. Обесклеивание продолжается до тех пор, пока икринки не перестанут склеиваться друг с другом. Обесклеивание икры продолжается 40—60 мин. Кроме ила для обесклеивания икры можно применять суспензию мела, танин, тальк. Отмывку икры производят в аппаратах конструкции Р. К. Латыпова, Э. В. Орлова, в аппаратах АОИ и др.

После обесклеивания икру в течение 30—40 мин нужно поместить в инкубационные аппараты, в которых инкубация ведется во взвешенном состоянии. Для этого используют аппараты П. С. Ющенко, А. Н. Шеколкина, В. М. Федченко, Л. Т. Горбачевой, Б. Н. Казанского и др. В этих аппаратах создаются вихревые потоки воды, которые периодически поднимают икру в толщу воды и способствуют лучшему омыванию ее водой.

В период инкубации икры тщательно следят за работой аппаратов, контролируют количество кислорода в воде, определяют скорость эмбрионального развития, отбирают погибшую и пораженную сапролегнией икру, применяют меры борьбы и профилактики против развития сапролегнии. Чтобы икра нормально развивалась, необходимо постоянно контролировать расход воды в аппаратах.

В случае появления сапролегнии икру обрабатывают малахитовым зеленым. В этот период усиливают контроль за содер-

жанием кислорода в воде. При повышении рН необходимо увеличить расход воды и создать большую проточность. Оптимальный режим температуры воды при инкубации икры белуги 8—14 °С, осетра 12—20 и севрюги 17—23 °С.

**Норма расхода воды в инкубационных аппаратах на различных стадиях развития икры, л/мин на 1 кг икры**

Стадия развития икры	Расход воды
Дробление	2,3
Гастрюляция	2,3—3
От конца гастрюляции до пульсации сердца	3—4,5
От пульсации сердца до стадии подвижного эмбриона	4,6—5
Выклев	5,8—6,2

Для определения результатов осеменения икры на стадии четырех бластомеров проводят подсчет процента оплодотворения. На этой стадии можно отличить неоплодотворенную икру (активированную и неактивированную), полиспермную и нормально развивающуюся. Нормальная икра на этой стадии имеет четыре одинаковых бластомера и четкий пигментный рисунок. Неоплодотворенная икра сохраняет свою первоначальную форму, икринки не поворачиваются анимальным полюсом вверх, оболочка их слабо клеится. Среди неоплодотво-

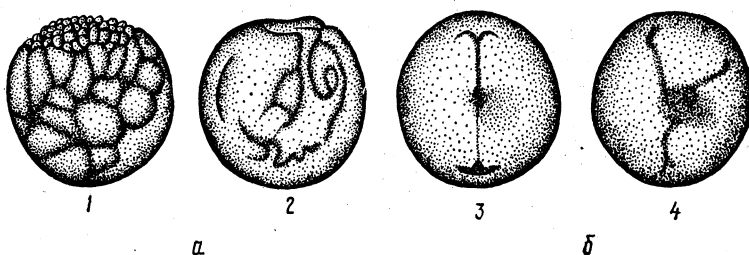


Рис. 3. Развитие икры осетровых:

*а* — оплодотворенное яйцо (1) и активированное партеногенетически дробящееся яйцо (2) из одной пробы икры севрюги; *б* — нормально развивающееся моноспермное яйцо (3) и полиспермное яйцо (4)

ренных икринок (яиц) обычно присутствуют и партеногенетически развивающиеся активированные яйца, т. е. яйца, приступившие к развитию, хотя и не были оплодотворены (рис. 3).

Активированные яйца в начальный период развития ведут себя, как оплодотворенные, они поворачиваются анимальным полюсом вверх, у них образуется перивителлиновое пространство, изменяется пигментный рисунок. Икра хорошо клеится и набухает. Однако дробление активированных яиц протекает неправильно, затем приостанавливается совсем, и яйца постепенно отмирают.

Полиспермная икра — это оплодотворенная икра, в которую проникли и принимают участие в развитии несколько сперматозоидов, так как у икры осетровых имеется не одно, а несколько микропиле. Процесс дробления идет ускоренно, и при первом делении сразу возникает 3—4 и больше blastomerov, на стадии четырех blastomerov в полиспермной икре уже бывает шесть и более blastomerov. А. С. Гинзбург отмечает, что полиспермные яйца развиваются атипично и погибают чаще всего еще до завершения инкубации, а выклюнувшиеся из такой икры эмбрионы нежизнеспособны.

Неоплодотворенная (активированная и неактивированная), а также полиспермная икра в процессе инкубации отмирает, поэтому процент оплодотворения исчисляется от количества нормально развивающейся икры.

В период инкубации количество погибшей икры определяют также в конце стадии гастрюляции и начале нейруляции, в период закладки сердца и перед началом вылупления. Для этого из каждого инкубационного аппарата берут 300—500 икринок и внимательно просматривают.

Среди вылупившихся эмбрионов бывают и уродливые, поэтому на основании пробы, содержащей 100—200 шт. эмбрионов, определяют процент нормальных и уродливых особей, отмечают характер уродств: искривление позвоночника, недоразвитый передний отдел и др. Вылупившиеся из икринки свободные эмбрионы (предличинки) длиной 10—11 мм имеют большой желточный мешок, за счет запасов которого они живут до перехода на внешнее питание.

**Подращивание молоди.** Подращивать молодь осетровых можно тремя методами: прудовым, комбинированным и бассейновым.

**Прудовой метод.** При выращивании в прудах вылупившихся эмбрионов переносят в сетчатые садки-питомники в чанах вместимостью 30—40 л или в полиэтиленовых мешках. После перехода личинок на внешнее питание их выращивают до стандартной массы в выростных прудах. Этот метод весьма эффективен и экономичен, так как используется естественный корм, но он может применяться только там, где возможно создание высокой кормности прудов.

Садки представляют собой деревянный каркас размером  $2 \times 1,5 \times 0,5$  м, обтянутый латунной сеткой с ячейей 1 мм (рис. 4). Крышка садка состоит из двух половинок, также обтянутых латунной сеткой, и она располагается на 10—15 см выше уровня воды. От грунта до дна садка должно быть не менее 0,5 м, и предпочтительно, чтобы между рядами садков имелись мостки, соединяющие их с берегом. Садки располагают вдоль большей оси пруда в 15—20 м от места подачи воды, что обеспечивает их промываемость. Для предохранения садков от волнобоя устанавливают плавучую защитную раму из бревен.

Устанавливать все садки целесообразно в одном пруду с тем, чтобы иметь единую маточную базу. В один садок помещают 20—25 тыс. однодневных эмбрионов. Перешедшие на активное питание личинки потребляют мелкий зоопланктон, проходящий

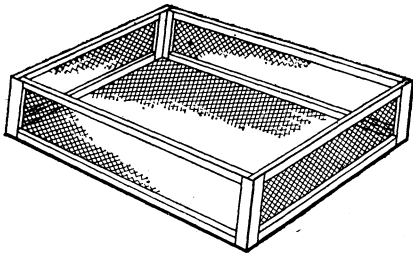


Рис. 4. Сетчатый садок для выдерживания личинок осетровых

через сетку садков из пруда. Развитие кормовой базы в прудах регулируют внесением удобрений. Погибших или пораженных сапролегнией личинок удаляют, для чего садок приподнимают к поверхности воды и затем резко опускают. Погибшие личинки всплывают и их отбирают сачком, подсчитывают. Выживаемость личинок в прудах обычно составляет 65—75 %. При прудовом и комбинированном методах

выращивания молоди осетровых содержание ее в прудах является завершающим этапом.

При выращивании молоди в прудах используют водоемы размером 2—4 га с соотношением сторон 1 : 2 или 1 : 3, с глубиной не менее 1,5 м. Слой донного грунта толщиной 15 см снимается, дно выравнивается. Для предохранения от развития растительности ложе перед залитием боронуют и укатывают. Водоснабжение в прудах обязательно должно быть независимым и обеспечивать наполнение и спуск прудов за 1—2 сут. Для предохранения от попадания сорной рыбы применяют сетные заграждения.

Пруды используют два (май—июнь, июль—август) и даже три раза за сезон. Залитие прудов производят в апреле—начале мая при температуре воды 12—15 °С. Пруды, где в предыдущем сезоне встречались листоногие раки, хлорируют, внося 180—200 кг/га хлорной извести (при активности хлора 27 %). Затем их промывают, создавая проточный режим. На 2—3-и сутки после хлорирования в пруд помещают маточную культуру дафний из расчета 20 кг/га, и кормовая база восстанавливается за 8—12 сут. На 2—3-и сутки после залития или хлорирования вносят первую дозу минеральных удобрений (90 кг/га суперфосфата и 90 кг/га аммиачной селитры), а затем их вносят через 6—8 сут с доведением концентрации азота до 2 мг/л и фосфора до 0,5 мг/л.

Для увеличения количества личинок хирономид применяют в качестве удобрений подвяленную луговую растительность, которую раскладывают вдоль береговой линии из расчета от 200 кг до 1 т на 1 га.

В пруды молодь белуги сажают из расчета 30—35 тыс. шт./га, осетра и севрюги — 60—100 тыс. шт./га. При выживае-

мости 70 % рыбопродуктивность прудов составляет 450—500 кг/га.

В течение всего периода подращивания молоди в прудах, который длится 30—45 сут, осуществляют постоянный контроль за температурой воды (в 7, 13 и 19 ч), ее уровнем, содержанием кислорода (один раз в 3—5 дней, а при необходимости чаще), определяют содержание биогенов, оценивают состояние кормовой базы. Каждые пять дней проводят контрольные обловы и определяют темп роста молоди. Ведут борьбу с рыбадными птицами, ужами, лягушками.

Выращивание молоди в прудах завершается по достижении массы у осетра 1,5—2 г, у белуги 2,0—2,5 и у севрюги 1,5 г.

После завершения выращивания молоди в прудах проводят ее учет. Для этого применяют сплошной или бонитировочный учет. При сплошном учете можно применять поштучный, объемный или весовой метод. При бонитировочном учете в прудах на 10 участках производят облов молоди мальковым тралом. По полученным данным определяют среднее количество молоди на 1 м<sup>2</sup>, умножив этот показатель на площадь всего пруда и разделив произведение на коэффициент уловистости трала, получают показатель фактической численности молоди в прудах. Бонитировочный учет производится за 1—2 дня до выпуска молоди из пруда. Коэффициент уловистости трала определяют по таблице, составленной А. И. Кушнарено.

**Комбинированный метод.** При комбинированном методе предличинки подращивают в бассейнах до перехода на активное питание. Личинок при массе 80—150 мг переводят в пруды, где содержат в течение 1—1,5 мес до достижения стандартной массы.

**Бассейновый метод.** Этот метод предусматривает содержание свободных эмбрионов, личинок и мальков в бассейнах от момента вылупления до достижения массы 1—3 г. Молодь кормят живым или пастообразным кормом, что сопряжено с большими затратами.

Вылупившихся эмбрионов из инкубационных аппаратов либо переносят в ведрах или канах к бассейнам, либо транспортируют по трубам. Разгрузка инкубационных аппаратов в последнем случае ускоряется в 5—6 раз. В каждый бассейн помещают потомство от одной самки для обеспечения более равномерного роста и развития молоди.

Для подращивания молоди осетровых используют круглые бетонные бассейны конструкции ВНИРО, П. А. Улановского, Бакгидрорыбпроекта и др. Диаметр бассейнов 2,5—3 м, внутренние стенки и дно гладкие, покрытые специальным составом или краской. Бассейны имеют независимое водоснабжение, вода подается через трубу, установленную горизонтально, или флейту. Струйки воды, выходящие из флейты, можно направлять под разным углом к бассейну, который имеет уклон к центру,

где расположено защищенное сеткой сливное отверстие. В ряде конструкций имеется еще и периферийный сток, при наличии которого кормовые организмы не столь интенсивно вымываются из бассейнов. Высота слоя воды обычно составляет в центре 20—25 см, а у края — 15—20 см. Для избежания перелива воды имеется аварийный сток. Перед тем, как бассейны заполнить водой, их ремонтируют: замазывают щели, промывают внутренние стенки и дно, под флейтой на каркасах устанавливают фильтры для очистки воды.

Плотность посадки эмбрионов при подращивании их до достижения массы 80—150 мг в бассейнах диаметром 2,5 м составляет 30 тыс. экз., с диаметром 3 м — 40 тыс. экз.

В период содержания необходимо постоянно контролировать температуру воды, содержание в ней кислорода и ее расход.

Время, прошедшее со дня выклева, сут	Расход воды, л/мин
1—8	5—10
8—12	20
более 12	30

Начало активного питания зависит от температуры воды. Личинки осетра, развивающиеся при температуре воды 14—18°C, начинают потреблять корм через 9—12 сут после выклева, а при температуре 18—22°C — уже на 7—9 сут.

В первые дни кормления в бассейны вносят рубленых олигохет в количестве 3—5 г на 1 тыс. личинок и мелкий зоопланктон (дафний, мойн). Количество корма должно полностью обеспечивать потребность молоди в пище (табл. 6).

Т а б л и ц а 6

Расчет кормов при выращивании личинок осетра в бассейнах

День кормления	Прирост молоди осетра, мг	Прирост молоди осетра, %		Прирост молоди осетра, мг		Суточная норма одной особи, мг	
		за счет олигохет	за счет дафний	за счет олигохет	за счет дафний	олигохет	дафний
1-й	8	100	—	8	—	16	—
2-й	10	100	—	10	—	20	—
3-й	12	80	20	9,6	2,4	20	15
4-й	14	70	30	9,8	4,2	20	25
5-й	16	70	30	11,2	4,8	22,4	29
6-й	20	60	40	12,2	8	24	48
7-й	30	50	50	15	15	30	90
8-й	40	40	60	16	24	32	144
9-й	50	40	60	20	30	40	180
10-й	60	40	60	24	36	48	216

Более крупных личинок можно кормить артемиями, гамма-ридами, мизидами и искусственным кормом.

В первые сутки корм задают один раз в день, в последующие 3—4 сут. — по два раза (в 8 и 15 ч). До достижения массы личинок 70—80 мг олигохет измельчают, а более крупным их дают в целом виде. Кормовой коэффициент олигохет равен 2, дафний — 6, артемий — 4.

При выращивании молоди осетровых рыб в бассейнах нужно постоянно контролировать их темп роста. Для этого отлавливают по 20—25 шт. личинок каждые 5 дней и сравнивают их среднюю массу с нормативными таблицами.

В пруды личинок пересаживают через 15—20 сут при средней массе 80—150 мг. Перед отловом уровень воды в бассейнах снижают до 5—8 см, сохраняя ее проточность. Во время пересадки обязательно нужно проводить учет молоди. Существует поштучный, эталонный, весовой и объемный методы учета. Поштучный метод применяют при подсчете небольших партий личинок. Молодь отлавливают плоскими марлевыми сачками и просчитывают. Для облегчения этого процесса А. Ф. Гунько был предложен «счетный сектор», при котором выделяют 10 % площади бассейна. Сектор устанавливают в бассейн и просчитывают личинок. Полученный результат увеличивают в 10 раз. П. А. Улановский предложил весовой метод, при котором взвешивают часть личинок и определяют среднюю массу каждой особи. Затем определяют массу всех личинок и полученный результат делят на среднюю массу особи. В практике часто применяют эталонный метод, при котором в емкость отсчитывают определенное количество личинок. В другую такую же емкость без счета отсаживают личинок, пока по визуальным наблюдениям количество их не будет соответствовать количеству в эталонной емкости. Ошибка метода составляет 10—15 %.

Просчитанных личинок в канах, контейнерах или брезентовых чанах перевозят к выростным прудам и выпускают их по сливному рукаву. При бассейновом методе молодь осетровых рыб выращивают до массы 1 г. После достижения молодью запланированной массы ее перевозят в районы нагула, как и молодь, выращенную в прудах.

Из прудов подрощенную молодь выпускают через сетчатые рыбоуловители или по облицованным сбросным каналам, из которых с помощью рыбоподъемного устройства молодь поднимают в рыбонакопитель. Механизацию выгрузки молоди из прудов осуществляют с помощью эрлифтной установки или центробежной рыбонасосной установки типа 2РБУ-100, разработанной ВНИРО.

Транспортировка молоди на места нагула в прибрежные районы моря осуществляется в несамоходных и самоходных живорыбных судах. В последнее время все чаще используются самоходные рефрижераторные суда типа «Аквариум», имеющие

10 живорыбных трюмов-отсеков, и живорыбные суда типа «Белуга», где молодь осетровых перевозят в специальных ваннах с непрерывной циркуляцией воды. За один рейс эти суда могут перевести около 0,5 млн. экз. молоди осетровых.

В последнее время для повышения промыслового возврата от выпущенной рыбоводными заводами молоди осетровых стали практиковать выпуск ее в так называемые буферные водоемы. Исследования показали, что из-за осолонения прибрежных районов моря условия обитания молоди резко ухудшились и поэтому выживаемость молоди осетровых в прибрежных районах моря составляет 1—2%. Гибель молоди происходит в основном из-за резкой смены условий обитания. В лиманах адаптация молоди к морским условиям проходит успешнее, если соленость в них не превышает 3—5‰. Благодаря хорошим условиям, обильному и полноценному питанию сеголетки белуги достигают здесь массы 600—700 г и затем осенью выходят в море. Сеголетки осетра и севрюги имеют массу 130—150 г и остаются на зиму в лимане. Использование лиманов как адаптационных водоемов позволяет увеличить промысловый возврат осетровых почти в 5 раз.

После выпуска подрощенной молоди из прудов и бассейнов рыбоводные заводы начинают подготовку к очередному сезону. Производятся осмотр и ремонт гидросооружений, аппаратов, бассейнов, прудов. Ложе прудов после просушки разрыхляется дисковыми боронами и поддерживается до зимы в виде черного пара. Зимой нельзя допускать застоя воды в прудах. Ранней весной ограничивают развитие на ложе прудов растительности.

Выпущенная из рыбоводного завода молодь севрюги через 9—15 лет; осетров через 10—16 лет и белуги через 16—18 лет становится половозрелой и возвращается в реки на нерест. Часть рыб отлавливают для получения половых продуктов на рыбоводных заводах, часть пропускают на естественные нерестилища, а строго лимитированное количество вылавливают промыслом.

## Глава 2

### ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО

Морское товарное рыбоводство в нашей стране бурно развивается в последние 8—10 лет. Благоприятный температурный и солевой режим в южных морях СССР — Азовском, Каспийском и Черном — позволяет создать здесь высокопродуктивные товарные осетровые и лососевые хозяйства. Кроме того, благоприятные условия для развития товарного лососеводства имеются в Балтийском, Баренцевом и Белом морях, а также в моряк Дальнего Востока.

В настоящее время преимущественное развитие в морском товарном рыбоводстве получило садковое выращивание рыб, так как создание садковых хозяйств не требует больших капитальных затрат. Сами садки просты по конструкции и изготавливаются из широко применяемых сетематериалов. Постройка садков и их установка производятся без применения сложных дорогостоящих агрегатов. В отличие от прудовых садковые хозяйства не занимают значительных земельных массивов, не нуждаются в пресной воде.

Технология садкового выращивания рыб проста и во многом напоминает выращивание рыб в прудовых хозяйствах. Морские садковые хозяйства создаются на базе колхозов и при рыболовных заводах. Однако перспективными являются большие промышленные комплексы, включающие не только садковое, но и прибрежное бассейновое хозяйство. Такие товарные комбинаты оснащаются оборудованием для кормления рыб, ухода за садками и бассейнами. Развитие индустриальных методов выращивания в морском рыболовстве позволит перейти к массовому воспроизводству и товарному выращиванию большого количества ценных видов рыб.

#### § 4. ТОВАРНОЕ ЛОСОСЕВОДСТВО

Из лососевых рыб в морской аквакультуре используют радужную форель, стальноголового лосося, кижуча, атлантического лосося и др. Из них значительное место занимает товарное выращивание радужной форели. Способность этого пресноводного вида не только переносить соленость, но и повышать темп роста в морской воде позволила создать нагульные морские хозяйства, где за один-два сезона выращивают товарную рыбу массой до 1,5—2 кг.

**Характеристика радужной форели как объекта морского садкового рыболовства.** Радужная форель завезена из Северной Америки в Европу в конце прошлого столетия. Она довольно быстро вытеснила из прудовых хозяйств другие формы форели и в настоящее время является основным объектом форелеводства. Способность легко привыкать к необычным условиям, хорошо брать корм, давать высокие приросты массы при плотных посадках, а главное, сохранять превосходные качества мяса сделали радужную форель одним из основных объектов промышленного рыболовства.

Радужная форель — холодолюбивая рыба. Температурный оптимум ее в пресной воде 14—20 °С. При температуре ниже 5 °С и выше 20 °С интенсивность питания резко снижается. В соленой воде нижняя граница температурного оптимума снижается до 8 °С. Крупные рыбы в возрасте 3—4 лет способны хорошо расти даже при более низких температурах. Способность лососевых рыб и, в частности, радужной форели хорошо расти в холодной воде делает перспективным выращивание их зимой (в северных и центральных районах страны) в бассейнах при температуре 5—8 °С или в открытых незамерзающих водах южных морей СССР — Черного и Каспийского.

Для нормальной жизнедеятельности форели содержание кислорода в воде не должно быть ниже 7—8 мг/л (80—90 % насыщения), что связано с интенсивным потреблением пищи и высоким темпом роста форели в морской воде. Допустимы лишь кратковременные (не более недели) понижения содержа-

ния кислорода до 5—6 мг/л. При содержании кислорода не более 4—5 мг/л у форели начинается угнетенное состояние. Пороговое содержание кислорода 1—2,6 мг/л. Активная реакция среды (рН) должна быть близкой к нейтральной и не выходить за пределы 6,5—8,5.

Радужная форель в морской воде растет даже более интенсивно, чем в пресной. С возрастом форель лучше переносит увеличение солености. Личинки выдерживают соленость 5—8 ‰, сеголетки — 12—14 ‰, годовики — 20—25 ‰, а взрослая форель — до 35 ‰.

При выращивании радужной форели в воде с океанической соленостью (30—35 ‰) из годовиков форели массой около 100 г, полученных в пресноводных питомниках, их нужно в течение двух недель приучать (акклимировать) к соленой воде. Для этого используют бассейны и пруды с водоснабжением пресной и морской водой. Можно также выращивать молодь в опресненных заливах или лиманах с устойчивым солевым режимом, когда колебания солености в течение суток не превышают 3—4 ‰. Если невозможно обеспечить постепенную акклимацию при переводе рыб из пресной воды в морскую, следует ориентироваться на данные, приведенные в таблице 7.

Т а б л и ц а 7

**Средняя масса рыб, которых можно без акклимации переводить в морскую воду**

Водоем	Соленость, ‰	Масса, г
Балтийское море		
заливы	До 8	0,3
открытая часть	До 12	1,5
Черное море	До 17	6
Баренцево море, заливы	До 30	50

Пересадку рыб из пресной воды в морскую лучше проводить весной (март—апрель) и осенью (сентябрь—ноябрь), когда физиологическое состояние рыб позволяет им легче преодолеть изменение солености и температуры воды. Переводить в морскую воду можно только полноценную молодь, выращенную на качественных кормах, различия в индивидуальных размерах которой не превышают 25—30 %.

У форели, выращиваемой в морской воде, обмен веществ в организме происходит очень интенсивно, в результате чего повышается темп роста. Это связано с глубокой морфофизиологической перестройкой всего организма рыбы.

**Структура морского садкового хозяйства.** Морские садковые хозяйства могут быть разного типа. Нагульные — садковые или бассейново-прудовые, расположенные на берегу, морская вода в такие хозяйства подается насосами. Нагульно-выростные —

здесь осуществляется выращивание молоди (посадочного материала) и товарных рыб. Такие хозяйства чаще всего комбинированные — садково-бассейновые или садково-прудовые. Наиболее сложные хозяйства — полносистемные, где осуществляется полный рыбоводный цикл: содержание маточного стада (в пресной или морской воде); получение икры и ее инкубация; подращивание личинок и мальков; выращивание посадочного материала (1-, 2- и 3-годовалых) и получение товарной продукции. В настоящее время наибольшее распространение получили морские садковые хозяйства нагульного типа.

Садковые нагульные хозяйства имеют садковый комплекс, в который входят садки для выращивания и транспортировки рыб, зимовальные, отсадные и карантинные садки; цех для изготовления кормов; склад кормов; холодильник; склад оборудования, инвентаря и материалов; административно-хозяйственный корпус; гараж; пирс с асфальтированной площадкой размером 100×150 м и плавсредства. В садковый комплекс входят кроме садков и системы их закоривания на грунте плавучие волноломы и средства сигнализации. Акватория, занятая садковым комплексом, должна ограждаться сигнальными буями и цветными сигнальными огнями, зажигающимися ночью.

Кормовой цех, служащий для приготовления кормов для форели, должен быть оборудован мясорубками, кормосмесителями, автоклавом или пищеварочным котлом, гранулятором, весами, емкостями для дезинфицирующих растворов, сушильными шкапами для сушки влажных гранул, стеллажами для сыпучих компонентов корма и т. д.

Склад кормов должен примыкать к кормовому цеху, так как желательна механизированная подача сыпучих компонентов со склада в кормосмеситель, стоящий в кормовом цехе. Склад должен обеспечивать хранение трехмесячного запаса сыпучих компонентов. Сухие корма следует хранить в бункерах или на стеллажах, защищенных железной сеткой от грызунов. Помещение склада должно быть сухим, прохладным и хорошо проветриваемым.

Холодильник должен вмещать 10-дневный запас свежих компонентов корма и находиться рядом с кормоцехом. Склад для хранения оборудования, инвентаря и материалов должен иметь навес для летнего хранения и сушки сетных садков, сетематериалов, лодок и др. В закрытом помещении склада хранят инвентарь, оборудование и высушенные сетематериалы и садки. Нужно, чтобы в хозяйстве была механическая мастерская, оборудованная токарным и сверлильным станками, верстаком с тисками, набором слесарных и столярных инструментов, электросварочным аппаратом, компрессором и др.

В хозяйстве должны быть административный корпус и помещение для лаборатории, оснащенной необходимым оборудованием, аппаратами и приборами для проведения контроля за

качеством воды, кормов, взятия анализов для определения состояния выращиваемых рыб и проведения контрольных обловов.

**Выбор участков для морских садковых хозяйств.** При выборе мест для садкового хозяйства необходимо учитывать температурный режим, погодные и гидрологические факторы.

Место установки садков должно быть защищено от господствующих ветров, но в то же время не настолько, чтобы могла возникнуть угроза замора. Глубина и проточность воды в районе расположения садков должны обеспечивать высокое содержание кислорода и вынос остатков корма и экскрементов. Следует избегать мест, заросших водной растительностью. Заливы с большим колебанием уровня воды во время приливов и отливов также неблагоприятны для морского рыбоводства, особенно при использовании ставных садков и сетных загородок.

Большое внимание при выборе места следует уделять климатическим условиям, так как они влияют на выбор культивируемых видов и сроки их выращивания. В северных районах применяется обычно следующая схема культивирования форели: выростной период — с мая по октябрь, и затем товарная рыба реализуется, а не достигшая товарной массы переводится в специальные садки, устанавливаемые подо льдом, или содержится в береговых установках с использованием пресной или слабосоленой воды. В южных морях выростной сезон длится с октября до июля, когда температура воды еще ниже 20 °С. В летний же период, когда температура воды поднимается выше 22 °С, товарная форель сдается в торговую сеть, а более мелкая переводится в глубоководные садки, устанавливаемые в относительно глубоких участках моря, либо помещается в береговые бассейны или каналы, снабжаемые глубинной морской водой.

При выборе места расположения хозяйств в южных морях следует учитывать ледовую обстановку. Северо-западные районы Черного моря более сложны для форелеводства из-за ледостава и низких зимних температур воды. Здесь в лиманах выращивание форели, как и на севере, проводится в весенне-летний период. Наиболее благоприятными для выращивания форели являются места у берегов Крыма и Кавказа, где выращивать форель можно в течение 7—9 мес в году, а зимняя температура воды в этих районах не опускается ниже 6—8 °С, обеспечивая высокий темп роста в течение всего периода выращивания.

Наиболее подходят для садкового выращивания рыб бухты и заливы, защищенные от ветров, волнения и сильных приливо-отливных течений. Можно устанавливать садки в открытых участках моря, особенно там, где 10-метровые изобаты подходят близко к берегу, с условием, что рядом расположены хорошо защищенные бухты. Сочетание защищенных заливов с близко расположенными глубоководными зонами позволяет

выращивать посадочный материал в штормовые периоды года (весна, лето, осень) в защищенных участках бухт и заливов и содержать рыб в садках в глубоководных зонах в жаркий период для предохранения от перегрева и опасных заболеваний.

Садки для молоди нужно устанавливать в местах с оптимальным температурным режимом (12—18 °С). Для форели массой 50—100 г этот диапазон может быть гораздо шире, так как она легче переносит повышение температуры воды и сохраняет высокую пищевую активность и при пониженных температурах.

Устанавливать садки лучше в местах, где глубина 6—8 м, но можно использовать участки с глубинами 4—3,5 м, если вблизи нет зарослей высшей водной растительности. Слой воды под днищем садков должен быть не менее 1,5 м с тем, чтобы обеспечить хорошую проточность и избежать влияния на рыб разлагающейся на дне органики. В местах установки садков скорость течения воды при выращивании годовиков форели может колебаться от 0,05 до 0,3 м/с, а для старших рыб от 0,05 до 0,5 м/с. Более сильное течение нежелательно, так как это вызывает излишнюю активность рыб, что в конечном итоге ведет к излишней трате кормов. Отсутствие течений также нежелательно, потому что в садках могут возникнуть заморы.

Садковое выращивание рыбы может осуществляться только в чистой воде. Наличие в воде фенолов, солей тяжелых металлов и других токсических веществ в концентрациях, превышающих предельно допустимые, делает невозможным использование загрязненных участков моря.

При выборе площадок для береговых сооружений нужно учитывать возможность доставки кормов, посадочного материала, вывоза выращенной продукции. Наиболее пригодны ровные площадки, позволяющие создать питомные и зимовальные цеи и осуществлять полносистемный цикл выращивания форели.

**Характеристика посадочного материала и зарыбление садков.** Чтобы за сезон вырастить форель массой 300—350 г, нужно использовать в качестве посадочного материала годовиков массой не менее 40 г.

В Эстонии, где сейчас сосредоточены основные садковые хозяйства, предпочтение отдается выращиванию форели массой 1000—1500 г. Такая продукция может быть получена при использовании посадочного материала массой 300—350 г. У таких рыб высокий темп роста, хорошие физиологические показатели. Они легче, чем мелкая форель, переносят повышение температуры воды и значительно реже заболевают.

Для выращивания в садках следует отбирать здоровую рыбу, коэффициент упитанности которой не менее 0,9—1,1. У рыб массой 40—50 г содержание гемоглобина должно быть в пределах 6,5—9,5 г%; массой 100 г — от 8 до 10 г%.

здоровой форели имеет однотонную красновато-коричневую окраску. Серый, желтоватый цвет и пятнистость свидетельствуют о значительных отклонениях от нормального состояния. Такие рыбы, а также особи с содержанием гемоглобина менее 6 г% требуют особого ухода: включения в корм витаминов премиксов, свежих пивных дрожжей и компонентов с высоким содержанием белка и малым содержанием жира. Выращивать таких рыб надо в отдельном садке.

Современные садковые хозяйства, как правило, работают как нагульные хозяйства, используя привозной посадочный материал. В Прибалтике садки зарыбляют весной, когда температура воды в море 6—7 °С. Перевозят форель в живорыбных машинах или специальных контейнерах. Если разница температур воды в живорыбной емкости и море составляет более 3 °С, следует постепенно сравнивать температуру, добавляя морскую воду в емкости с рыбой. Не следует завозить форель из тех питомников, где температура воды выше или ниже, чем в море, на 7—8 °С.

Перед перевозкой или началом выращивания посадочный материал сортируют на 2—3 размерные группы во избежание поедания или угнетения мелких рыб крупными. Пересаживать и сортировать рыб нужно очень осторожно, так как сбой чешуи и другие повреждения нарушают водно-солевой обмен рыб, в результате чего рыба может погибнуть.

Плотность посадки рыб при зарыблении садков зависит от массы посадочного материала, температурного и газового режимов водоема, планируемой конечной массы рыб. Оптимальной можно считать такую плотность посадки, которая позволяет получать максимальное количество рыбы с единицы садковой площади при незначительных отходах и низком кормовом коэффициенте. При небольших плотностях посадки обычно увеличивается темп роста рыб и снижается ее отход, однако конечный выход продукции недостаточен. Для рыб с исходной массой 30—50 г в связи с подтвержденностью их бактериальным заболеванием плотность посадки не должна превышать 2—3 кг/м<sup>3</sup>. Рыб массой 100 г можно сажать из расчета 4—5 кг/м<sup>3</sup>, а 2—3-годовалых рыб массой 200—350 г — 6—7 кг/м<sup>3</sup> (табл. 8).

Рекомендуемые показатели плотности посадки могут быть применены только в тех хозяйствах, где уже хорошо освоена биотехника садкового выращивания рыб и где садки устанавливаются в участках с благоприятным режимом окружающей среды. В экспериментальных условиях трехгодовики форели хорошо растут при плотности посадки 14 кг/м<sup>3</sup> и обеспечивают получение продукции 42 кг/м<sup>3</sup>. Такие уплотненные посадки форели возможны там, где рыбы в течение предыдущего сезона выращивались в солоноватой воде и зимовали в бассейнах с морским водоснабжением.

В морских садках условия среды обычно те же, что и вне

садка. Даже при полном штиле за счет плавательных и дыхательных движений рыб в садке происходит водообмен с окружающей средой, поддерживающий нормальный кислородный режим и обеспечивающий удаление экскрементов и остатков корма путем просеивания их сквозь ячейки дели.

Таблица 8

**Биотехнические нормативы при морском садковом выращивании радужной форели за период выращивания с мая по сентябрь для средней полосы СССР**

Показатели	Единица измерения	I вариант	II вариант
<b>Выращивание годовиков</b>			
Температура воды	°С	3—20	3—20
Глубина в месте установки садков	м	3,5—6	3,5—6
Объем садков	м <sup>3</sup>	20—60	20—60
Средняя масса рыб при посадке	г	5	30
Конечная средняя масса рыб	г	100—120	200—250
Плотность посадки	кг/м <sup>3</sup>	1—2	2—3
Выживаемость двухлетков	%	70	80
<b>Выращивание двухгодовиков</b>			
Температура воды	°С	3—25	3—25
Глубина в месте установки садков	м	3,5—8	3,5—8
Объем садков	м <sup>3</sup>	20—60	20—60
Средняя масса рыб при посадке	г	50—70	80—100
Конечная средняя масса рыб	г	300—350	350—400
Плотность посадки	кг/м <sup>3</sup>	3—4	4—6
Выживаемость трехлетков	%	70—75	70—80
Съем продукции	кг/м <sup>3</sup>	10—20	10—20
<b>Выращивание трехгодовиков</b>			
Температура воды	°С	3—25	3—25
Глубина в месте установки садков	м	3,5—8	3,5—8
Объем садков	м <sup>3</sup>	20—60	20—60
Средняя масса рыб при посадке	г	200—250	300—400
Конечная средняя масса рыб	г	500—650	900—1500
Плотность посадки	кг/м <sup>3</sup>	6	7
Выживаемость четырехлетков	%	90	90
Съем продукции	кг/м <sup>3</sup>	13,5—17,5	15—23

Особое внимание при выращивании рыб в садках нужно уделять состоянию сетной части, так как на боковых стенках и дне садка скапливаются органические остатки, которые способствуют росту на дели нитчатых водорослей. Если обростания незначительны, их можно смыть струей из шланга с помощью пожарной помпы. При сильном обростании сетную часть садка

высушивают на берегу, очищают от остатков обростаний и затем снова используют. Как правило, меняют сетные части один раз в месяц. Разработанное специалистами противообрастающее покрытие для дели позволяет использовать сетчатые части садков в течение 6 мес.

**Кормление форели.** Качество кормов определяют прежде всего соотношением в них основных питательных веществ: протеинов, жиров, углеводов, минеральных солей, биологически активных веществ (витаминов, ферментов, гормонов) и незаменимых аминокислот. Потребность рыб в тех или иных веществах меняется с возрастом, половым созреванием, а также зависит от температуры воды и ее гидрохимического состава.

Протеин обеспечивает рост организма, формирование и рост органов и тканей. Кормовой протеин содержит белковую и небелковую формы азота. Полноценность белка определяется наличием незаменимых аминокислот, не синтезируемых в организме. Из общих для всех белков 24 аминокислот 10 относятся к незаменимым. Исследования показали, что для некоторых рыб, в том числе и лососевых, незаменимыми оказались те же аминокислоты, которые являются незаменимыми и для высших животных. Для форели полноценными являются корма, содержащие белки животного происхождения.

Потребность форели в протеине меняется с возрастом: если в сухих кормах для молоди его должно быть 40—55 %, то для взрослых рыб достаточно 35—40 %. При составлении рациона нужно учитывать, что недостаток протеина задерживает рост и может привести к ожирению (при избытке жиров), а избыток повышает энергетический обмен и приводит к непроизводительным тратам этого ценного продукта. При недостатке в рационе жиров и углеводов протеин используется в организме рыб в качестве источника энергии в ущерб своей основной функции — белкового обмена и роста тела.

На потребность рыб в протеине существенно влияют условия обитания. С повышением температуры воды потребность в протеине возрастает. Так, при температуре воды 8 °С рацион для молоди должен включать 40—42 % протеина, а при 15 °С — 50—55 %. Лучше всего в пресной воде протеин усваивается при температуре 13—16 °С, в соленой — при 10—18 °С. Потребность в протеине возрастает и при повышении солености. Так, для неполовозрелой форели при солености 10 ‰ она составляет 40 %, а при солености 20 ‰ — 45 %. Большое значение для усвоения протеина имеет содержание в воде кислорода. При его снижении протеин утилизируется неэффективно, поэтому при ухудшении кислородного режима нужно уменьшать нормы задаваемого корма.

Протеин усваивается лососевыми рыбами на 80—85 %, но молодью — несколько хуже, чем взрослыми особями. Эффективность усвоения протеина зависит от энергетической обеспечен-

ности диеты. Наиболее эффективны корма, содержащие 55—65 % калорий за счет протеина. При кормлении ими на 1 кг прироста требуется 500—650 г белка. Превышение этого уровня свидетельствует о неполноценности ингредиентов корма или о несбалансированности диеты. Растительный протеин усваивается лососевыми рыбами несколько хуже, чем животный, однако, учитывая более низкую стоимость кормов, содержащих растительный протеин, по сравнению с кормами, включающими протеин животного происхождения, использование таких кормов экономически оправдано. Но некоторые авторы отмечают, что в корма для молоди форели нежелательно включать протеин растительного происхождения.

**Жиры** — концентрированный источник энергии в организме. Они выполняют многие жизненно важные функции. При недостатке жиров в рационе энергетические затраты частично покрываются за счет белков, при избытке ухудшаются физиологические показатели рыб вследствие жирового перерождения печени, почек, ухудшения гематологических показателей. При составлении рационов для форели разного возраста необходимо учитывать оптимальное соотношение содержания в кормовом рационе белков и жиров.

**Оптимальное соотношение белков и жиров в сухом корме для молодой форели, %**

Белки	Жиры
До 1 года	
50	15
45	12
40	10
30	8
25	6
Старше 1 года	
40	8
35	6
30	5
25	4

В рационах для молоди предпочтительнее использовать рыбий жир, для более старших групп — растительное масло и фосфатиды, которые содержат естественные антиоксиданты (антиоксиданты) и поэтому могут сохраняться в течение длительного времени. В остальных источниках ненасыщенных жирных кислот естественных антиоксидантов мало, и поэтому они быстро окисляются (прогоркают) и становятся токсичными для рыбы. Образующиеся при прогоркании ядовитые перекиси вызывают у рыб малокровие, побеление жабр, жировое перерождение печени и почек, мышечную дистрофию, а также разрушают витамины и могут оказывать канцерогенное действие на

организм. Поэтому сухие компоненты корма, богатые жиром, при длительном хранении следует обрабатывать антиоксидантами — сантохином, дилудином или бутоксилолулом, которые в количестве 0,02—0,3 % вводятся в рыбную или крилевую муку.

Твердые жиры животного происхождения усваиваются форелью на 60—70 %, а при низкой температуре могут привести к закупорке пищеварительного тракта у молоди.

Углеводы, как и жиры, являются источником энергии. Содержание перевариваемых углеводов в рационе не должно превышать 12 %, а общее содержание в корме (с учетом их средней переваримости 40 %) — 25—30 %. В корме молоди их должно быть еще меньше, что связано с низкой скоростью выработки инсулина — фермента, перерабатывающего углеводы, в связи с чем углеводный обмен форели носит характер диабетического. Перегрузка рациона углеводами повышает отношение массы печени к массе тела до 4—5 % (при норме 2—2,8 %), вызывает побледнение печени, водянку брюшной полости.

Углеводами богаты дрожжи, соевый шрот и жмых, мука из злаков, сухое обезжиренное молоко, обрат.

Минеральные вещества входят в состав тканей форели и активно участвуют в обмене веществ. Кальций входит в состав костной ткани и участвует в осморегуляции, фосфор — в молекулы нуклеопротеидов и фосфолипидов и участвует в обмене ферментов. Калий и натрий — осморегулирующие ионы, магний активизирует деятельность ферментов поджелудочной железы. Железо необходимо для образования и функционирования гемоглобина и других соединений. Микроэлементы — кобальт, марганец, цинк, йод — воздействуют на кроветворение и деятельность многих ферментов, являясь их составными частями.

В пресной воде микроэлементы поступают в организм форели в основном с пищей, частично аккумулируются жабрами и кожей рыб. В морской воде содержится набор солей в соотношениях, оптимальных для форели. Поэтому в корм форели, выращиваемой в морской воде, минеральные вещества можно не добавлять.

Витамины — особая группа веществ, осуществляющих в организме функции катализаторов самых разнообразных биохимических реакций. Несмотря на многообразие химического строения, витамины подразделяются всего на две группы: жирорастворимые (А, D, К, Е) и водорастворимые (С, группа В, инозитол). Основной природный биосинтез витаминов осуществляется растениями. В организме животных они аккумулируются в печени, селезенке и других органах и расходуются в процессе жизнедеятельности. Отсутствие тех или иных витаминов вызывает авитаминозы. При кормлении рыб кормами, не содержащими витаминов, наблюдаются отставание в росте и нарушение

обмена веществ. Специалистами выявлены потребность лососевых рыб разного возраста в витаминах и симптомы витаминной недостаточности. Созданы рецептуры витаминных премиксов — смесей, в которых содержатся все необходимые витамины. Наполнителем в премиксе являются мука или отруби злаковых с минимальным содержанием легкоокисляемых веществ. Для предотвращения окисления в смесь добавляют 0,1 % сантохина.

Несмотря на то что компоненты форелевого корма содержат значительное количество витаминов, часто этого количества недостаточно. Поэтому сухие гранулированные корма обязательно должны содержать витаминный премикс, рецептура которого разработана А. Н. Канидьевым и Е. А. Гамыгиным. В пастообразные корма следует вводить витамины D, K, B<sub>1</sub>, C, однако лучше добавлять 1 % премикса (табл. 9).

Таблица 9

Рецепт премикса для молоди и взрослой форели, г

Витамины	ПФ-1М для молоди форели	ПФ-1В для взрослой форели
А (ретинол-пальмитат или ретинолацетат)	1,7 млн. и. е.	1,5 млн. и. е.
D <sub>3</sub> (холекальциферол)	0,35 млн. и. е.	0,3 млн. и. е.
Е (α-токоферол)	2	2
С (аскорбиновая кислота)	50	50
B <sub>1</sub> (тиаминбромид)	1,5	1,5
B <sub>2</sub> (рибофлавин)	3	3
B <sub>5</sub> (РР, никотинамид)	20	17,5
B <sub>6</sub> (пиридоксин-гидрохлорид)	1,7	1,5
B <sub>12</sub> (цианкобаламин)	0,07	0,005
С <sub>С</sub> (фолиевая кислота)	0,5	0,5
Патонтенат кальция	5	5
Холин-хлорид	100	50
Викасол	0,25	0,25
Сантохин (антиоксидант)	10	10
Наполнитель (мука пшеничная)	До 1 кг	До 1 кг

**Методы приготовления кормов.** В отечественном форелеводстве все большее значение приобретают гранулированные корма, хорошо сбалансированные по основным питательным веществам и аминокислотам. Для молоди разработаны стартовые корма, для годовиков и товарных рыб — так называемые продукционные корма. Однако в ряде хозяйств используют пастообразные корма на рыбной или мясной основе. В рыбных кормах используют непищевых рыб, отходы рыбного производства, основу мясных кормов составляют селезенка, боенские отходы и др.

Калорийность кормов повышают за счет мукообразных компонентов с большим содержанием протеина и ограниченным

количеством жиров. Для создания необходимого баланса в смесь добавляют сухие компоненты: муку злаковых, шроты, жмыхи. Корм должен быть сбалансирован не только по содержанию основных компонентов: белка, жира, безазотистых веществ, но и по аминокислотному составу.

В некоторых хозяйствах форель кормят одной рыбой. Свежая рыба, как правило, содержит основные питательные вещества в оптимальном соотношении, однако в голове и внутренностях кормовой рыбы имеется ряд ферментов, которые разрушают витамины, содержащиеся в мышцах, селезенке, печени и других органах. Одним из таких ферментов является тиаминаза, которая разрушает содержащийся в рыбе витамин В<sub>1</sub>, поэтому у выращиваемой форели через 3—4 недели могут появиться признаки авитаминоза, приводящего к повышенным отходам. Применение комбинированных пастообразных кормов позволяет избежать авитаминозов и дает возможность рационально использовать местные кормовые ресурсы — рыбные и боенские отходы, ракообразных и др. Такие кормосмеси должны быть сбалансированы по основным питательным веществам и аминокислотному составу. В их составе должно быть 35—40 % белка, 5—8 % жира, не более 25 % углеводов и 10—15 % зольных элементов.

Для составления полноценного корма следует пользоваться готовыми рецептурами с учетом имеющихся компонентов (табл. 10, 11).

Для приготовления пастообразного корма нужно кормовую рыбу очистить от мусора, особенно от мелких камней и раковин, способных повредить ножи мясорубки. Несвежую или больную рыбу удалить. Мороженую рыбу перед использованием нужно разморозить при комнатной температуре в течение 3—5 ч. Все мучные компоненты, в которых обнаружены крупные твердые частицы, нужно просеять через сито, способное задержать частицы диаметром более 1 мм. Отсевки можно использовать после измельчения. Фосфатиды перед замесом разогревают на водяной бане до температуры 80 °С. Из боенских отходов удаляют плохо перемалываемые части — сухожилия, сосуды и др. Затем кормовую рыбу, боенские отходы и ракообразных измельчают в мясорубке. Полученный фарш загружают в кормосмеситель, добавляют воду или свежие пивные дрожжи (5—10 %) и смесь перемешивают в течение 2—3 мин. После этого в кормосмеситель постепенно добавляют сухие компоненты кормосмеси и вновь перемешивают. В полученную смесь вливают при постоянном перемешивании нагретые фосфатиды, разведенные в небольшом количестве воды, премиксы и, если необходимо, соответствующие лекарственные препараты. Порошкообразные премиксы и антибиотики нужно предварительно смешать с любым из мучных компонентов до получения однородной массы. После внесения всех необходимых компонентов смесь перемешивают

Таблица 10

## Рецептуры влажных кормов для радужной форели, %.

Компоненты	ВНИИПРХ							Гос- НИОРХ- ВНИРО	Дания	США (влажные гранулы)
	влажные гранулы			пастообразные						
	1	2	3	1	2	3	3			
Селезенка говяжья	—	—	—	50	—	—	—	40	—	42
Свежая Рыба	—	—	—	—	—	—	60	70	—	—
Мука	—	—	—	—	—	—	—	—	50	—
рыбная	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
из ракообразных	25	30	35	15	—	—	—	10	15	12
кроваяя	18	—	—	—	—	—	—	—	55	—
мясокостная	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
мясо-перьевая	—	15	8	13	10	—	—	25	—	—
из куколки тутового шелкопряда	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
пшеничная (ржаная)	10	11	10	13	10	—	—	—	4*	—
травяная (сенная)	—	—	4	—	—	—	—	—	—	0,2**
Отруби пшеничные	—	—	10	—	—	—	—	—	—	0,5**
Высушенный филътраг барды	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5
Дробленый овес	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,75
Кормякорн	—	10	—	—	13	10	—	5	—	—
Шрот	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
соевый	—	—	5	—	—	—	—	—	—	1,5**
льняной	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
Обрат сухой (сухая молочная сыворотка)	6	—	3	—	—	—	—	—	5	—
Дрожжи	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2
кормовые	—	10	5	5,5	5	5	—	10	—	0,15
свежие (пивные)	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Фосфаты	—	5	—	3	—	—	—	—	—	—
Масло с витаминами А и Д	5	—	—	—	—	—	—	5	—	—
Цельтамин В <sub>1</sub> (500 мкг в 1 г)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
Витаминный премикс	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—
Вода	15	18	15	0,5	1	1	—	—	1	—
Соль или комплекс минеральных солей**	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Кормовой мел	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,02
Кормовой коэффициент	2-2,5	2-2,5	2-2,5	—	—	—	—	3,5	2-3	4-5

\* Можно использовать мучные сметки. \*\* Можно использовать проростки пшеницы. \*\*\* Можно использовать муку из лоперны. \*\*\*\* Можно использовать соевую муку. # Можно использовать муку из неочищенных соевых бобов. \*\* При выращивании форели в солоноватой воде соль в кормосмесь можно не включать.

Рецептуры гранулированных кормов для радужной форели, %

Компоненты	ВНИИПРХ			ГосНИОРХ	ГДР (продук- ционный)	Польша	США		ФРГ
	РТМ-8В		РТМ-13В				РР-6	Абернети	
	РТМ-5В	РТМ-8В	РТМ-13В						
Мука									
рыбная	45*	19,6*	34	50	30	28	33—35	44,5	52,5
крялевая	—	19,6	—	—	—	—	—	—	—
мясокостная	8,6**	2**	—	10	4	10	—	—	—
кровая	3	3**	—	2	—	—	—	—	—
пшеничная	16,8	7,6	16,8	19*4	9	—	13—15	16,5	16,1
ячменная	—	—	—	—	9	—	—	—	—
овсяная	—	—	—	—	9	—	—	—	—
из хлопковых семян	—	—	—	—	—	—	—	15	—
соевая	—	—	—	—	—	10	10	—	—
зерновая (клейковина)	—	—	—	—	—	—	6	—	—
травяная (сенная)	4,2	—	—	—	5	—	3	—	—
водорослевая	1	1	—	—	—	—	—	—	—
зерновой ферментативный экстракт	—	—	—	—	—	—	8	—	—
Отруби									
пшеничные	—	—	—	—	—	14	—	—	—
ячменные	—	—	—	—	—	20	—	—	—
Шроты									
соевый	6,6	26	6,6	—	8	—	—	—	—
подсолнечный	—	25	—	—	—	—	—	—	—
арахисовый	—	—	—	—	5	—	—	—	—
Меласса	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Обрат сухой (сухая молочная сыворотка)	7	2	7	—	3	—	10	17	—
Дрожжи кормовые (пивные)	3	8	3	15	15	10	5	—	—
Масло растительное	3,8**	—	3**	—	—	—	4	6	8
Рыбий жир	—	—	—	—	—	6	—	—	—
Фосфатиды	—	5,8	—	4,0	—	—	—	—	—
Витаминный премикс	—	1	—	0,1	—	2	—	—	—
Минеральная смесь (США), пропониант натрия (ФРГ)	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Кормовой коэффициент	1,6	1,8	1,4—1,6	2	1,5	—	1—1,5	—	0,3

\* На 50% можно заменить крялевую мукой. \*\* Можно использовать крялевую муку. \*\* Можно использовать крялевую муку. \*\* Можно использовать альбумин. \*\* Можно использовать дрожжевую пшеницу. \* Можно использовать фосфатиды.

## Суточные рационы полноценных кормов, % от массы тела

Температура, °С	Масса, г										
	0,18	0,18—1,5	1,5—5,1	5,1—12	12—23	23—39	39—62	62—92	92—130	130—180	180 и выше
	Длина, см										
	2,5	2,5—5	5—7,5	7,5—10	10—12,5	12—15	15—17,5	17—20	20—22	22—25	25 и выше
Сухие с содержанием протеина 30—35%											
2	2,6	2,2	1,7	1,3	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4
3	2,8	2,3	1,8	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4
4	3,1	2,5	2,0	1,6	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5
5	3,3	2,7	2,2	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
6	3,6	3,0	2,4	1,9	1,5	1,2	1,0	0,8	0,8	0,7	0,6
7	3,9	3,2	2,6	2,0	1,6	1,3	1,1	0,9	0,8	0,8	0,7
8	4,2	3,5	2,8	2,2	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
9	4,5	3,8	3,1	2,4	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
10	4,9	4,2	3,3	2,6	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8
11	5,3	4,5	3,6	2,8	2,1	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9
12	5,7	4,8	3,9	3,0	2,3	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
13	6,2	5,2	4,2	3,2	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3	1,1	1,1
14	6,7	5,6	4,5	3,5	2,6	2,1	1,8	1,6	1,4	1,2	1,2
15	7,2	6,0	4,9	3,8	2,8	2,3	1,9	1,7	1,5	1,3	1,3
16	7,7	6,4	5,2	4,1	3,1	2,5	2,0	1,8	1,6	1,4	1,3
17	8,3	6,8	5,6	4,4	3,3	2,7	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4
18	8,8	7,3	6,0	4,8	3,5	2,8	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5
19	9,3	7,9	6,4	5,1	3,8	3,0	2,3	2,1	1,9	1,7	1,6
20	9,9	8,2	6,9	5,5	4,0	3,2	2,5	2,2	2,0	1,8	1,7
Влажные с содержанием протеина 20%											
2	5,1	4,3	3,4	2,5	1,9	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
3	5,6	4,7	3,7	2,8	2,1	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
4	6,1	5,1	4,0	3,0	2,3	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9
5	6,6	5,5	4,4	3,3	2,5	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
6	7,2	5,9	4,8	3,6	2,7	2,2	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0
7	7,7	6,4	5,1	3,9	2,9	2,4	1,9	1,6	1,5	1,2	1,1
8	8,4	6,9	5,6	4,2	3,1	2,5	2,1	1,7	1,6	1,3	1,2
9	9,1	7,5	6,0	4,5	3,4	2,7	2,3	1,9	1,7	1,5	1,3
10	9,9	8,1	6,5	4,9	3,6	2,9	2,5	2,1	1,8	1,6	1,4
11	10,4	8,8	7,0	5,3	3,9	3,2	2,7	2,3	2,0	1,7	1,6
12	11,5	9,6	7,7	5,7	4,3	3,4	2,9	2,4	2,2	1,9	1,7
13	12,4	10,3	8,3	6,2	4,8	3,7	3,1	2,6	2,4	2,1	1,9
14	13,4	11,2	9,0	6,8	5,1	4,0	3,4	2,9	2,5	2,2	2,1
15	14,5	12,1	9,7	7,3	5,5	4,4	3,6	3,1	2,7	2,4	2,2
16	15,6	13,0	10,5	8,0	6,1	4,8	3,9	3,3	2,9	2,6	2,4
17	16,7	13,9	11,2	8,7	6,6	5,2	4,1	3,5	3,1	2,8	2,6
18	17,8	14,8	12,0	9,3	7,2	5,6	4,4	3,7	3,3	3,0	2,8
19	18,8	15,7	12,8	10,0	7,8	5,9	4,6	3,9	3,5	3,2	2,9
20	19,9	16,5	13,5	10,7	8,4	6,3	4,9	4,1	3,8	3,4	3,1

еще в течение 2—3 мин до образования массы консистенцией густого теста.

Если корм в хозяйстве готовят только один раз в сутки, то всю суточную норму премиксов и лекарственных препаратов следует вводить в ту порцию корма, которая предназначена для раздачи сразу после его приготовления. Оставшуюся часть суточной нормы, не содержащую указанных компонентов, можно хранить в холодильнике при температуре от 0 до 4 °С около суток.

Для экономии корма необходимо добавлять в него различные связующие вещества, например казеин (0,5—1 %). Чтобы корм не размывался в воде, из полученной кормосмеси можно делать влажные гранулы. Для этого приготовленную кормосмесь повторно пропускают через мясорубку, используя вместо решетки конусообразное приспособление с отверстиями необходимого диаметра. Полученную «вермишель» сразу обваливают в муке или отрубях, высушивают, а затем разламывают на гранулы длиной 0,5—1,5 см. Потери корма при кормлении рыбы такими гранулами минимальны.

Существуют различные методы нормирования корма — от составления рационов по поедаемости до строго регламентируемых рационов.

При первом методе кормления при благоприятных условиях добиваются максимальных темпов роста рыбы, но при этом кормовой коэффициент, как правило, бывает очень высок.

При втором методе запланированный темп роста обеспечивается экономное расходование корма. Рациональное использование кормов снижает затраты хозяйства и таким образом уменьшает себестоимость получаемой продукции.

Например, при использовании сухих гранулированных кормов из-за высокой концентрации питательных веществ в них может возникнуть несоответствие между способностью ферментативной пищеварительной системы и вместимостью желудочно-кишечного тракта, т. е. форель способна съесть больше, чем в состоянии переварить. Специалистами разработаны оптимальные рационы кормления при выращивании форели в пресной воде с учетом температуры воды, размеров и массы выращиваемой форели (табл. 12).

Для расчета суточной нормы корма рыб, находящихся в садке, бассейне или пруде, нужно общую массу этих рыб умножить на процент от массы тела, соответствующий суточной норме корма при данной температуре по таблицам.

**Пример.** Необходимо определить суточный рацион влажных кормов, содержащих 20 % протеина, для 200 шт. форели средней массой 70 г при температуре воды 15 °С. По табл. 12 находим, что количество требуемого на сутки влажного корма соответствует 3,1 % массы их тела. Общее суточное количество корма равно  $200 \text{ кг} \cdot 3,1 \% = 6,2 \text{ кг}$ .

При более высокой температуре, например 18°C, процент от массы тела возрастает до 3,7, а необходимое количество корма увеличивается до 7,4 кг (200 кг · 3,7 % = 7,4 кг).

При выращивании форели в солоноватой воде пользуются таблицами, разработанными Л. И. Спешилковым и О. Р. Сергиевым (табл. 13, 14).

Таблица 13

Суточные рационы пастообразных кормов с содержанием протеина 20% при выращивании форели в солоноватой воде, % от массы тела рыб

Температура, °С	Масса, г							
	5,1—12	12—23	23—39	39—62	62—92	92—130	130—180	180 и выше
	Длина, см							
	7,5—10	10—12,5	12—15	15—17,5	17—20	20—22	22—25 <sup>a</sup>	25 и выше
2	2,5	1,9	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8
3	2,8	2,1	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8
4	3,3	2,5	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
5	4,0	3,0	2,4	1,9	1,7	1,4	1,3	1,2
6	4,3	3,2	2,6	2,1	1,8	1,6	1,3	1,2
7	5,1	3,8	3,1	2,5	2,1	1,9	1,6	1,4
8	5,9	4,3	3,5	2,9	2,4	2,2	1,7	1,6
9	6,7	5,1	4,0	3,4	2,8	2,5	2,2	1,9
10	7,3	5,4	4,3	3,7	3,1	2,7	2,4	2,1
11	7,9	5,8	4,8	4,0	3,4	3,0	2,5	2,4
12	8,5	6,4	5,1	4,3	3,6	3,3	2,8	2,5
13	9,3	7,2	5,5	4,6	3,7	3,6	3,1	2,8
14	10,2	7,6	6,0	5,1	4,3	3,7	3,3	3,1
15	10,9	8,2	6,6	5,4	4,6	4,0	3,6	3,3
16	12,0	9,1	7,2	5,8	4,9	4,3	3,9	3,6
17	13,0	9,9	7,8	6,1	5,2	4,6	4,2	3,9
18	14,0	10,8	8,4	6,6	5,5	5,9	4,5	4,2
19	13,0	10,1	7,7	6,0	5,1	4,5	4,2	3,8
20	12,8	10,1	7,6	5,9	4,9	4,6	4,1	3,7
21	10,7	8,4	6,3	4,9	4,1	3,8	3,4	3,1
22—23	7,5	5,9	4,4	3,4	2,9	2,7	2,4	2,2

При температуре воды выше 22—23°C нормы кормления форели как в пресной, так и соленой воде нужно уменьшать вдвое и кормление становится поддерживающим (т. е. не обеспечивающим прироста рыб). При наступлении еще более высоких температур надо прекращать кормить форель на 2—3 сут. В случае длительного периода повышения температуры воды форели дают половину рациона, предусмотренного для температуры 18°C, т. е. корм дают один раз в три дня в вечернее время.

В морских садках форель кормят 2 раза в сутки. В летнее время половину суточной нормы дают в 6—7 ч утра, а осенью — на час позже. Оставшуюся половину дают в 19—20 ч (осенью в 18—19 ч).

Таблица 14

Суточные рационы гранулированных кормов с содержанием протеина 30—35% при выращивании форели в солоноватой воде, % от массы тела рыб

Температура, °С	Масса, г							
	5,1—12	12—23	23—39	39—62	62—92	92—130	130—180	180 и выше
	Длина, см							
	7,5—10	10—12,5	12—15	15—17,5	17—20	20—22	22—25	25 и выше
2	1,7	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4
3	1,4	1,1	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4
4	1,8	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,7	0,5
5	2,0	1,6	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
6	2,3	1,8	1,4	1,2	1,0	1,0	0,8	0,7
7	2,6	2,1	1,7	1,4	1,2	1,0	1,0	0,9
8	3,1	2,4	2,0	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0
9	3,6	2,7	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3	1,2
10	3,9	3,0	2,4	2,1	1,8	1,6	1,3	1,2
11	4,2	3,1	2,5	2,2	1,9	1,6	1,5	1,3
12	4,5	3,4	2,7	2,4	2,1	1,8	1,6	1,5
13	4,8	3,6	3,0	2,5	2,2	1,9	1,6	1,6
14	5,2	3,9	3,1	2,7	2,4	2,1	1,8	1,8
15	5,7	4,2	3,4	2,8	2,5	2,2	1,9	1,9
16	6,1	4,6	3,7	3,0	2,7	2,4	2,1	1,9
17	6,6	4,9	4,0	3,1	2,8	2,5	2,2	2,1
18	7,2	5,2	4,2	3,3	3,0	2,7	2,4	2,2
19	7,2	5,2	4,2	3,3	3,0	2,7	2,4	2,2
20	6,6	4,8	3,8	3,0	2,6	2,4	2,2	2,0
21	5,5	4,0	3,2	2,5	2,2	2,0	1,8	1,7
22—23	3,6	2,7	2,1	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1

Пастообразный корм и гранулы разбрасывают по поверхности садка сначала быстро, затем по мере поедания корма медленнее. Пастообразный корм при нормальной пищевой активности крупным рыбам (свыше 50 г) скармливают в течение 2—4 мин, а мелким — в течение 5—7 мин.

Вследствие резкого изменения температуры, солёности среды, атмосферного давления или других причин у рыб может испортиться аппетит. В это время кормление лучше прекратить. Если рыбы длительно плохо берут корм, необходимо установить причину и по возможности ее устранить. Чаще всего

это бывает вызвано высокой температурой воды, понижением содержания кислорода в воде или болезнями рыб, вызванными либо неправильным кормлением, либо патогенными организмами, а также вследствие загрязнения воды различными стоками. В этом случае садки с форелью перевести на участки с более холодной и чистой водой или провести лечение рыб от обнаруженных заболеваний.

Кормить рыб в садках нужно ежедневно, без перерывов (разгрузочных дней), за исключением случаев, перечисленных выше.

## § 5. ТОВАРНОЕ ОСЕТРОВОДСТВО

Существующая методика получения молоди осетровых рыб на рыбоводных заводах позволяет считать, что товарное осетроводство является перспективной отраслью как пресноводного прудового, так и морского садкового рыбоводства. Н. С. Строгановым были разработаны методы выращивания в прудах таких осетровых рыб, как белуга, осетр и стерлядь. Впоследствии хорошие результаты были получены при выращивании гибридов осетровых, имеющих ряд гетерозисных преимуществ перед чистыми видами и обладающих более высоким темпом роста, который еще повышается при содержании рыб в солоноватой воде.

**Характеристика объектов товарного осетроводства.** Н. И. Николюкиным было получено много различных гибридов осетровых, но наилучшим образом показал себя межродовой гибрид между белугой и стерлядью — бестер, который оказался плодовитым. Гибрид этих несхожих между собой видов обладает рядом ценных качеств: быстрым ростом, высокой жизнестойкостью и широкой экологической пластичностью. От белуги бестер унаследовал хищнический инстинкт и высокие пищевые потребности, поэтому его сравнительно легко удается приучать к питанию искусственным кормом. От стерляди гибрид получил высокие качества деликатесного продукта и скороспелость. Так, самцы бестера созревают в возрасте 3—4 лет, а самки — в возрасте 7—8 лет. Бестер хорошо переносит как пресную, так и солоноватую воду.

В настоящее время получено и исследовано несколько форм гибрида между белугой и стерлядью. Гибрид белуги со стерлядью первого поколения — бестер — получен путем оплодотворения икры белуги молоками стерляди. По ряду морфологических признаков он занимает промежуточное положение между исходными видами. При оплодотворении икры стерляди молоками белуги получен обратный (реципрокный) гибрид. Гибриды принято обозначать начальными буквами видовых названий Б (белуга) и С (стерлядь). На первом месте ставится материнский вид, на втором — отцовский. Таким образом, первый

гибрид, где самка белуга, обозначается как БС, а обратный — СБ. Эти гибриды, полученные при скрещивании родительских видов, являются гибридами первого поколения и обозначаются цифрой 1, т. е. БС-1 и СБ-1.

Поскольку гибрид белуги со стерлядью плодовит, то удалось уже получить гибрид между белугой и самцом гибрида (белуга × стерлядь). Полученный возвратный гибрид обозначают ББС. При оплодотворении икры стерляди молоками БС-1 получен гибрид СБС. Первый из гибридов (ББС) по многим признакам и чертам биологии напоминает белугу, а второй (СБС) — стерлядь.

В отличие от исходных форм, веками приспособившихся к определенным условиям, гибриды более пластичны и легче переносят новые условия обитания. Так, бестер, сочетающий в себе признаки обоих родительских видов, способен обитать в мелководных прудах и глубоководных водохранилищах, солоноватых озерах и морских заливах.

Бестер и белуга — эвритермные рыбы. Так, бестер может жить при температуре от 0,5 до 30 и даже 35 °С. Оптимальной для него является температура 18—25 °С, а питание и рост возможны в более широких пределах — от 1, 3 до 28 °С. Оптимальное содержание кислорода для белуги и бестера 6—8 мг/л, но они могут переносить временное понижение кислорода до 1,6 мг/л. Чрезмерное насыщение воды кислородом также нежелательно. Это донные рыбы, избегающие сильно освещенных участков водоема. Выращиваемые при ярком освещении рыбы приобретают почти черную окраску. В затененных бассейнах масса рыб, их упитанность на 10—15 % выше, чем у рыб, содержащихся на солнечном свете.

При выращивании бестера и белуги в морской воде мелкую молодь массой 2—3 г можно сразу, без предварительной акклимации помещать в солоноватую воду соленостью 4—5 ‰. В воду с соленостью 7—8 ‰ молодь можно помещать после акклимации, которая длится 5—6 ч. Смена солености в течение 1—2 сут от 5 до 10 ‰ не вызывает у этих рыб каких-либо нарушений и отклонений.

Молодь бестера массой 6—15 г выживает при солености 11—12 ‰, более старые рыбы массой 40—50 г переносят соленость 15 ‰, но при 20 ‰ погибают в течение суток. Молодь белуги массой 5—6 г при адаптации в течение 2 недель хорошо переносит соленость 17 ‰.

**Морское садковое хозяйство.** В морских садковых хозяйствах для выращивания осетровых рыб имеется садковый комплекс (мальковые, выростные и нагульные садки), расположенный в береговой зоне, и прудовый комплекс, расположенный на берегу, в который входят пруды для выращивания молоди, карантинные и зимовальные пруды. Кормовой цех, склад кормов и холодильник строятся по тому же типу, что и на лососевых

садковых хозяйствах. Хозяйства имеют также склады для хранения оборудования, инвентаря и материалов, навесы с вешалами для хранения и сушки садков и сетематериалов, механическую мастерскую и площадки для ремонта и монтажа садков, а также пирс для швартовки обслуживающих хозяйство катеров и моторных лодок, гараж для автотранспорта. При хозяйстве имеются административно-хозяйственный корпус и лаборатория, оснащенная оборудованием и приборами для контроля за состоянием рыб, качеством воды и кормов.

Молодь массой 2—7 г выращивают в небольших садках (2×1,5×1,5 м), состоящих из деревянной рамы, обтянутой металлической (2—3 мм) или капроновой (4—5 мм) сеткой. Эти садки лучше размещать в пруду. Подросткую молодь бестера массой 8—10 г можно пересаживать в выростные садки (5×3×2 м), сшитые из мелкочейной капроновой дели (5—8 мм), которые, как и нагульные, устанавливают в бухте. Нагульные садки для выращивания товарных рыб изготавливают из капронового сетного полотна с размером ячеек 6,5—10 мм. Размеры садков 60 м<sup>2</sup> (15×4 м) или 75 м<sup>2</sup> (15×5 м) при глубине 2,5—3 м. Их размещают на участках с глубинами 3—4 м, плотным грунтом на расстоянии 300—800 м от берега. Садки сверху закрывают крышкой для защиты рыб от чаек и сильных подъемов воды, в результате которых рыба может уйти из садка, тогда когда он полностью погружен в воду. Корм в садки подают через сетной рукав, вшитый в крышку.

Весной после распаления льда в бухте устанавливают проволочную раму и забивают гундеры, к которым крепятся садки. Сетные садки навешивают непосредственно перед доставкой рыб из зимовалов.

Если осетровых выращивают в закрытых бухтах и заливах, где нет сильного волнобоя, можно применять плавающие садки, например, как при выращивании форели. Плавающие садки удобнее в обслуживании, они подвижны, и поэтому под садками не накапливаются остатки пищи и экскременты рыб, как это происходит при использовании стационарных садков.

**Перевозка посадочного материала и зарыбление садков.** В качестве посадочного материала для товарных садковых хозяйств используют молодь бестера или белуги, выращенную на рыбоводных осетровых заводах.

Молодь, выращенная бассейновым методом, при котором уже ранних личинок приучают к искусственному корму, лучше адаптируется к садковым условиям, она сразу же начинает потреблять искусственный корм, быстро растет, выживаемость ее выше, чем у молоди, содержавшейся на рыбоводном заводе в прудах на естественной пище. Молодь из прудов с трудом привыкает к искусственному корму, а мелкие особи (массой 1,5—2,5 г) часто отказываются от искусственного корма и погибают.

Перед перевозкой молоди бестера или белуги для выращивания в морских садках ее отсаживают в бассейны на 1—2 сут, где содержат в проточной воде, но не кормят. Если длительность перевозки не превышает нескольких часов, молодь перевозят в брезентовых чанах, установленных на автомашинах. В один чан помещают от 0,5 до 1 тыс. молоди (100—200 шт./м<sup>3</sup>). Перевозить молодь рекомендуется в ранние утренние часы. Для охлаждения воды можно положить в чан лед, завернутый в кусок дели. На более далекие расстояния молодь осетровых перевозят в живорыбных машинах, помещая в каждую от 10 до 12 тыс. шт.

При перевозке рыб самолетами используют полиэтиленовые пакеты с кислородом объемом 40 л, длиной 65 см, которые упакованы в стандартные коробки размером 65×35×35 см. Для надежности используют 2—3-слойные пакеты (табл. 15).

Таблица 15

Нормы посадки молоди осетровых рыб в полиэтиленовые стандартные пакеты, кг

Масса рыбы, г	Температура, °С	Длительность транспортировки, ч				
		10	20	30	40	50
2	5	0,7	0,7	0,58	0,43	0,34
5	5	1,0	1,0	0,76	0,57	0,46
2	10	0,7	0,52	0,35	0,26	0,21
5	10	1,0	0,61	0,41	0,30	0,25
2	15	0,7	0,40	0,27	0,21	0,16
5	15	1,0	0,50	0,33	0,25	0,20
2	20	0,56	0,28	0,19	0,14	0,10
5	20	0,70	0,34	0,23	0,18	0,13

При перевозке молоди бестера и белуги необходимо соблюдать следующие правила:

1. Молодь должна иметь массу не ниже 3 г.

2. За сутки до перевозки молодь необходимо выдержать без пищи, нельзя перевозить молодь, только что отловленную из прудов, где она интенсивно питается.

3. При перевозке молоди в полиэтиленовых пакетах необходимо соблюдать нормы плотности посадки (см. табл. 15) для каждой размерной группы с учетом температуры воды и длительности перевозки.

4. Перед выпуском молоди в садки температура воды в транспортных емкостях и пакетах должна быть уравнена с температурой водоема, где будет содержаться молодь.

Привезенную в хозяйство молодь бестера или белуги перед посадкой в морские садки в течение нескольких дней выдержи-

вают в садках в небольших прудах или каналах, а при их отсутствии — в бассейнах или брезентовых чанах, куда воду следует подавать через аэратор, а в непроточных емкостях необходимо ее регулярно менять.

Сажать молодь в морские садки можно при слабом ветре, летом обычно в предутренние часы. Перевозят молодь в небольших сетных или брезентовых садках, устанавливаемых в лодках, наполненных на 40—50 см водой. Желательно, чтобы садок имел рукав, через который молодь выходит в выростной садок. На берегу отбирают необходимое количество молоди для загрузки одного выростного садка, отбраковывая травмированных или имеющих какие-либо дефекты рыб. Мелкую молодь массой до 3 г лучше подращивать на берегу. Перед доставкой в садки молодь сортируют по размерам, так как при содержании в садках рыб разных размеров результаты выращивания резко снижаются.

Через день после посадки молоди в садки проверяют ее состояние, удаляют погибших рыб. Первые 5—7 сут, когда погибают травмированные при доставке рыбы, садки осматривают ежедневно или через день, а затем осмотр проводят каждые 5—10 сут. В начальный период выращивания молоди отход обычно составляет 10—15 %. Основная масса рыб держится на дне садка или вблизи дна, и поэтому расчет плотности посадки проводят на площадь, а не на объем садка, как при выращивании форели.

Плотность посадки в значительной степени влияет на темп роста и гибель рыб в садках. При малой плотности поедаемость корма ухудшается, так как корм может быть вынесен из садка прежде, чем молодь бестера, обладающая слабыми поисковыми способностями, успеет его съесть. При очень плотных посадках может нарушаться кислородный режим в садке и не вся молодь сможет питаться нормально, так как более крупные особи будут отгонять мелких, слабых рыб, что повлечет за собой отставание их в росте и даже гибель. Оптимальная плотность посадки для рыб массой 5 г составляет 30 шт./м<sup>2</sup>. В этом случае к концу сезона сеголетки достигают массы 80—100 г при выживаемости 70 %. При тщательном соблюдении биотехники выращивания плотность посадки можно увеличивать до 40—50 шт./м<sup>2</sup>.

**Биотехника выращивания осетровых в морских садках.** Рост и выживаемость молоди бестера и белуги в садках зависят от качества посадочного материала, температурного и ветрового режимов, регулярности кормления, состава кормов и т. д. При благоприятных условиях сеголетки к осени достигают массы 100 г и более, но темп роста значительно варьирует — от 70 г в холодный год, до 120 г в теплый.

При выращивании молоди осетровых особое внимание нужно уделять повышению ее выживаемости. В морских условиях

отход молоди зависит от ряда причин, среди которых важнейшими являются: неблагоприятные температурный и ветровой режимы, угнетенное состояние завезенного посадочного материала, неосвоенность объекта выращивания (неумение и неосторожность в обращении с молодью бестера при перевозке, посадке, взятии анализов и др.), неудачная конструкция садков или неправильная их установка, некачественный корм, нарушения режима кормления, превышение плотности посадки и др.

Осетровые рыбодоводные хозяйства в настоящее время выпускают молодь массой 2,5—3 г, т. е. малоподготовленную для выращивания в морских условиях. При шторме такая молодь не может противостоять волне, прижимается к стенкам садка, травмируется и погибает. Только при исключительно благоприятных погодных условиях, когда в течение первого месяца выращивания отсутствуют штормовые ветры и устанавливается благоприятный температурный режим, выращивание такой молоди может дать положительные результаты. Однако такие условия складываются редко, и поэтому для морских садков желательно использовать молодь массой 5—10 г. Молодь должна быть выращена в бассейнах и приучена к искусственному корму.

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

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

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

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

шнися зимой искусственным кормом, быстрее привыкают к нему в весенне-летний период.

Перезимовавших годовиков бестера или белуги пересаживают для товарного выращивания в садки площадью 60—80 м<sup>2</sup> из дели с ячейей 6,5—12 мм. Сезон выращивания длится с апреля по октябрь.

С установлением температуры воды 7—10 °С в размещенные в море садки привозят в брезентовых чанах годовиков рыб длиной 25—30 см и массой 70—100 г. Норма посадки в садки 15—20 шт./м<sup>2</sup>. При регулярном кормлении бестер в южных районах достигает массы 700—800 г, а некоторые рыбы — 1—1,5 кг. Выживаемость рыб составляет 90 %.

Часть рыб, не достигших товарной массы, отсаживают на зимовку и затем выращивают в садках еще сезон. К концу третьего лета такие рыбы имеют массу 2—3 кг (табл. 16).

Таблица 16

**Рекомендуемые нормативы при выращивании бестера в морских садках**

Показатель	Южная зона	Северная и средняя зоны
<b>Первый год выращивания</b>		
Средняя масса молоди, г	3—5	5—7
Плотность посадки, шт./м <sup>2</sup>	30—40	20—30
Масса сеголетков, г	80—100	50—60
Выживаемость, %	70—80	65—70
Кормовой коэффициент	10	10
<b>Второй год выращивания</b>		
Средняя масса годовиков, г	70—90	60—65
Плотность посадки, шт./м <sup>2</sup>	15—20	15
Масса двухлетков, г	700—800	200—300
Выживаемость, %	90	90
Кормовой коэффициент	6—7	7
Рыбопродуктивность, кг/м <sup>2</sup>	10	4—5
<b>Третий год выращивания</b>		
Средняя масса двухгодовиков, г	500	300
Плотность посадки, шт./м <sup>2</sup>	10	10
Масса трехлетков, г	1500—2000	700—800
Выживаемость, %	95	90
Кормовой коэффициент	6	7
Рыбопродуктивность, кг/м <sup>2</sup>	9,5—14,5	3,5—4,5

В северных районах страны сеголетки бестера имеют массу 40—60 г, двухлетки — 200—280 г, и товарной массы бестер здесь достигает за три сезона выращивания.

**Кормление бестера и белуги.** В период содержания осетровых

в морских садках их кормят 2 раза в сутки — утром от 6 до 8 ч и вечером от 15 до 17 ч. Корм задают в соответствии с графиком кормления, который составляют на 15 сут и уточняют в зависимости от поедания корма. При кормлении осетровых следует учитывать, что бестер поедает корм за 0,5—2 ч. Для определения поедаемости корма садки осматривают через 2 ч после его раздачи. Перед очередным кормлением несъеденную пищу необходимо удалить из садка. После вечернего кормления корм не убирают, так как бестер к утру его доедает. При резкой смене погоды аппетит у рыб снижается, но при ветре силой не более 6 баллов корм поедается охотно.

Для кормления осетровых применяют главным образом корма животного происхождения и прежде всего рыбные. В садках их обычно кормят фаршем из свежей или свежемороженой рыбы. Кроме того, в садки проникает значительное количество беспозвоночных, поедаемых осетровыми. Доля естественной пищи относительно невелика — около 20 % общего объема потребляемого корма, но она имеет существенное значение, делая более разнообразным спектр питания. Добавление в корм 20 % молотых мизид способствует увеличению темпа роста и выживаемости молоди. Кормление молоди бестера только рыбным фаршем приводит к снижению темпа роста, увеличению смертности, повышению кормового коэффициента. При отсутствии естественных кормов необходимо применять кормосмеси, сбалансированные по всем питательным веществам и прежде всего по аминокислотам, витаминам и минеральным элементам (табл. 17).

Применение того или иного рецепта кормосмеси зависит от наличия необходимых ингредиентов и технических возможностей хозяйств. В тех случаях, когда рыбы потребляют естественные корма, можно ограничиться простыми кормосмесями, в которых основу составляет рыбный фарш. Более сложные кормосмеси готовят, если естественной пищи нет или ее очень мало. Для кормления осетровых успешно применяют пастообразные корма, используемые для выращивания форели. Созданы гранулированные корма для товарного выращивания молоди бестера.

Молодь в садках начинают кормить через сутки после посадки. Для самых мелких рыб фарш пропускают через мясорубку дважды. Диаметр отверстий в решетке мясорубки не должен превышать 3 мм. По достижении массы 20—30 г рыбам дают менее измельченный фарш, а для молоди массой 80—100 г добавляют 10—20 % мелконарезанной тюльки с размерами кусочков не более 0,3—0,5 см. Пастообразный корм не должен быть жидким или густым. В первом случае фарш будет быстро вымываться из садка, а во втором — мелкие рыбы будут с трудом брать корм, так как осетровые, лишенные зубов, как бы всасывают кусочки корма.

Пастообразный корм в виде небольших шариков диаметром 10 см опускают через рукав на дно садка обычно на расстоянии 1,5—2 м от кормового отверстия. Перед раздачей корма проверяют дно садка. В случае необходимости удаляют мусор и остатки корма. Корм необходимо давать в одни и те же часы, так как рыба привыкает к режиму и собирается в определенное время у кормовых мест.

Таблица 17

Рецептуры кормосмесей, применяемые при выращивании бестера, %

Компоненты	Выращивание в морских садках			Выращивание в прудах					
	Азовское море	Рижский залив		Волжские осетровые хозяйства			Донрыбокомбинат		
		I вариант	II вариант	I вариант	II вариант	III вариант	I вариант	II вариант	III вариант
Фарш из рыбы	80	50	—	94	74	67	60	—	—
Креветки	20	—	—	—	—	—	—	—	—
Селезенка	—	—	—	—	—	—	—	20	10
Мука									
рыбная	—	20	40	—	20	—	—	63	78
мясокостная	—	—	—	—	—	—	10	—	—
кровяная	—	—	—	—	—	—	10	—	—
крилевая	—	10	20	—	—	—	—	—	—
китовая	—	—	—	—	—	—	10	—	—
из куколки тутового шелкопряда	—	—	—	—	—	8	5	—	—
соевая	—	—	—	—	—	10	—	—	—
ржаная	—	—	—	—	—	—	—	10	5
Мучные сметки	—	5	5	—	—	—	—	—	—
Сухое молоко	—	5	10	—	—	—	—	—	—
Дрожжи									
кормовые	—	—	—	5	5	1	2	5	5
пивные (по сухой массе)	—	5	5	—	—	—	—	—	—
Фосфатиды	—	—	—	—	—	2	1	—	—
Подсолнечное масло	—	4	4	—	—	—	—	—	—
Рыбий жир	—	—	—	1	1	—	—	1	1
Поваренная соль	—	—	—	—	—	1,5	2	—	—
Мел	—	—	—	—	—	0,5	1	—	—
Казеиновый клей	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Вода	—	—	10	—	—	—	—	—	—
Витамин А	—	—	—	—	7500	—	—	—	—
					и. е.				
Витаминный премикс	—	1	1	—	—	—	—	—	—

При подращивании мелкой молодежи в садках, установленных в прудах, рыбу кормят 3—4 раза в сутки, а в морских садках —

2 раза. При регулярном кормлении молодь потребляет в основном только задаваемый фарш, ее поисковый инстинкт ослабевает и она почти не использует имеющиеся в садке естественные кормовые объекты. Поэтому необходимо добавлять в корм около 20 % свежееотловленных мизид, а для более крупной молоди массой 30—50 г добавлять в кормосмесь креветок, гаммарусов и др.

Количество вносимого корма необходимо корректировать с учетом фактического роста рыб, температурных условий и кормового коэффициента. При выращивании молоди бестера в первое лето суточный рацион тесно связан с индивидуальной массой рыб.

Суточный рацион молоди бестера, %	
Масса молоди, г	Суточный рацион, % от массы рыб
3—10	50
10—30	30
30—50	20
50 и выше	15

В морских садках кормление рыб зависит от погодных условий. Например, при сильном ветре рыбу не кормят, но после шторма корм дают в соответствии с графиком кормления. В том случае, если кормить приходится только один раз в сутки, дают сразу всю дневную норму.

Одноразовое кормление повышает кормовой коэффициент и снижает темп роста, поэтому прибегать к нему можно только в крайних случаях.

Для повышения эффективности использования задаваемого корма к нему можно добавлять ароматические вещества — настойки валерианы, анисового или лавандового масла.

Двухлетков бестера и белуги кормят 2 раза в сутки крупномолотым фаршем или кусочками рыбы. В начале выращивания (апрель—май), во время интенсивного роста, корм дают из расчета 15 % массы тела. В разгар лета (июнь—июль) норма корма составляет 10 %, а осенью (сентябрь—октябрь), когда температура воды опускается ниже 15 °С, ее снижают до 5 % массы тела рыб.

При регулярном кормлении двухлетки потребляют естественную пищу в небольшом количестве, но в случае перерыва в кормлении рыбы отлавливают беспозвоночных и заходящих в садок мелких рыб, что позволяет им до 2 мес. и более жить только на естественной пище, теряя 20—25 % массы тела. Если при выращивании осетровых рыб в садках создавать им благоприятные условия по наличию естественной кормовой базы, то можно добиться значительного прироста массы без использования искусственных кормов.

## Глава 3

# РЫБОВОДСТВО В ВОДОЕМАХ С МОРСКОЙ ВОДОЙ

### § 6. РЫБОВОДСТВО В ЛАГУНАХ, ЛИМАНАХ И ОТГОРОЖЕННЫХ УЧАСТКАХ МОРЯ

В настоящее время во многих странах мира, в том числе и в нашей стране, большое внимание уделяют разрабатыванию биотехники и совершенствованию уже существующих методов выращивания различных видов рыб и других морских обитателей в морской воде. Выращивают рыб как в прибрежных участках моря (лагуны, лиманы, бухты и др.), так и в прудах.

В прибрежные участки моря с материковым стоком в больших количествах поступают различные биогенные вещества (азот, фосфор и др.), а также микроэлементы и органические вещества. Здесь развивается богатая фауна рыб и беспозвоночных, сосредоточены заросли водной растительности. Режим этих районов очень изменчив: наблюдаются резкие колебания температур, как суточные, так и сезонные, солёности. В прибрежных участках моря обитают виды, способные хорошо переносить все эти колебания. Среди них можно обнаружить проходных, полупроходных морских и даже пресноводных рыб.

В результате хозяйственной деятельности человека, развития промышленности, транспорта и сельского хозяйства прибрежные морские районы подвержены загрязнению. Отрицательно сказываются на жизни всех гидробионтов и объектов марикультуры сброс промышленных и бытовых отходов, смыв ядохимикатов и удобрений с полей. Пестициды даже в дозах 0,5—1 мг/л могут вызвать гибель морских животных.

**Рыбоводство в лагунах.** Лагунное рыбоводство широко развито в таких странах Средиземноморского бассейна, как Италия, Франция, Испания, Югославия, Греция, Турция, а также во многих странах Юго-Восточной Азии.

В Италии наиболее известно морское рыбоводное хозяйство в северной части Адриатического моря в районе Венецианской лагуны площадью 58,6 тыс. га, где создано 22 валли общей площадью 6661 га (валли — от латинского слова Vallis, что означает барьер или препятствие).

Валли представляют собой систему обвалованных прудов площадью 300—500 га каждый, глубиной до 2 м, созданных на мелководных участках лагуны и соединяющихся системой каналов и шлюзов с морем (рис. 5). Кроме того, валли имеют связь и с пресной водой.

Соленая вода через водоснабжающий канал со шлюзом поступает в валли самотеком или подается насосами. Каналы оборудованы рыбозаградительными устройствами и ловушками, по которым рыба проходит в валли на нагул.

Основными объектами лагунного рыбоводства в Италии являются кефали — рыбы низкого трофического уровня, молодь которых питается планктоном, а взрослые особи — в основном водорослями, детритом и мелкими формами бентоса. Эти рыбы эвригалинны и эвритермны, быстро растут, обладают высокими вкусовыми качествами. Самым ценным видом является лобан, который в возрасте 4—6 лет при длине 50—55 см достигает массы 1,2—2 кг,

На нагул в валли заходят и такие рыбы, как угорь, морской карась и лавран.

Часть молоди рыб, используемой для зарыбления валли, отлавливается в море или доставляется с рыборазводных питомников.

Зашедшая из моря или отловленная молодь кефали и других морских рыб некоторое время проходит акклимацию в специально устроенных каналах — желобах. В них рыба подрастает и приспосабливается к более низкой солености и более высокой температуре воды. На зимовку рыб, выращиваемых в валли, помещают в специальные глубокие каналы — траншеи, которые в зимний период используются для зимовки рыб, а летом — для их товарного выращивания. Чаще всего в зимовальных комплексах содержат лобана,

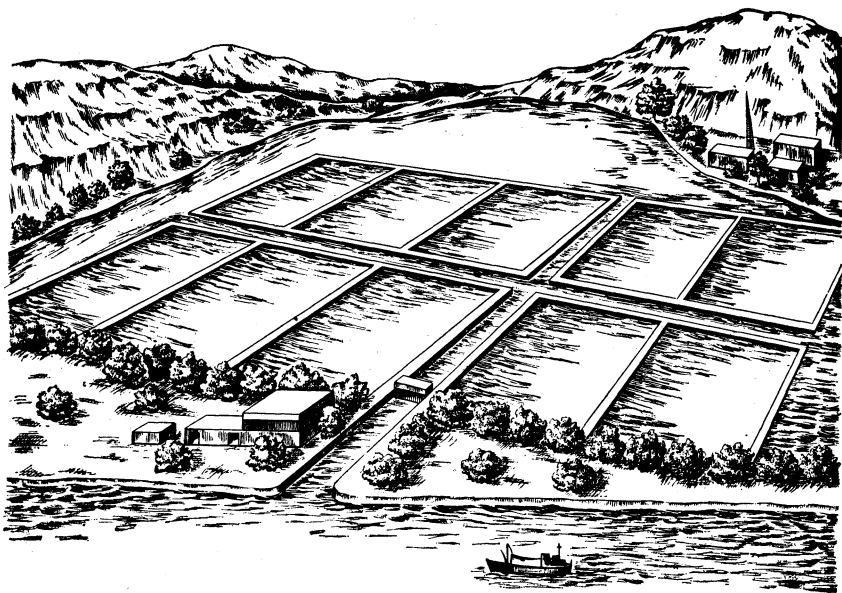


Рис. 5. Общий вид лагунного рыбного хозяйства типа валли (система обвалованных прудов) на побережье Средиземного моря

Более крупные рыбы, а в валли заходит не только молодь, но и часть рыбы старшего возраста, обычно зимуют в широких и глубоких каналах, расположенных в защищенных от ветров и штормов участках валли. Длина этих каналов достигает нескольких километров. Берега каналов для защиты от ветра обсаживают деревьями. Для укрытия рыбы в жаркую погоду по периметру валли делают каналы глубиной не менее 2 м.

Эффективность товарного выращивания рыбы в валли на естественной кормовой базе зависит от правильного регулирования температуры и солености воды, а также наличия достаточного количества мелководных зон для нагула молоди и взрослых рыб.

Товарную кефаль отлавливают поздней осенью (в сентябре — декабре) обычно во время прилива, преимущественно ночью в полнолуние при открытом главном шлюзе, на котором устанавливают ловушку — решетчатое заграждение, через которое рыба, выходящая из валли в канал, попадает в рыбоуловитель.

Осенью рыба выходит из валли в канал на теплую морскую воду, для чего уровень воды в валли и каналах несколько понижают и делают его чуть ниже уровня моря.

Угрей ловят ловушкой у главного шлюза поздней осенью в безлунные ночи.

Рыбопродуктивность валли при выращивании кефали на естественных кормах в пдликкультуре с другими рыбами достигает 200—300 кг/га в год.

Для морского рыбоводства используют и другие (глубиной до 6 м) лагуны Адриатического побережья Италии. В этих лагунах протоки, соединяющие их с морем, перекрывают простейшими заграждениями — тростниковыми матами и др. Рыбу вылавливают осенью при выходе в море, используя для этого ловушки различного типа. В основном вылавливают кефаль. Рыбопродуктивность этих лагун около 100 кг/га рыбы в год.

Во Франции лагуны расположены преимущественно по Средиземноморскому побережью, в особенности вдоль Лионского залива. Опреснение лагун из-за ливневых стоков и повышенного поступления холодных речных вод обычно отрицательно влияет на заходы в них кефали и других морских рыб, и наоборот, осолонение воды значительно увеличивает заходы рыбы.

Для отлова рыбы при ее выходе из лагун в море осенью используют ловушки, переметы, а также ставные и плавные сети.

В настоящее время во Франции в промышленных масштабах освоено искусственное разведение ценной промысловой рыбы — лаврака. Лаврак не совершает длительных миграций и является удобным объектом для товарного морского рыбоводства как в лагунах, так и в других прибрежных участках моря. Он обитает как в морских, так и в солоноватоводных водоемах. Достигает размеров 40—70 см. Нерест происходит в море в марте—июне. Сеголетки питаются беспозвоночными (ракообразные, моллюски), взрослые особи — рыбой. Лаврак высоко ценится на рынке и удобен для искусственного разведения и товарного выращивания.

Полученную искусственным путем молодь лаврака подращивают и направляют для зарыбления лагун в возрасте 30—35 сут размером около 15 мм, где ее обычно выращивают два года до товарных размеров.

В лагунах сеголетки лаврака достигают массы 80 г и длины 20 см, значительно опережая в росте своих сверстников, обитающих в море (12 см и 20 г). На втором году выращивания в лиманах лаврак достигает массы 200—300 г.

Перспективным является также товарное выращивание лаврака не только в лагунах, но и в других прибрежных участках моря, особенно с использованием теплых сбросных морских вод тепловых и атомных электростанций.

В Югославии выращивают в лагунах Восточного побережья Адриатического моря, а также в некоторых приморских озерах кефаль. При запуске одного миллиона мальков кефали в лагуну или озеро на следующий год получают около 150 т товарной кефали.

В первый год выращивания лобан достигает длины 13,1 см, на второй — 21,6, на третий — 30,4 см, а на шестой — 43,6 см.

Лагунное рыбное хозяйство имеется и в Греции. Так, в лагуне Порто-Лага в промышленных масштабах выращивается кефаль. В лагуну есть приток пресной и морской воды. Площадь хозяйства 5 тыс. га. Основными объектами выращивания являются лобан, остронос, а в опресненной части лагуны — карп.

В Египте 60 % всего улова кефали в стране дают лагуны, расположенные в морской части дельты р. Нил с общей площадью около 1 млн. га. Кроме кефали в эти лагуны на нагул заходят тилапия и угорь. Глубина лиманов в среднем около 1 м, соленость от 6 до 29 ‰, а их рыбопродуктивность достигает 100 кг/га. Здесь протоки, соединяющие лагуны с морем, не перекрывают заграждениями и рыбу отлавливают сетями и крючковой снастью непосредственно в лагунах.

Солоноватые озера Египта и Туниса соленостью до 22 ‰ зарыбляют молодь кефали, отловленной в море. Выращивают кефаль совместно с тилапией и угрем. Рыбопродуктивность таких озер от 154 до 745 кг/га.

В Турции лагуны расположены на побережьях Средиземного, Эгейского, Мраморного и Черного морей преимущественно вблизи устьев рек. Соленость лагун колеблется от 0,41 до 39 ‰, а рыбопродуктивность — от 10 до

250 кг/га. В каналах, соединяющих эти лагуны с морем, имеются шлюзы и заграждения для лова рыбы, обеспечивающие проход рыбы только со стороны моря.

На развитии лагунного рыбоводства в бассейне Средиземного моря отрицательно сказывается всевозрастающее его загрязнение.

В странах Юго-Восточной Азии лагунное рыбоводство хорошо развито в Китае, Индии, Японии и некоторых других странах. Однако оно почти всюду ведется экстенсивным методом.

В Китае в лагунах выращивают лобана, рыбопродуктивность которого составляет от 75 до 350 кг/га.

Молодь лобана в мае начинает подходить в прибрежную морскую зону и заходить в эстуарии рек. В это время в лагунах открывают шлюзы, и теплая вода, выходящая из лагун, привлекает рыб, и они заходят сюда по каналам. Иногда перед зарыблением лагун отловленную в море молодь подращивают в садках при плотности посадки 30—40 шт./м<sup>3</sup>, где ее подкармливают.

Выращивать лобана в монокультуре считается невыгодным. Поэтому вместе с ним в лиманах выращивают креветок, угрей, ряд морских рыб, устриц и водорослей.

В Китае для морского рыбоводства используют естественные лагуны, находящиеся, как правило, в устьевых зонах рек и соединяющиеся с морем специальными каналами, и искусственные лагуны. При создании искусственных лагун в прибрежной зоне моря строят оградительные дамбы, ограничивающие данную акваторию. Такая лагуна обычно состоит из комплекса нагульных водоемов, среди которых центральный соединен водопадающим каналом с морем; кроме того, имеется ряд дополнительных каналов, соединяющие водопадающий канал с другими участками (водоемами) лагуны. Заполнение искусственных лагун водой и пропуск в них рыб осуществляются весной через шлюз и канал. До затопления лагун в них уничтожают растительность, а перед зарыблением в течение нескольких суток нагульные водоемы промывают водой. Одновременно с подготовкой нагульного хозяйства в море расставляют ловушки для лова молоди кефали и креветок. Масса молоди кефали в это время в среднем составляет 0,08 г. В лагунных кефалевых хозяйствах регулируют уровень и соленость воды. После закрытия шлюзов кефаль в первые два месяца подкармливают.

Кефалевые хозяйства имеются в Индии. Здесь ее выращивают преимущественно в солоноватоводных водоемах и в зоне эстуариев. Для создания такого рода хозяйств нередко используют прилегающие к побережью низменности, огораживая их дамбами и соединяя с морем каналом со шлюзом. Во время приливов через открытые шлюзы молодь кефали проходит в хозяйство. В канале делают специальные ловушки из бамбука, через которые молодь во время прилива свободно проходит в нагульный водоем, а при отливе выйти из него уже не может. Перед посадкой на нагул молодь сортируют по размерам.

На о-ве Цейлон лагуны расположены преимущественно вдоль Западного и Восточного побережий. В сухой период года лагуны осолоняются, в период дождей опресняются. В лагунах выращивают 13 видов серых кефалей, три вида сельдевых и других морских рыб.

Морские рыбы заходят в лагуны по каналам. Для отлова товарной рыбы используют ловушки, мелкие ставные невода и жаберные сети.

В Японии мальки кефали в мае — июне идут из моря в лагуны на нагул и через год достигают длины 25 см и массы 200—225 г, а через два года — 36—40 см и массы 600 г. Плотность зарыбления лагун кефалью составляет 1,5—3 экз./м<sup>2</sup>. Выращивание проводят в поликультуре с японским угрем. Зимует кефаль в специальных зимозальных водоемах иногда с искусственным подогревом воды. Применяют подкармливание.

**Рыбоводство в лиманах.** В нашей стране в Черном, Азовском, Каспийском, Балтийском морях, а также в морях Дальнего

Востока в большом количестве имеются лиманы, площадь которых составляет более 500 тыс. га.

Для организации кефалевых хозяйств обычно используют лиманы так называемого лагунного типа, представляющие собой морские заливы, отделенные от моря наносными песчаными косами. Наибольший интерес из них представляют лиманы северо-западной части Черного моря, такие, как Шаболот, Бурнас, Алибей, Шаганы, а также Тилигульский и Григорьевский лиманы. В северо-восточной части моря известны Кубанские лиманы.

Одними из основных объектов выращивания в лиманах Черного моря являются лобан, остронос, сингиль, головач и губач. Лобан, остронос и сингиль встречаются и в Азовском море, куда они летом заходят на нагул.

В последние годы в Шаболотском лимане Черного моря и в Молочном лимане Азовского моря проводятся работы по акклиматизации пиленгаса, завезенного с Дальнего Востока из Амурского лимана.

В Черном море в марте—апреле молодь сингиля начинает заходить в лиманы. Остронос заходит в лиманы Черного моря весной и летом. Весной заходит на нагул в Азовское море, оз. Сиваш и лиманы Северного Приазовья. Только в прибрежной зоне северо-западной части Черного моря ежегодно нагуливается около 25—30 млн. сеголетков остроноса и лобана.

До сих пор форма ведения кефалевого лиманного хозяйства носит экстенсивный характер. Уловы кефали зависят от количества молоди, зашедшей на нагул в лиманы, а это определяется урожаем молоди в море и гидрометеорологическими условиями, при которых происходит этот заход. Основной причиной захода кефали в лиманы весной и летом является более теплая вода, которая выходит из этих мелководных, хорошо прогреваемых участков моря. Кроме того, в лиманах кефаль находит благоприятные условия для нагула. Обратная миграция кефали из лиманов в море происходит осенью, когда в них понижается температура воды. Кефаль реагирует в этом случае на более теплую морскую воду, поступающую в лиманы через открытые каналы или протоки. Ее улавливают специальными ловушками—гардами, которые устанавливают в шлюзах. Осенняя миграция кефали из лиманов начинается при понижении температуры воды в них до 10°C. Ловится в основном мелкая кефаль (чулара) длиной 15—17 см и массой 80—120 г и более.

В лиманы северо-западной части Черного моря остронос заходит при длине 2,5—3 см и вырастает за 4 мес до 22—26 мес.

В северо-западной части Черного моря распложен экспериментальный кефалевый рыбоводный завод. Главным нагульным водоемом, принадлежащим этому хозяйству, является Шаболотский лиман площадью 3 тыс. га и протяженностью вдоль мор-

ского побережья 17 км. Наибольшая ширина лимана 3 км, преобладают глубины 0,5—1,5 м, максимальная глубина около 3 м. От моря лиман отделен песчаной косой шириной от 50 до 200 м, а с морем связан каналами и опресненным Днестровским лиманом. Соленость в центральной части лимана достигает 12—16 ‰, а в его северо-восточной части, примыкающей к Днестровскому лиману, а также в Аккембетском заливе — 1,6—8,8 ‰.

Ихтиофауна Шаболотского лимана отличается большим разнообразием и насчитывает 54 вида, среди которых есть морские, солоноватоводные и пресноводные формы. Как со стороны моря, так и Днестровского лимана в Шаболотский лиман по каналам заходит три вида кефалей: сингиль, остронос и лобан, кроме того, часть молоди кефали специально отлавливают в прибрежной зоне моря и помещают на нагул в этот водоем.

Двухлетки сингиля достигают в среднем 110,2 г, остроноса — 114,5, а лобана — 504,5 г. В лимане обитают и размножаются камбала глосса и бычки.

В опресненной части лимана, где соленость не превышает 10 ‰, выращивают сазана, карпа, серебряного карася, белого амура, белого толстолобика и пестрого толстолобика.

В Шаболотский лиман из Днестровского лимана в небольшом количестве заходят и такие типичные пресноводные виды, как судак, щука, плотва и др. В лимане хорошо прижились и такие новые виды рыб, как радужная форель, стальноголовый лосось, мозамбикская тилapia, лаврак, сомик-кошка, полосатый окунь и др.

В Шаболотский лиман с Дальнего Востока из Амурского лимана была завезена молодь пиленгаса. В морях Дальнего Востока пиленгас держится в водоемах с почти пресной водой. Максимальной длины достигает 60 см, массы — 2—3 кг. Самцы пиленгаса созревают в возрасте 4 года, а самки — 5 лет.

На зиму пиленгас заходит в реки и залегает на зимовку в ямы на глубине 6—10 м, образуя скопления. В Амурском лимане он идет на зимовку в конце октября — начале ноября, а весной (в конце марта — апреля) мигрирует на нагул обратно в лиман. В Шаболотском лимане пиленгас растет в 3 раза лучше, чем в Амурском лимане.

Однако несмотря на такое разнообразие выращиваемых рыб, рыбопродуктивность Шаболотского лимана в настоящее время составляет всего 15,3 кг/га, в том числе за счет кефали получают 5,2 кг/га. Низкая рыбная продуктивность Шаболотского лимана объясняется резко сократившимися масштабами зарыбления его кефалью, что связано со снижением запасов этой рыбы в Черном море и загрязнением прибрежной зоны моря и самих лиманов.

К водоемам экспериментального завода относятся также лиманы Тузловской группы — Бурнас, Алибей, Шаганы, общая площадь которых превышает 17 тыс. га. Больше половины аква-

тории этих лиманов составляют мелководья с глубинами 0,4—1,5 м. Летом лиманы прогреваются до 30 °С, а зимой температура воды около 1,2 °С. Соленость изменяется в пределах от 23 до 37 ‰. Ихтиофауна лиманов Тузловской группы беднее, чем Шаболотского лимана, и насчитывает 19 видов. Основными промысловыми рыбами являются кефали, камбала глосса и атерина. Рыбопродуктивность лиманов Тузловской группы составляет 7,5 кг/га, т. е. почти в 2 раза ниже, чем Шаболотского лимана.

Кефаль в лиманах питается зоопланктоном, органической пленкой, запасы которой огромны, детритом и зообентосом. Кормовые ресурсы лиманов из-за низкой численности рыб используются еще далеко не полностью.

Диатомовые водоросли образуют в лиманах так называемую органическую пленку толщиной 3 мм. В Шаболотском лимане биомасса этой пленки оценивается в 27 тыс. т, а в лиманах Тузловской группы — 140 тыс. т. Микроскопические водоросли, составляющие эту органическую пленку, являются основной пищей кефалей.

Запасы кормового зообентоса в Шаболотском лимане насчитывают около 7 тыс. т, а в лиманах Тузловской группы — 17,7 тыс. т, среди представителей которого доминируют моллюски абра и гидробиа, червь нерейс и гаммариды, являющиеся излюбленной пищей кефалей.

В мае кефаль, зашедшая в лиманы, питается зоопланктоном, в июне — нектобентосом (мизиды, кумовые), микробентосом, детритом; в июле — микробентосом (инфузории, микроскопические водоросли); в августе — зообентосом (нерейс, гаммариды, креветки). Молодь кефали питается зоопланктоном.

Вторым по значению кефалевым хозяйством на Черном море является Кизилташское в Краснодарском крае (рис. 6). В этом хозяйстве зимой канал, соединяющий море с лиманами, закрывают, что приводит к некоторому опреснению лиманов и повышению уровня воды за счет ее поступления из р. Кубань. Весной мелководные лиманы быстро прогреваются, и, когда открывают шлюзы и естественные гирла, кефаль, мигрирующая вдоль Черноморского побережья в сторону Керченского пролива, заходит в лиманы Кизилташского хозяйства. После того как произошло зарыбление лиманов молодью и взрослыми особями кефали, морской канал и гирла перекрывают. Приток воды из р. Кубань летом незначителен. Все это приводит к тому, что летом, в период нагула кефали, уровень воды в лиманах несколько понижается и становится ниже уровня воды в море. Осенью, когда температура воды в лиманах снижается до 10 °С и ниже, канал и гирла открывают и кефаль выходит из лиманов на приток теплой морской воды. В это время ее вылавливают ловушками. В лиманах ловят двухлетков, а также взрослых особей лобана, сингиля, остроноса.

Кроме кефалей в лиманы заходят не только сингиля, остронос, лобан, но и другие морские рыбы — сарган, черноморский анчоус. Всего более 50 видов. Больше всего, в Кизилташское кефальное хозяйство заходит сингиля, который бывает представлен всеми возрастными группами. Годовики заходят в лиманы, имея размеры 2,4—3,7 см, двухгодовики — от 15 до 20 см, а более старшие возрастные группы — от 25 до 32 см. К осени двухлетки сингиля достигают массы до 120 г и длины 19 см. Кефаль в лиманах имеет высокую упитанность. В опресненных участках этих лиманов вместе с кефалью выращивают карпа, растительноядных и других пресноводных рыб.

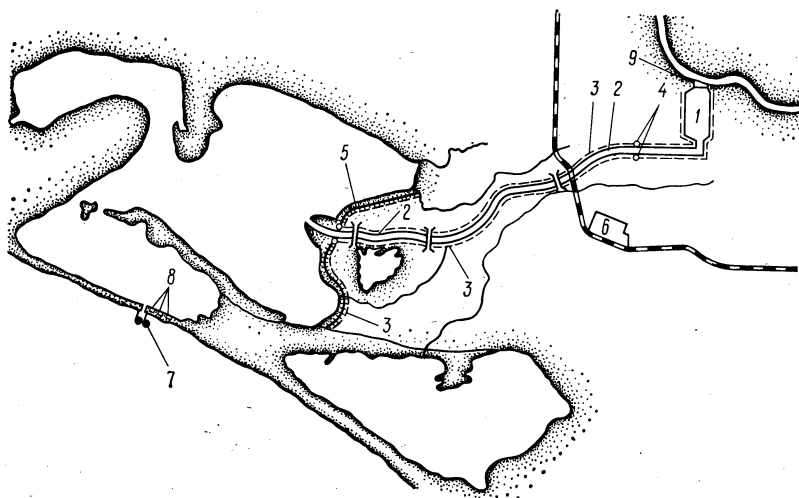


Рис. 6. Кизилташское кефальное хозяйство:

1 — отстойник; 2 — магистральный канал; 3 — дренажный канал; 4 — насосная станция; 5 — водоградительный вал; 6 — центральная усадьба; 7 — Бугазское гирло; 8 — поселок в Бугазском гирле; 9 — водозаборное сооружение

В Азовском море кефаль заходит в лиманы на нагул в Восточный Сиваш площадью 2560 км<sup>2</sup>, соединяющийся с Азовским морем проливом Тонким. В связи с развитием орошаемого земледелия в прилегающих к Сивашу районах в последние годы в нем наблюдается значительное опреснение воды. Кроме Сиваша кефаль заходит на нагул в Молочный лиман и др. Молочный лиман площадью 20 тыс. га и глубиной 2—3 м — высокопродуктивный водоем. Соленость воды 12,7—21 ‰. Это перспективный водоем для выращивания лобана, сингиля и пиленгаса.

В настоящее время в нашей стране кефаль выращивают в течение одного сезона: в весенне-летнее время кефаль запус-

кают в лиманы на нагул, а осенью, с началом холодов, рыба массой 120—130 г покидает лиманы, и в это время ее отлавливают. Кефаль, оставшаяся на зиму в лиманах, как правило, погибает.

Внедрение двухлетнего цикла выращивания кефалей может значительно повысить рыбопродуктивность лиманов. Для этого нужно в местах выхода родниковых вод, где соленость 0,6—0,86 ‰, а содержание растворенного в воде кислорода 4,2—6,8 мг/л, строить зимовальные каналы шириной 5 м, длиной 50—60 и глубиной 1,5 м с двухскатными навесами, утепляемые зимой камышовыми матами, что позволит поддерживать температуру воды зимой не ниже 2—3 °С.

Норма загрузки таких зимовальных каналов сеголетками должна составлять примерно 400 шт./м<sup>2</sup>.

Основными проблемами отечественного товарного кефалеводства в лиманах являются обеспечение их посадочным материалом (годовиками кефали) и полный вылов кефали в осенний период. При полном зарыблении лиманов можно получать 100 кг и более рыбы с каждого гектара. Учитывая, что площадь лиманов, пригодных для выращивания кефали, составляет более 40 тыс. га, в них можно ежегодно получать 4—5 тыс. т ценной рыбы.

Зарыбление молодью кефали лиманных хозяйств может быть решено и за счет искусственного разведения этих рыб, а также за счет их выращивания в поликультуре с камбалой глосса, бычком-травяником, полосатым окунем, лавраком, пиленгасом, карпом и растительноядными рыбами.

Вдоль побережья Азовского моря имеется более 300 тыс. га лиманов с соленой и солоноватой водой, из которых около 60 тыс. га может быть использовано для товарного выращивания рыбы в поли- и монокультуре. Здесь можно выращивать лобана, сингиля, остроноса, пиленгаса, камбалу глосса и бычков.

**Рыбоводство в отгороженных участках моря.** Во многих странах мира практикуется выращивание морских рыб в отгороженных участках моря (заливов, бухт, морских мелководий), защищенных от воздействия прибой и с достаточно хорошим течением. Для ограждения обычно применяют сети из металлической гальванизированной проволоки или же из синтетических волокон. Сетное полотно крепят на деревянных, железобетонных или металлических сваях. Иногда создают заградительные дамбы (рис. 7). Сетные заграждения используются при выращивании лосося, радужной форели, желтохвоста, помпано, а дамбы со шлюзами — при культивировании устриц, желтохвоста, лосося и др. Заграждения строят для того, чтобы, с одной стороны, воспрепятствовать выходу из огороженного участка выращиваемых объектов, а с другой — предохранить их от проникновения хищников. Основными объектами выращивания

в таких отгороженных участках являются лосось, радужная форель и камбала.

Сетные заграждения нарушают нормальный водообмен и циркуляцию воды, что приводит к загрязнению экскрементами и остатками пищи этих участков. Поэтому при кормлении рыб нужно учитывать температуру воды, состав кормов и их поедаемость, с тем чтобы корм использовался наиболее полно. Большой проблемой являются обрастание заграждений и борьба с этими обрастаниями, так как они ухудшают гидрологический и гидрохимический режимы в зоне выращивания.

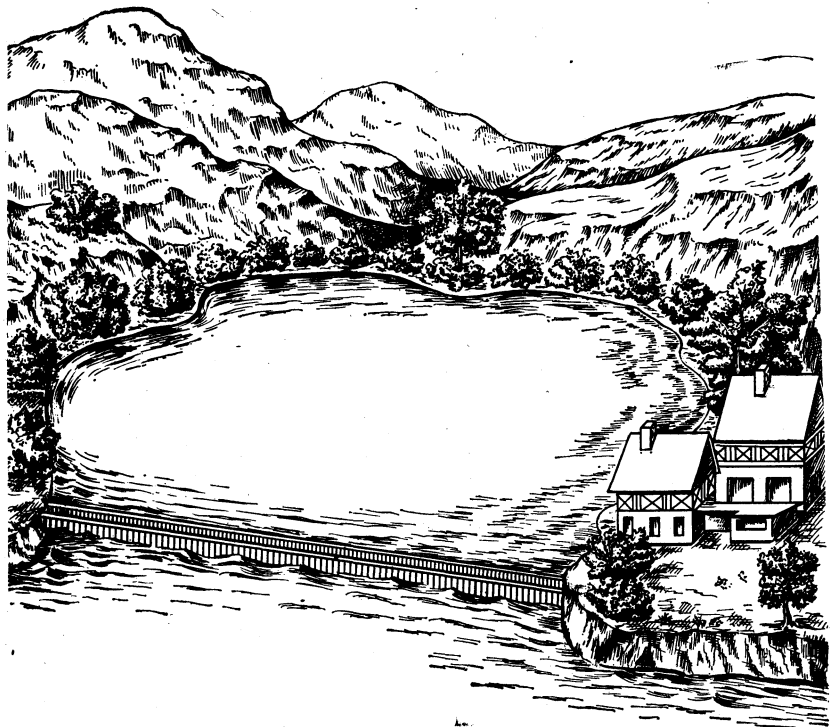


Рис. 7. Общий вид хозяйства для выращивания лосося *Salmo salar* в отгороженном участке залива

На сетных плотинах, сделанных из гальванизированного металла, обрастаний бывает значительно меньше. Срок службы таких заграждений составляет 3—5 лет. Сетные ограждения необходимо регулярно проверять, так как они разрушаются под влиянием волнения и течений. Необходимо следить, чтобы водоросли и другие морские организмы были полностью удалены из зоны заграждения. |

Правильный выбор типа ограждений и материала для его сооружения — один из основных факторов, позволяющих успешно выращивать товарную продукцию в отгороженных участках моря.

В Японии одним из наиболее массовых объектов товарного выращивания в отгороженных участках моря является желтохвост, или лакедра (*Seriola quinquefasciata*). При выращивании желтохвоста используют изолированные участки в сублиторальной зоне, которые находятся под защитой стационарных дамб со шлюзами.

Желтохвост — прибрежная теплолюбивая рыба. Распространена в Восточно-Китайском и Японском морях. У побережья СССР встречается в летнее время у берегов Приморья. Достигает длины 1 м. Взрослые особи имеют черновато-синюю спину, светлые бока и брюхо, по бокам проходит желтоватая полоса, плавники розовые. Молодые рыбы ярко окрашены: имеют золотистый цвет тела с 5—8 поперечными красновато-коричневыми полосами. Размножается в море с марта по июль при температуре 18—24 °С. Икра пелагическая, диаметром 1,2—1,3 мм. Развитие икры продолжается менее 3 сут. Молодь в возрасте 3 мес имеет длину 50—60 мм, держится около плавающих на поверхности воды растений.

Для зарыбления отгороженных участков моря молодь желтохвоста длиной от 2 до 16 см отлавливают весной в море кошельковыми неводами. Обычно выращивают желтохвоста 6—12 мес, за это время рыба достигает массы 1—2 кг.

Значительная часть японских морских рыбоводных хозяйств сосредоточена вдоль Юго-Западного побережья Внутреннего моря, где температура воды выше, чем в открытых участках побережий. В этой зоне имеется несколько заливов и проливов, которые отгорожены дамбами со шлюзами, сделанными из камня, земли или бетона. Один из таких отгороженных дамбой участков моря имеет площадь 27 га и среднюю глубину 8 м и постоянно соединяется с морем через два шлюза с шандогами. Этот участок ежегодно в мае—июле зарыбляют 250 тыс. шт. молоди желтохвоста длиной 2,5 см и массой 3 г, которую кормят малоценной рыбой. Желтохвост к концу августа достигает массы 200—700 г, а к концу декабря — 700—2000 г.

Участки, отгороженные сетными полотнами, достигают площади в несколько сот гектаров. В рыбоводное хозяйство в Иесима площадью 91,7 га и глубиной 4—15 м, образованное в результате ограждения залива сетным барьером с ячеей 15 мм протяженностью 400 м, помещают на выращивание 600 тыс. шт. молоди желтохвоста.

В Норвегии выращивают атлантического лосося и радужную форель в небольших по площади (1,2—3,5 га) отгороженных участках моря. Например, в хозяйстве Велейкелло ежегодно выращивают 400—600 т лосося. Хозяйство находится между двумя островами и с двух сторон ограждено дамбами. Дамбы представляют собой бетонные опоры с алюминиевыми щитами. Глубина в ограждении до 3—4 м и более. Зарыбляют хозяйство покатниками лосося. Рыбу кормят влажным гранулированным кормом, близким по составу к естественной пище лосося, с добавлением витаминов. Для интенсификации водообмена применяют специальные мотопомпы. Содержание в воде кислорода постоянно контролируется.

В отгороженных сетными участками моря площадью 2,4 га у берегов Флориды (США) в заливе Тампа выращивают помпано (*Trachinotus carolinus*). Водообмен осуществляется за счет приливо-отливных течений. Температура воды в течение года изменяется от 13 до 33 °С, а соленость — от 31 до 36 ‰. Плотность посадки молоди составляет 120—150 тыс. шт./га, а годовая продукция помпано достигает 5,6 т/га.

Помпано — теплолюбивая рыба и наиболее хорошо растет при температуре 24—25 °С. Зарыбляют отгороженные участки моря мальками длиной 2,5—5 см, которых ловят в море. За год выращивания помпано достигает массы 450—900 г.

В некоторых районах Японии в отгороженных участках морских заливов выращивают морских угрей: конгер (*Conger myriaster*) и шукорылый угорь (*Muraenesox cinereus*).

## § 7. РЫБОВОДСТВО В ПРУДАХ

В эстуариях рек и в прибрежной приливо-отливной зоне тропических и субтропических морей, особенно в странах Азии, широко используются для культивирования рыб и беспозвоночных обвалованные пруды. Дно этих искусственных водоемов делают несколько выше уровня воды при отливе, что позволяет во время прилива через систему каналов и шлюзов заполнять пруды водой, а во время отлива, если необходимо, полностью осушать. Рядом со шлюзами обычно делается яма, где рыба собирается при спуске воды.

Для строительства дамб используют грунт приливной зоны, а также гравий, песок, камень, цемент. Для предотвращения размыва дамб их обсаживают древесной и кустарниковой растительностью. Для защиты дамб от разрушения устраивают простейшие волноломы из досок, бамбука и других материалов, а в последнее время в некоторых странах дамбы облицовывают камнем.

В прудах можно контролировать видовой состав и численность выращиваемых организмов. В случае возникновения болезней пруды осушают и обрабатывают химическими препаратами.

Во Франции созданы бассейны рыбодного хозяйства в приливной зоне для выращивания кефали и морского леща, в Шотландии — для выращивания камбалы, на Гавайских островах — для выращивания кефали, у берегов США — для выращивания лосося и др.

В ряде стран бассейна Тихого океана в прудах выращивают ханоса (молочную рыбу). В странах Юго-Восточной Азии ханоса выращивают на площади около 400 тыс. га, а его выловы превышают 160 тыс. т.

Ханос может достигать длины 1,5 м и массы 20 кг. Обладает высокими вкусовыми качествами. Распространен в тропической и субтропической зонах Тихого и Индийского океанов. Эвригалинный вид. Встречается как в открытом море, так и в солоноватоводных лагунах. Может жить в пресных водах. Питается в основном диатомовыми, нитчатыми, синезелеными и другими водорослями. Использует в питании зоопланктон и других беспозвоночных. Созревает в возрасте 4—6 лет при длине тела около 1 м и массе более 10 кг. Нерест происходит в прибрежных водах с февраля до декабря при температуре 25—30 °С. Каждая самка ханоса выметывает в среднем 5 млн. икринок. Икра пелагическая. Через месяц после выклева размер личинок 10—15 мм.

Существует два способа зарыбления нагульных прудов. При первом способе в море отлавливают личинок ханоса и пересаживают на выращивание в выростные пруды, где раннюю молодь подкармливают яичным желтком, пшеничным крахмалом, рисовыми отрубями. Подросшие мальки переходят на питание планктонными водорослями и детритом. При достижении молодью длины 5—7 см ее пересаживают в нагульные пруды. При втором способе молодь ханоса размером 15—25 см отлавливают непосредственно в прибрежной зоне моря в октябре—ноябре и пересаживают в нагульные пруды для товарного выращивания. Перед пересадкой в нагульные пруды до зарыбления вносят удобрения, стимулирующие развитие водорослей и простейших организмов.

Пруды для выращивания ханоса располагают в прибрежной зоне на расстоянии не более 1—3 км от моря. Они снабжаются морской водой в период приливов или через систему каналов. Соленость в прудах непостоянна, так как в период дождей в них поступает много пресной воды. Оптимальной для выращивания ханоса считается соленость от 10 до 35 ‰. Обычно используют пруды площадью 0,3—0,5 га и менее с глубиной 0,3—0,7 м. Пруды для товарного выращивания зарыбляют из расчета 600 кг/га или 2—10 тыс. шт./га. В качестве удобрения используют манговые листья и ветки,

рисовую солому из расчета 2 т/га. Основу питания ханоса в прудах составляют синезеленые и диатомовые водоросли, а также нитчатка и высшие растения, особенно после их разложения. Обычно ханоса в прудах не подкармливают, лишь изредка ему дают рисовые отруби и жмыхи. Выход товарной рыбы от посаженной молоди от 20 до 50 %. Такой низкий выход связан с повышением солености и загрязнением при разложении органического детрита.

Средняя масса выращенной товарной рыбы колеблется от 300 до 800 г, хотя отдельные особи вырастают до 3 кг. В прудах с солоноватой водой рыба растет быстрее. В них товарную рыбу можно получить 3 раза в год, а в пресноводных — один урожай за 10 мес. Средняя рыбопродуктивность при прудовом выращивании ханоса от 50 до 500 кг/га. В пресноводных прудах с использованием сточных вод рыбопродуктивность составляет около 5 т/га.

В Индонезии ханоса выращивают на площадях более 200 тыс. га, которые расположены на о-вах Ява, Мадуро, Сулавеси, Сумбава, Суматра. Продукция ханоса превышает 65 тыс. т в год. Рыбопродуктивность от 200 до 1000 кг/га. В поликультуре с ханосом выращивают гигантскую креветку. Иногда ханоса выращивают в прудах в поликультуре с тилапией, тарпоном, а также кефалью, креветками и др.

На Филиппинах молодь ханоса длиной 10—15 см, отловленную в море, пересаживают в нагульные пруды при плотности посадки 1000—2500 шт./га. В качестве корма используют водоросль грацилярию из расчета 200—500 кг/га. После 6—9 мес выращивания ханос достигает массы 450 г. На Филиппинах практикуется выращивание ханоса в поликультуре с креветкой. За 4 мес выращивания ханоса в монокультуре при применении удобрения прудов, но без кормления рыбопродуктивность его составляет 280 кг/га, а в поликультуре с креветками — 400—500 кг/га, при этом продуктивность креветок колеблется от 88 до 115 кг/га. При выращивании в монокультуре средняя штучная масса ханоса за 4 мес выращивания достигает 157 г, а в поликультуре с креветками — от 167 до 200 г при разной плотности посадок креветок. Средняя штучная масса креветок составила 46,5 и 36,2 г при плотности посадки креветок в пруды соответственно 4 и 8 тыс. шт./га.

Основной пищей ханоса в прудах являются диатомовые, синезеленые и нитчатые водоросли, полихеты и детрит, что исключает пищевую конкуренцию между ханосом и креветками при выращивании в поликультуре.

Выращивание ханоса на Тайване имеет некоторые особенности. Прежде всего здесь принято зарыблять нагульные пруды разновозрастной молодью этой рыбы. В апреле пруды зарыбляют сеголетками (4—5 тыс. шт./га), а в мае — сентябре к ним подсаживают по 5—8 тыс. шт. мальков. Кроме того, здесь нагульные пруды удобряют отрубями из расчета 1800 кг/га. Частично эти отруби используются ханосом для питания. В результате этого, несмотря на вегетационный период 7 мес, на Тайване товарного ханоса получают в среднем по 2 т/га, максимально 3 т/га, а на Филиппинах — только 0,6 т/га.

Важным объектом промышленного выращивания рыбы в солоноватоводных прудах в странах Юго-Восточной Азии и других странах мира является тилапия, прежде всего мозамбикская (*Tilapia mossambica*). Она начинает размножаться в возрасте 2—3 мес при длине тела 8—9 см. Одна самка в год дает 6—11 генераций. Всего до 90 млн. шт. молоди. Наиболее благоприятные условия выращивания — это соленость воды 6—10 ‰ и температура 25—30 °С. Товарная рыба имеет среднюю массу 150—200 г, а максимальную — до 4—5 кг и длину 18—20 см. Продуктивность прудов при выращивании тилапии составляет 6 т/га.

Вдоль морских побережий часто производится добыча ракушки, песка, гравия, в результате чего образуются карьеры. Такие карьеры, заполненные соленой или солоноватой водой, имеются в Калининградской области на побережье Балтий-

ского моря, в Крымской и Херсонской областях на Арабатской стрелке и во многих других районах нашей страны.

Как правило, уровенный режим и соленость в этих водоемах изменяются в течение года. Летом за счет испарения соленость повышается, а весной и осенью понижается за счет талых вод и дождей. Обычно эти водоемы бывают заселены различной мелкой рыбой. На Арабатской стрелке в составе ихтиофауны карьеров доминируют различные виды бычков. Эти карьеры можно с успехом использовать для рыбоводных целей. В Калининградской области в карьерах успешно выращивают бестера и радужную форель. У побережья Крыма их используют для товарного выращивания кефали, отловленной в Сиваше. За лето эта кефаль достигает массы более 120 г. Камбала глосса тоже хорошо растет в этих водоемах.

Приморские карьеры с морской и солоноватой водой — большой резерв для развития морской аквакультуры — товарного выращивания бестера, форели, камбалы, кефали, бычков и других видов рыб, а также креветок.

## Часть II

### МАРИКУЛЬТУРА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ И ВОДОРΟΣЛЕЙ

Многие морские беспозвоночные и водоросли используются человеком с незапамятных времен как продукты питания, украшения, орудия производства и для бытовых целей.

Постепенно масштабы эксплуатации естественных запасов увеличивались, и во второй половине XX столетия уловы беспозвоночных превысили 5 млн. т., из которых основными объектами являются кальмары, двустворчатые моллюски и ракообразные (крабы, креветки, лангусты, омары и др.). Промыслом изымаются разные виды устриц (плоская, гигантская, или тихоокеанская, португальская и др.), мидии (съедобная, или обыкновенная, средиземноморская, черноморская), морские гребешки и др. Мидии съедобная и средиземноморская занимают первое место в уловах двустворчатых моллюсков — около 370 тыс. т. Добывают большое количество брюхоногих моллюсков, промысел которых ведется в шельфовых зонах океанов. В Северном полушарии добывают около 90 % двустворчатых моллюсков и около 50 % ракообразных. Уловы пресноводных видов составляют незначительное количество от мирового улова. Большое значение имеет промысел моллюсков и ракообраз-

ным в Юго-Восточной Азии и тропической зоне Тихого океана.

В нашей стране промысловое значение имеют европейская и тихоокеанская устрицы, приморский гребешок, мидии, белая ракушка, песчаная ракушка и др. Добываются и пресноводные формы — беззубка, жемчужница и др. (рис. 8).

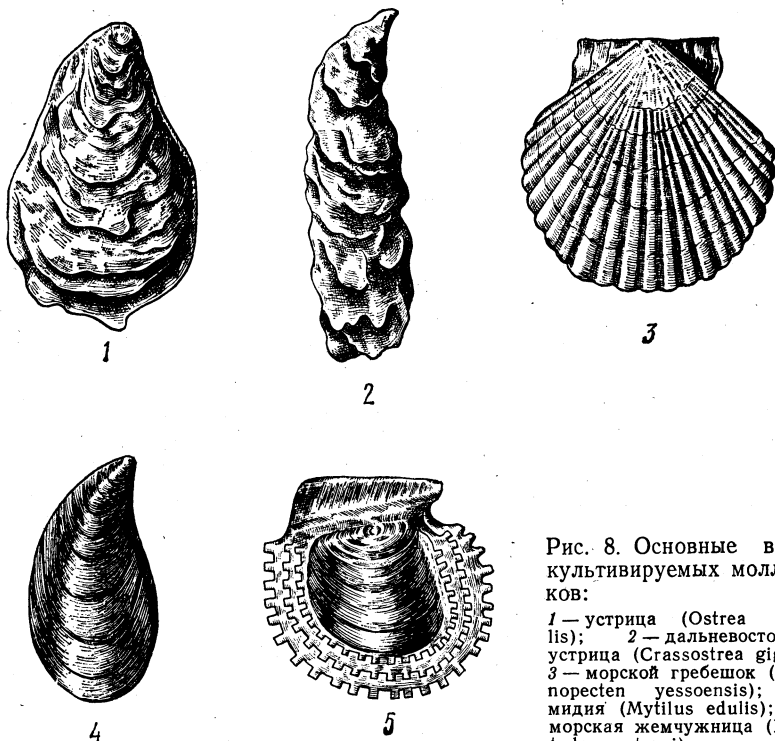


Рис. 8. Основные виды культивируемых моллюсков:

1 — устрица (*Ostrea edulis*); 2 — дальневосточная устрица (*Crassostrea gigas*); 3 — морской гребешок (*Patinopecten yessoensis*); 4 — мидия (*Mytilus edulis*); 5 — морская жемчужница (*Pinctada martensi*)

Беспозвоночных используют в пищевых целях из-за их очень вкусного и полезного мяса и как сырье для промышленности. Величину уловов исчисляют в сырой массе (тонны). У моллюсков, обладающих тяжелой и несъедобной раковиной, учитывают соотношение отдельных частей: раковина составляет у мидий 35—40 %, полостная жидкость — 30—35 и мышцы — 20—35 % общей массы животных. Это соотношение меняется в значительных пределах в зависимости от видов, сезона, года, зрелости объекта и др. На обрабатывающих и консервных заводах пищевую ценность определяют по выходу вареного мяса, которое выше у моллюсков, выращенных в искусственных условиях.

По калорийности и пищевой ценности мясо двусторчатых моллюсков выше мяса некоторых рыб. В нем содержатся все незаменимые аминокислоты, углеводы, жиры и витамины, а так-

же такие минеральные элементы, как йод, железо, цинк, медь, играющие большую роль в регуляции обмена веществ.

В последние годы естественные запасы многих беспозвоночных значительно сократились из-за нерационального промысла, загрязнений естественных прибрежных банок в шельфовых зонах. Например, запасы устриц уменьшились из-за чрезмерного вылова и вредного действия бытовых и промышленных стоков. В отдельных районах устрицы становились непригодными к употреблению в пищу, так как они, как и другие моллюски, способны накапливать в своем теле ядовитые вещества, при этом взрослые особи долго остаются живыми, теряя способность размножаться. В связи с этим и в результате увеличившейся потребности общества в белке повысилось внимание к проблеме искусственного разведения и выращивания беспозвоночных и водорослей.

Только за период с 1973 по 1980 г. продукция беспозвоночных, собранная с морских ферм, увеличилась на 2,4 млн. т, составив в общей сложности 3,3 млн. т, из которых на долю моллюсков приходится 99,8 %. Среди моллюсков ведущее место занимают устрицы (60 %) и мидии (25 %).

Во многих странах (США, Франции, Японии и др.) накоплен большой опыт по выращиванию беспозвоночных. В нашей стране разработкой методов выращивания морских беспозвоночных и прежде всего мидий, устриц, гребешков, трепангов начали заниматься в последние 10—15 лет. Полученные результаты позволяют в настоящее время создавать крупные хозяйства в бассейнах Белого, Балтийского, Азовского, Черного и Японского морей, у берегов о-ва Сахалин и у Южных Курильских островов.

Беспозвоночных выращивают в хозяйствах двух типов: полциклических и полноциклических. В первых молодь, собранную в естественных условиях или полученную в питомниках, только подращивают, а растет она на естественных пастбищах и плантациях.

В хозяйствах второго типа весь цикл культивирования — от содержания производителей до получения товарной продукции — протекает в искусственных условиях.

Полциклическое хозяйство значительно проще в эксплуатации и требует меньших затрат. Особенно рентабельно выращивание таких моллюсков, как мидии, устрицы, гребешки. Биотехника их культивирования основывается на естественном посадочном материале и включает следующие этапы: сбор личинок на стадии оседания на искусственные субстраты — коллекторы; подращивание осевших личинок до стадии молодежи (шпат); выращивание молодежи до товарных размеров. Культивирование моллюсков обходится дешевле, чем культивирование других видов беспозвоночных, так как не нужно содержать маточное стадо — производителей, личинок и молодь берут из естествен-

ных популяций; питаются моллюски постоянно присутствующим в воде детритом, фитопланктоном и органическими частицами. Хозяйства по разведению моллюсков окупаются в течение 2—3 лет. Культивирование других беспозвоночных, например плодоядных ракообразных, более сложно и требует дорогостоящих устройств — емкостей для содержания маточного стада, нереста, выращивания личинок и молоди с постоянной подкормкой кормами животного происхождения.

Многие виды беспозвоночных обладают огромными запасами экологической и биотической потенции, которая редко полностью проявляется в естественных условиях, но в хозяйствах полноциклического типа возможна полная реализация биопотенциальных свойств беспозвоночных. При созидании оптимальных условий содержания можно ускорить развитие, рост, созревание особей и даже увеличивать выход полезной продукции. Поэтому хотя культивирование моллюсков, ракообразных и иглокожих в хозяйствах полноциклического типа требует больших затрат, но они окупаются при использовании биопотенциальных возможностей объектов выращивания.

## Глава 4

### РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛЛЮСКОВ

Из существующих 101 тыс. видов моллюсков промыслом используется около 100 видов, а культивируется только 25—30 видов.

Моллюскам присуще огромное разнообразие форм, но имеются и общие черты: почти все они билатерально-симметричные; вторичнополостные; имеют мешковидное и несегментированное туловище и ногу. Для многих характерны твердая раковина (гастропода, бивальвия и др.) и мантия, охватывающая тело. В мантийной полости расположены органы дыхания — жабры, в нее открываются отверстия — органов выделения и анальное отверстие.

Раковина моллюсков состоит из кристаллов углекислой извести, расположенных в несколько слоев, и из слоя органического вещества — конхиолина. Это наружный слой раковины — периостракум, средний слой известковый — остракум и внутренний — гипостракум, имеющий характерный перламутровый блеск. Некоторые моллюски культивируют из-за этого слоя, из которого получают сырье для различных бытовых и ювелирных изделий — перламутр и жемчуг.

Взрослые моллюски — обитатели дна водоемов, селятся на грунте, зарываются в песок, ил или прикрепляются к субстрату. Потребляя водоросли и растительный детрит, они превращают их в органическое вещество животного происхождения и потому

являются очень важным компонентом экосистем и занимают в них второй трофический уровень.

Среди моллюсков имеются фильтраторы, собиратели, хищники и др. Пища переваривается в желудке, пищеварительных дивертикулах (печени) и кишечнике. Ее остатки выводятся в виде фекалий, а частицы, попавшие в мантийную полость, выводятся в виде псевдофекалий наружу. Среди моллюсков встречаются: раздельнополые и гермафродиты; с внешним и внутренним оплодотворением яйцеклеток; с плавающей личинкой; с икрой, развивающейся в кладках, а также живородящие формы. В свою очередь моллюски служат пищей многим водным и наземным организмам (рыбам, млекопитающим, птицам, хищным беспозвоночным и человеку).

Основными объектами выращивания являются двустворчатые моллюски — одна из самых древних групп донных беспозвоночных. Они широко распространены в морских и пресных водоемах и обитают во всех климатических зонах — от тропиков до Арктики и Антарктики. Особенно изобилуют двустворчатыми моллюсками прибрежные мелководные, хорошо прогреваемые и кормные районы морей с глубинами до 100—300 м, где моллюски составляют до 80 % биомассы бентоса. Форма раковин двустворчатых моллюсков разнообразна, ее окраска, размеры зависят от видовых особенностей, глубин обитания, грунтов, течений. Одни виды обитают на песчаных, илисто-песчаных грунтах, другие — на илах, а третьи прикрепляются к твердому субстрату. Моллюски, живущие на поверхности мягкого грунта (сердцевидки, венериды, астарты), имеют округлую форму и зачаточные сифоны, а обитающие на жестких грунтах (гребешки, жемчужницы и др.) — крепкую жесткую раковину. Многие прикрепляющиеся виды имеют раковину удлинненной, митилидной, формы (устрицы, мидии, митилястеры и др.). Они прикрепляются к скалам, твердым предметам, раковинам и друг к другу, образуя друзы, гроздья, щетки иногда массой до 30 кг/м<sup>2</sup>. Культивирование таких прикрепляющихся видов облегчается благодаря их способности к прикреплению и образованию массовых поселений на небольших площадях.

У многих двустворчатых моллюсков длительный жизненный цикл (от 5 до 20 лет) и растут они в течение всей жизни. Каждый вид характеризуется свойственными только ему (в средних показателях) дефинитивными размерами. Темп роста и размеры зависят от происхождения и условий обитания видов. Так, черноморские мидии в среднем живут 6—10 лет и достигают длины 10—12 см; длина черноморской устрицы, как правило, не превышает 8 см.

Европейская плоская устрица, обитающая у берегов Франции, вырастает за 4 года до 75 мм, достигая при этом массы 65 г; гигантская устрица, обитающая у берегов Японии, вырастает до таких размеров за 6—12 мес. В последнем случае раз-

йца в темпе роста зависит от наследственных качеств этих видов. Внутри вида в зависимости от климатической зоны и условий обитания популяции у особей потенция роста проявляется в разной степени и темп роста колеблется в значительных пределах. Более того, наблюдается значительная изменчивость роста среди особей одной популяции и даже одной дружки в зависимости от места, занимаемого особью в ней, от притока свежей воды, от газового режима, от количества питательных веществ в воде и длительности периода питания в течение суток, сезона года и других причин. Темп роста в таких случаях может отклоняться от средней величины на 20—30%. В онтогенезе темп роста особей также изменяется. Максимальными приростами обладает молодежь, приросты половозрелых особей снижаются.

При культивировании моллюсков широко пользуются их способностью изменять темп роста. Например, осевшая ранней весной или летом молодежь устриц (шпат) за теплый сезон достигает больших размеров, чем молодежь, осевшая в середине лета или осенью. Большое влияние на темп роста оказывает температура. Изменяя температуру воды в бассейнах, можно ускорять или замедлять сроки нереста у производителей, а в естественных условиях перемещая плоты с коллекторами устриц, мидий и другими объектами выращивания в наиболее теплые или кормные зоны, повышать рост и тем самым сокращать период выращивания товарной продукции. Иногда нужно задерживать рост. Например, в Японии плоты с коллекторами устриц на некоторое время перемещают из сублиторальной зоны в литоральную, где моллюски в период отлива запирают раковину почти на 12 ч, при этом не питаются, а значит, и хуже растут. В литоральной зоне их выдерживают в течение зимы, а весной перемещают в наиболее кормные участки, и к лету устрицы подрастают до товарной массы.

Двустворчатые моллюски питаются фитопланктоном, бактериями и детритом. Очень требовательны к размерам и качеству пищевых водорослей личинки моллюсков, размеры которых 100—160 мкм. Например, личинки черноморской устрицы могут питаться только микроводорослями с мягкой оболочкой размером 2—4 мкм — это жгутиковые водоросли монохризис, изохризис и др.

Фильтрующий и сортирующий аппарат у двустворчатых моллюсков довольно совершенен. Так, устрица в зависимости от размера может профильтровать за 1 ч 1—3 л, максимально около 10 л воды, мидии — 2—5 л, крупные гребешки фильтруют 1 л/ч на 1 г массы тела (табл. 18).

Относительная скорость фильтрации у молодежи больше, чем у взрослых моллюсков. Так, при расчете на 1 мг сухого вещества молодежь гигантской устрицы длиной 5 см фильтрует в единицу времени в 3,3 раза интенсивнее взрослых особей длиной

15—20 см. Интенсивность фильтрации и усвоение пищи зависят от температуры. Чем ниже температура воды, тем медленнее происходит фильтрация (табл. 19).

Таблица 18

Фильтрующая активность двустворчатых моллюсков в проточной воде при температуре 20° С, мл/мин

Вид моллюска	Длина, см				
	3	4	5	6	7
<i>Ostrea edulis</i>	—	69	86	103	122
<i>Crassostrea gigas</i>	—	96	105	114	120
<i>Venerupis decusata</i>	46	53	62	—	—
<i>Mercenaria mercenaria</i>	41	50	59	67	73
<i>Mytilus edulis</i>	—	41	53	64	76

Таблица 19

Интенсивность фильтрации устрицами фитопланктона при разной температуре, тыс. экз. в 1 л воды

Вид водоросли	До фильтрации	После фильтрации	Интенсивность, %
Температура 22° С			
<i>Diatomea</i>	703	50	93
<i>Dinoflagellata</i>	312	12,5	96
Всего	1015	62,5	94
Температура 19° С			
<i>Diatomea</i>	194	24,3	87
<i>Dinoflagellata</i>	259	49,0	81
Всего	453	73,3	84

Нижний температурный порог, при котором пресноводные моллюски умеренной зоны прекращают фильтрацию, лежит в пределах 6—8°С. Некоторые морские формы прекращают питаться при 7°С (рис. 9).

Оптимальные, как и критические, температуры фильтрации определяются происхождением моллюсков, их видовыми характеристиками, размерами и условиями обитания. У холодноводных (субарктических) форм — мидий Белого и Баренцева морей температурный оптимум фильтрации лежит в пределах 12—15°С. У мидий и устриц теплых зон оптимальными температурами являются 20—25°С. В естественных и искусственных усло-

виях температурный оптимум фильтрации может не совпадать, если различны другие факторы среды (соленость, освещенность и др.). Наиболее интенсивно многие моллюски фильтруют летом (см. рис. 9), когда устанавливается температура воды, близкая

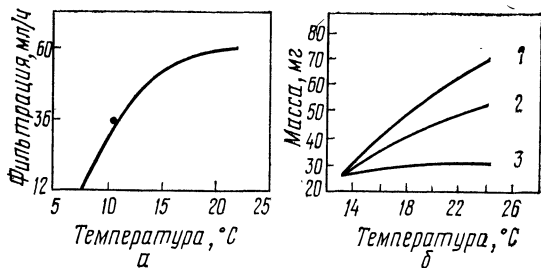


Рис. 9. Интенсивность фильтрации европейской устрицы в зависимости от температуры воды (а) и рост шпата при разной температуре и концентрации микроводорослей (б), кл/мкл:  
1 — 20; 2 — 10; 3 — 3,5

к оптимуму, и продолжительность фильтрации увеличивается до 12—16 ч в сутки.

Существует зависимость скорости фильтрации от массы моллюсков, которая выражается формулой  $F = dW^k$ , где  $F$  — скорость фильтрации, мл/ч;  $d$  — константа, численно равная скорости фильтрации особи массой 1 мг, г;  $W$  — сухая масса тела, мг;  $k$  — показатель изменения скорости фильтрации при увеличении массы тела.

Рассчитан коэффициент  $Q$ , который показывает объем воды, профильтрованной моллюском массой 1 г при потреблении им 1 мг кислорода. С помощью этого коэффициента можно сравнивать количество пищи, извлекаемое при фильтрации моллюсками разных видов и обитающих в различных условиях. Так, униониды и дрейссены, наиболее активные пресноводные фильтраторы, имеют  $Q$ , равный 910 мл/мг  $O_2$ . У морских моллюсков этот коэффициент выше и колеблется от 2 до 16 л/мг  $O_2$ . Скорость фильтрации моллюсков зависит и от концентрации взвешенных в воде частиц. Чем их меньше, тем выше скорость фильтрации. При концентрации частиц свыше 10 тыс./л скорость фильтрации резко уменьшается. При искусственном разведении двустворчатых моллюсков необходимо учитывать, что для каждого возраста и размера существует оптимальная концентрация пищевых водорослей.

Потребность в корме моллюсков невелика по сравнению с другими беспозвоночными. Многие из них, защищенные раковиной, составляющей от 40 до 70 % массы животного, мало-

подвижны, а виды, ведущие прикрепленный образ жизни, и совсем неподвижны, и потому расход энергии у них на активный обмен невелик. Энергия тратится на дыхание, работу ресничек и сифонов при фильтрации и другие физиологические процессы. Из-за отсутствия трат на передвижения увеличивается использование энергии пищи на пластический обмен — рост особей и генеративный обмен — формирование гамет. Поэтому прикрепленные моллюски довольствуются малокалорийным растительным кормом и отнительно небольшими концентрациями кормовых частиц (рис. 10). Потреб-

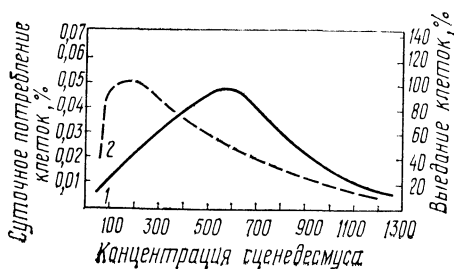


Рис. 10. Суточный рацион шаровки в зависимости от концентрации клеток сценедесмус:

1 — рацион от массы моллюсков; %; 2 — выделение заданного корма

ность устриц в корме при питании одноклеточными водорослями рассчитывают по формуле

$$y = 4,01 \cdot a^{-0,53},$$

где  $y$  — миллиард клеток водорослей, приходящихся на 1 кг сухой массы в день;  $a$  — сухая масса устриц.

В репродуктивном цикле двустворчатых моллюсков, как и у иглокожих, выделяют три периода: нерест; перестройка половой системы и перестройка пола; гаметогенез. Наиболее длительным является период гаметогенеза. Иногда почти в течение всего года идут процессы формирования половых продуктов, обеспечивающие высокую плодовитость (например, за счет порционного или повторного нереста особей).

Но обычно формирование половых продуктов протекает зимой и ранней весной, нерест — летом (у мидий в Баренцевом море) или ранней весной (у мидий, обитающих у берегов Испании и Черного моря). Перестройка годовал и смена пола происходят после нереста — осенью и частично зимой (рис. 11).

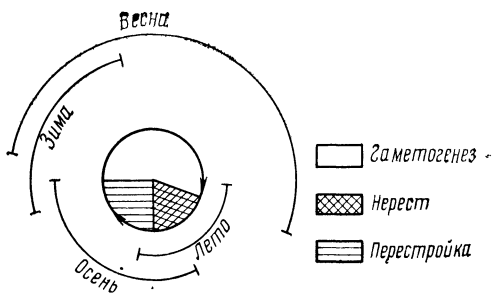


Рис. 11. Репродуктивный цикл тихоокеанских двустворчатых моллюсков (устрицы, мидии, гребешки и др.)

неза, чтобы максимум энергии моллюсков расходовался на пластический обмен — прирост массы тела. Для двусторчатых моллюсков характерны малые размеры яиц — 50—200 мкм, большая плодовитость — от сотен тысяч до сотен миллионов яиц, выметываемых в течение года одной самкой, оплодотворение наружное (мидии) или в мантийной полости (устрицы), короткий период развития эмбрионов, высокая синхронность нереста особей данной популяции, наличие пелагической личинки (велигер), питающейся фитопланктоном 2—4 недели. Этот способ размножения с наличием пелагической планктотрофной личинки эволюционно первичен по сравнению с размножением видов, имеющих личетотрофную личинку, снабженную желтком и не питающуюся самостоятельно. Пелагические личинки способствуют расселению малоподвижных моллюсков, и этот период в их жизненном цикле называется стадией расселения.

Очень важно знать сроки размножения объектов культивирования, так как они позволяют определить время оседания личинок на коллекторы, сбора молоди и появления жизнестойкой молоди, прошедшей метаморфоз. Сроки размножения зависят от происхождения объекта и величины ареала обитания. Так, гребешок, обитающий в Баренцевом море, арктическо-бореальный вид, начинает размножаться в июне—июле. Съедобная мидия размножается в этом море в июле—августе, а другие ее популяции, обитающие вдоль Атлантического побережья Европы, размножаются в другие месяцы, но сохраняют постоянные требования к нерестовым температурам и начинают размножаться при 8—10°C. С учетом этих сроков выставляют коллекторы для сбора оседающих личинок — великонхов. От сроков оседания зависит длительность благоприятного для роста моллюсков сезона. Обычно температура, способствующая интенсивному росту бореальных видов, выше нерестовой, и потому объекты, размножающиеся ранней весной, растут интенсивно летом и более удобны для культивирования, чем виды с летне-осенним нерестом.

## § 8. ВЫРАЩИВАНИЕ УСТРИЦ

В разных странах выращивают не менее 10 видов устриц из 50, обитающих в море. Наиболее часто и в больших масштабах выращивают европейскую и тихоокеанскую устриц. Мировое потребление устриц составляет около 770 тыс. т; и 95 % урожая получают путем выращивания в хозяйствах марикультуры. Около 60 % этой продукции составляет тихоокеанская устрица.

Среди культивируемых моллюсков устрицы долгое время по объему и качеству продукта занимали первое место. В настоящее время на первое место выходят мидии. Устрицы принадле-

жат к семейству *Ostreidae*, в которое входят два рода *Ostrea* и *Crassostrea*.

**Распространение.** Все виды устриц теплолюбивы. Они широко распространены в прибрежных зонах тропических и умеренных вод Атлантического, Тихого и Индийского океанов. Виды преимущественно рода *Ostrea* обитают у берегов Европы, а рода *Crassostrea* — вдоль побережий Тихого океана. Многие виды являются объектами выращивания и акклиматизации.

Северная граница семейства *Ostreidae* простирается до 60° с. ш., южная — до 20° с. ш. Но ареалы отдельных видов более ограничены. Европейская устрица (*O. edulis*) распространена вдоль Атлантического побережья от Норвегии до Алжира. Она обитает в Средиземном море и проникает в Черное. Такое широкое распространение объясняется влиянием на эти районы теплых вод течения Гольфстрим. В других районах ареал этой устрицы ограничен 46—50° с. ш. Отдельные ее популяции обитают в более узких географических зонах. Так, основные банки и хозяйства Франции расположены между

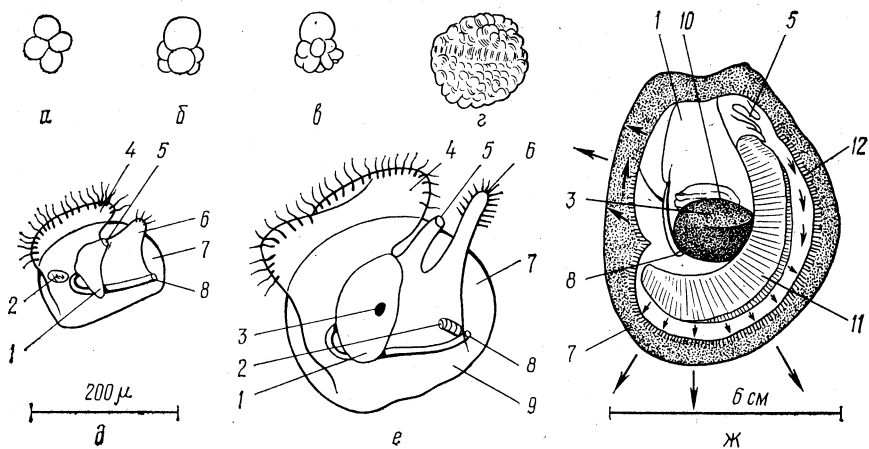


Рис. 12. Развитие и строение взрослой особи европейской устрицы:

а, б, в — дробление яиц; г — гастрюла; д — велигер; е — великонх перед оседанием; ж — взрослая устрица; 1 — желудок и пищеварительная железа; 2 — мускул; 3 — пятно глаза; 4 — парус (велоум); 5 — рот; 6 — нога; 7 — створки раковины; 8 — анус; 9 — макушка раковины; 10 — сердце; 11 — жабры; 12 — мантия. Стрелками показано направление ресничных токов (малыми) и направление выбросов псевдофекалий (большими)

45—50° с. ш. и 2—4° з. д. в заливе Сен-Мало и других более южных районах.

В Черном море банки европейской устрицы находятся на 42—43° с. ш. у берегов Абхазской АССР (Гудаутская банка) и на северо-востоке моря (банка Каркенинского залива).

**Характерные черты морфологии и биологии устриц.** Раковина

устриц неравностворчатая; левая (нижняя) створка выпуклая, больше правой, с более выступающей макушкой; раковина крайне изменчива. Скульптура створок грубоконцентрическая. Размеры этих видов различны: в благоприятных условиях европейская устрица достигает 10—15 см в диаметре. В Черном море подвид этой устрицы имеет 7,5—8,5 см в диаметре и редко 11 см. Тихоокеанская устрица вырастает до 38 см, иногда встречаются особи размером до 90 см. Товарной считаются европейская устрица размером 6—7 см; черноморская — 5—6 и тихоокеанская — 10—15 см.

Мантия устриц открытая, со свободными краями, без специальных отверстий для входа и выхода воды (рис. 12). Единственный аддуктор — массивный мускул помещается в брюшной части туловища вблизи центра раковины. Над мускулом находится околосердечная сумка с сердцем, через которое проходит кишечник, в спинном отделе расположена печень. Большие жабры в брюшной части сростаются с мантией. Нога у взрослых особей отсутствует.

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

Устрицы — теплолюбивые животные. Кратковременно европейская устрица может переносить сезонные изменения температуры среды от 4 до 26 °С, но подо льдом она существовать не может и при температуре 5—6 °С перестает питаться. Оптимальным для ее обитания считается диапазон температур 15—20 °С, для размножения — 18—20 °С и летальными являются температуры более 26 °С и ниже 6 °С. Устрицы чувствительны к резким перепадам температуры — под влиянием значительного температурного скачка европейская устрица может погибнуть при температуре, которую легко переносит в природе и к которой при постепенном снижении она физиологически успеет адаптироваться.

Особенно чувствительны к изменению факторов среды личинки и молодь. Например, в результате снижения температуры в бассейнах на экспериментальной базе «Большой Утриш» за ночь с 24 до 16 °С все личинки черноморской устрицы погибли, хотя температура 16—14 °С вполне приемлема для их обитания.

Размеры, темп роста и время созревания, а также длительность периода выращивания устриц до товарных размеров в значительной степени зависят от общей суммы тепла в период роста и от длительности теплого сезона, когда моллюски интенсивно питаются. Например, у северной границы ареала требуется более 3 лет для достижения европейской устрицей товар-

ного размера (5—6 см), а в более теплых зонах — всего 2—2,5 года.

Устрицы предпочитают воду соленостью свыше 25 ‰, но взрослые половозрелые особи переносят изменение солености в широком диапазоне — от 12 до 37 ‰. Однако размножаются они в воде соленостью не ниже 16—18 ‰. Оптимальной для формирования популяций является вода соленостью выше 25 ‰. Наиболее эвригалийной можно считать черноморскую популяцию устриц. Она постоянно обитает в воде соленостью 17—18 ‰ и переносит кратковременное ее снижение до 9 ‰. Значительное опреснение воды переносит и тихоокеанская устрица. Ее многочисленные популяции возникают в предустьевых участках морей. Она селится преимущественно на глубине от 0,5 до 50 м и часто в зоне приливов и отливов (литораль и сублитораль). Здесь благодаря постоянной смене воды поддерживается благоприятный газовый режим (не ниже 80 % насыщения воды кислородом), среда постоянно очищается от продуктов обмена и находится большое количество пищи. Из-за открытой раковины устрицы особенно чувствительны к загрязнению и плохому газовому режиму. При концентрации илистых частиц 0,1 г/л затрудняется движение створок, водообмен ухудшается и содержание кислорода в мантийной полости снижается, а при его концентрации 1—2 мл/л устрицы погибают. На жестких грунтах, в мелководных и особенно предустьевых зонах устрицы хорошо растут и считаются наиболее ценными как пищевой продукт.

**Выращивание европейской устрицы.** Европейскую устрицу выращивают во Франции, Великобритании, Испании, Дании и даже Норвегии, куда шпат завозят из Франции. Эта устрица интродуцирована в США и Канаду, где также успешно культивируется.

Во Франции устричные хозяйства расположены в приливной зоне п-ва Бретань. Заливы и эстуарии, в которых выращивают устриц, защищены от штормов, расположены в сублиторальной зоне с амплитудой прилива 7—9 м и остаются без воды только в высокие отливы — до 12 м. Годовой диапазон изменения температуры составляет 5—20 °С, солености — 31—33 ‰. Содержание кислорода высокое — до 80—90 % насыщения. Кормовая база на мелководьях, постоянно омываемых свежей водой, обильная. Кроме того, удобряя полузакрытые небольшие бухты, увеличивают кормовую базу устриц в районе плантаций. Устричный шпат собирают по рекомендации биологов в строго регламентированные сроки. Коллекторы для сбора шпата керамические, в виде полуцилиндрических плит длиной 30 см. Плитки укладывают попарно вогнутой стороной вниз и скрепляют проволокой по 5—6 пар (рис. 13). Эти сооружения укладывают на деревянные платформы и выставляют в эстуарии на высоте 15—25 см от дна. Здесь они остаются до зимы,

когда устричную молодь снимают с плиток и пересаживают на грунт банок и так называемые парки, где устрицы растут до товарного размера: длина 6—6,5 см, средняя масса 20—21 г. Чрезмерная эксплуатация парков сказалась отрицательно на их продуктивности. Загрязнения и болезни нанесли большой урон хозяйствам, и европейскую устрицу в них пришлось заменить менее ценным видом — португальской устрицей.

В настоящее время во многих устричных хозяйствах Франции выращивают и тихоокеанскую устрицу.

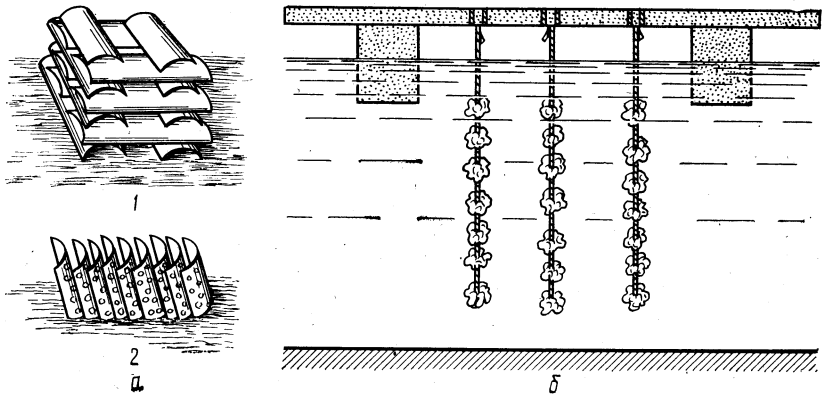


Рис. 13. Конструкции для выращивания европейской устрицы:

а — черепичные коллекторы, уложенные различными способами (1, 2); б — плиты

**Выращивание черноморской устрицы — *Ostrea edulis*.** Темп роста черноморских устриц ниже европейских, средние размеры половозрелых особей не превышают 5—6 см.

Черноморская устрица созревает в возрасте 3 лет и живет около 5 лет. Ее плодовитость увеличивается с возрастом и размерами.

Весной черноморских устриц помещают в аквариум, где они начинают размножаться при температуре 16—18 °С. Оплодотворение яиц и первые стадии развития происходят в полости тела. Диаметр зрелых яиц около 75 мкм. Самки вынашивают яйца и эмбрионов до стадии велигер в супрабронхиальной полости тела около 2 недель и выпускают их в воду ритмичным «выстреливанием» — медленно открывая и быстро захлопывая створки раковины. Благодаря огромной плодовитости — 1—1,5 млн. яиц — число личинок устриц в прибрежном планктоне или в инкубационных емкостях очень велико, и потому шпат собрать легко, если правильно поставить коллекторы. У устриц имеется два пика размножения: первый в июне — более сильный; второй в августе — более слабый.

Велигер устриц Черного моря имеет длину 100—136 мкм, а высоту — 119—125 мкм. Раковина у него прозрачная и бесцветная. Велигеры начинают питаться и расти через 6 сут после появления в планктоне и достигают длины 195 мкм и высоты 187 мкм, а через 2 недели — соответственно 220 и 200 мкм. К этому времени раковина становится неправильной округлой формы, и у личинок размером 285—300 мкм появляется хорошо заметная макушка. Далее начинается стадия великонха.

Великонхи размером 350—400 мкм готовы к метаморфозу — превращению во взрослую особь и к оседанию. У них имеются развитая червеобразная, покрытая ресничками нога (см. рис. 12), пигментированный глаз, хорошо развиты мантия и два мускула редутора. На раковине хорошо видны концентрические линии, и по ее краю проходит радиальная штриховка.

Запасы устриц в Черном море невелики и сосредоточены главным образом в Каркинитском, Джарылгачском и Егорлыкском заливах. В этих районах и проводились основные работы по созданию биотехники выращивания устриц в промышленных масштабах.

Весной в заливы выставляют коллекторы в виде гирлянд — из 35 створок устриц или мидий, кровельной черепицы, пластика и других материалов.

Створки нанизывают на проволоку или канаты, которые крепят к плотам или каркасам ставных неводов. Коллекторы устанавливают на глубине 1—3,5 м в районах устричных банок. Плотность оседания личинок устриц на раковины устриц и мидий может быть около 4 тыс. экз. на 1 м<sup>2</sup>. На коллекторах, изготовленных из черепицы, шифера и цемента и покрытых смесью песка, извести и цемента, плотность оседания личинок бывает в 2 раза больше. Наибольшее оседание личинок отмечено в придонном слое от 10 до 60 см.

Осевший шпат находится на коллекторах от 30 до 60 сут, после чего коллекторы разгружают. В Джарылгачском заливе к октябрю сеголетки достигают размеров 14—35 мм, выживаемость их составляет 40—60 %.

Существует метод получения личинок и их выкармливания в аквариальных условиях, разработанный специалистами АзЧерНИРО. Для этого в мае—июне половозрелых черноморских устриц отсаживают в аквариумы, и повышая температуру до 21—22 °С, вызывают нерест устриц. Личинок отсаживают в аквариумы вместимостью 10 л и кормят 2 раза в сутки микрородорослями. Пройдя стадии велигера и великонха, личинки оседают на дно и стенки аквариума или бассейна. Затем молодь используют для товарного выращивания в садках и лагунах, а также ею заселяют естественные банки.

На зиму коллекторы размещают в проточных бассейнах размером 80×50×3,5 м и содержат при температуре 8—10 °С, солености 18—20 ‰ при насыщении воды кислородом 80 %.

Годовиков помещают в сетчатые садки и размещают на стеллажах в придонном слое моря.

В Черном море целесообразно выращивать устриц в бассейново-садковых хозяйствах и на морских подводных фермах с трехлетним оборотом. В этих хозяйствах молодь устриц выращивают на искусственном субстрате коллекторов, а устриц старших возрастных групп — в садках, подвешенных к специальным стационарным устройствам, а также в подводных установках различных конструкций.

В период выращивания необходимо 2 раза в год очищать устриц от обрастаний: весной — после зимовки (апрель—май), когда устрицы не вступили еще в фазу интенсивного роста и развития, и осенью — после вегетационного периода (сентябрь—октябрь). Во время чистки нужно удалять мертвых и больных особей. Периодическая очистка устриц от обрастаний способствует более интенсивному их росту и формированию раковины правильной формы.

Наиболее рациональным сроком реализации являются осень (октябрь—ноябрь) и первые месяцы зимы (декабрь—январь), когда устрицы имеют наибольшую массу тела и наиболее высокую пищевую ценность.

**Выращивание тихоокеанской устрицы — *Crassostrea gigas*.** Из большого числа видов устриц, обитающих в Тихом океане, выращивают только пять. Однако даже из этих пяти видов предпочтение отдается тихоокеанской, или гигантской, устрице.

Тихоокеанская устрица образует большие скопления преимущественно в мелководных бухтах залива Петра Великого, о-ва Сахалин, Южных Курильских островов. Естественные банки этих устриц располагаются в сублиторальной отливно-приливной зоне, у устьев рек, кратковременно обнажающихся только с сизигийными отливами. Обычно устрицы обитают в солоноватых водах эстуариев рек и небольших заливов от верхней границы прилива примерно до 7 м глубины. Наибольшие плотности поселений — банки — формируются на глубине 1,5—3 м. Особи срastaются, образуя колонии, или так называемые друзы.

Благоприятная температура для обитания этих устриц — 15—30 °С, соленость воды 23—28 ‰, но она переносит опреснение до 14—16 ‰, выдерживает зимовку подо льдом, нагревание воды при отливах до температуры свыше 30 °С и поселяется на любом неподвижном субстрате.

Эврибионтность, высокий темп роста и хорошие вкусовые качества гигантской устрицы привлекли к ней внимание, и с конца прошлого века она становится объектом культивирования и акклиматизации.

Самки гигантской устрицы достигают половозрелости на втором, а самцы — на первом году жизни, имея размеры 40—60 мм. Наиболее интенсивно они размножаются в 3—4-летнем

возрасте при длине 130—150 мм. Плодовитость этой устрицы около 100 млн. личинок.

В период нереста самцы выбрасывают сперму в воду. Сперма всасывается с током воды в полость самки и оплодотворяет выделенные из гонады яйца. Дробление яиц и развитие зародышей длится в зависимости от температуры около 8 сут. В воду поступают подвижные личинки на стадии велигера, которые поднимаются в верхние слои воды, где интенсивно питаются и растут. Затем начинается стадия великонха. Через 2 недели метаморфоз завершается и великонхи становятся сформировавшимися взрослыми моллюсками, оседающими на субстрат, имея размеры около 300—350 мкм. Наиболее интенсивно оседание происходит в слое воды 30—150 см. Сбор шпата ответственный этап при культивировании устриц. Для его сбора используют коллекторы разной структуры. Наиболее простой коллектор состоит из раковин моллюсков, кусков дерева, пластмассовых пластин, нанизанных на проволоку или веревку. Конструкции коллекторов различны и зависят от условий среды данного района (температуры воды, скоростей течения, мутности и т. д.). В Японии простые коллекторы крепят к бамбуковым шестам или плотам. Применяют коллекторы из гальванизированной проволоки длиной около 1—2 м, на которую нанизывают 40—50 створок гребешка на расстоянии 2,5—3 см друг от друга с бамбуковой или пластмассовой прокладкой между ними. Коллекторы подвешивают к бамбуковым рамкам, плотам и крепят ко дну. Подвешивают их таким образом, что они только при сизигинных отливах остаются без воды. Очень важно установить коллектор на нужной глубине, так как на него должен осесть шпат, а не личинки баянусов, которые обитают в толще соленой морской воды. Поэтому коллекторы устанавливают на опресненных мелководьях.

В богатых устрицами районах на одну створку оседают около 200 личинок (иногда до 600), из них через месяц всего 50—60 экз. достигают жизнестойкой стадии и размеров 1—2 мм. В это время раковины гребешков со шпатом снимают с коллекторов, очищают от обрастаний и снова нанизывают на более прочную проволоку, увеличивая расстояние между створками до 20 см. Эти новые коллекторы подвешивают к плотам, которые устанавливают в море.

В лагунах залива Петра Великого и в лагуне Буссе расположены устричные банки, на которых устрицы размножаются в июне—июле, при температуре 15—20 °С. Синхронный и массовый нерест, а также сходная продолжительность развития личинок (30—12 сут, соответственно) позволяют собирать шпат естественного происхождения. Наиболее интенсивно в этих районах личинки оседают на коллекторы в середине августа, а минимум оседания приходится на конец сентября. На 1 м<sup>2</sup> раковин устричных коллекторов в августе оседают от несколь-

ких сотен до нескольких тысяч личинок. Коллекторы с гирляндами раковин погружают в воду у берега на глубину 1 м. По мере роста устриц при такой плотности ухудшаются условия дыхания, питания и роста. Чтобы улучшить условия их существования, необходимо удалять часть молоди и пересаживать ее на другие коллекторы. Устриц снимают вручную ножами или скребками. Это очень трудоемкая операция. Для облегчения этого процесса можно покрыть коллекторы перед сбором шпата особым составом или использовать пластины с портландцементом, позволяющие молоди самоотделяться от субстрата.

После разреживания шпата устричные или гребешковые раковины с прикрепленными к ним молодыми устрицами диаметром около 12 мм нанизывают на гальванизированную проволоку<sup>1</sup> на расстоянии 20 см друг от друга с бамбуковыми или пластмассовыми перегородками. Таким образом, составленные коллекторы длиной 10—15 м подвешивают к плотам. Плоты изготавливают из бамбука или кедра размером 16×25 м. К плоту подвешивают 500—600 коллекторов. На поверхности воды плоты удерживают понтоны (просмоленные деревянные бочки, буй из пенопласта и т. д.). Плоты устанавливают рядами на расстоянии 1,6—3 м друг от друга и связывают по 10 плотов в ряд. Все сооружение удерживается двумя якорями в виде бетонных цилиндров. Плоты постоянно находятся в воде, но весной или в начале лета их поднимают на берег для осмотра и ремонта. Средний срок службы каждого плота 5 лет. Плотность расстановки плотов зависит от скорости течений, газового режима, кормности района и возможности к самоочищению.

В некоторых районах применяется ярусный метод выращивания устриц. Ярусы длиной 45—75 м состоят из пары канатов диаметром 2,5—6 см, натянутых между поплавками из дерева, металла или пенопласта. Между парой поплавков подвешивают коллекторы. Этот метод позволяет выращивать устриц в открытом море и таким образом значительно расширять акваторию их выращивания.

Выход товарной продукции зависит от разных причин, но сокращение ее объема в основном происходит из-за обрастаний мидиями, баянусами, оболочниками, губками, морскими водорослями. Особенно значительное обрастание наблюдается во время второй зимовки. Обрастания ухудшают условия дыхания и питания устриц, уменьшают плавучесть плотов и ярусов. Товарную продукцию обязательно нужно очищать от обрастаний. Очищенных устриц, предназначенных для продажи в свежем или замороженном виде, в целях санитарии обрабатывают раствором хлора или облучают ультрафиолетовыми лучами.

**Основные этапы выращивания устриц.** Выращивание устриц разных видов сводится к трем этапам: сбор шпата, выращивание в естественных условиях, подготовка к реализации.

На первом этапе посадочный материал (молодь устриц —

шпат) получают в природе в период размножения устриц. Личинки оседают на выставленные в море коллекторы разных систем в районе устричных банок. Первичное оседание шпата не должно превышать 5 млн. экз./га. Посадочный материал получают и от производителей в полностью контролируемых условиях марихозяйств — в бассейнах, лотках и других емкостях (рис. 14).

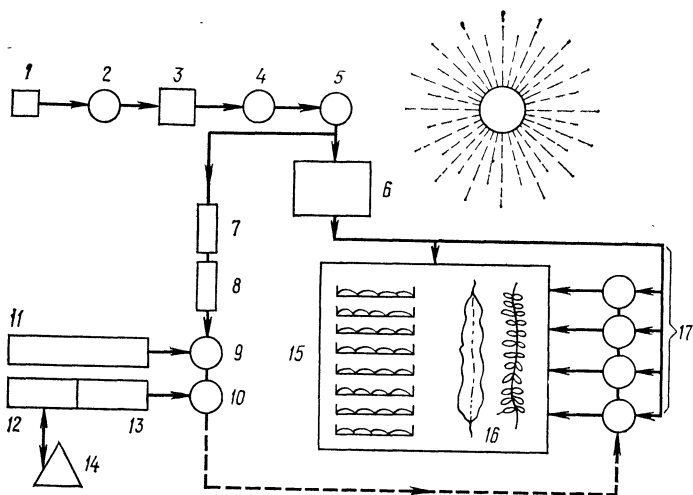


Рис. 14. Схема устройства питомника для выращивания личинок устриц: 1 — водоснабжение; 2, 5 — насосы; 3 — бассейн-накопитель; 4 — центрифуга; 6 — выращивание кормовых микроводорослей; 7 — микрофильтр; 8 — источник света; 9 — выращивание монокультуры кормовых водорослей; 10 — бассейн для культивирования личинок; 11 — запас кормовых водорослей; 12 — нерестовик; 13 — инкубатор; 14 — бассейн для содержания производителей; 15 — коллекторы для оседания личинок; 16 — помещение для выращивания детритофагов; 17 — установка для очистки воды

На втором этапе шпат выращивают в частично контролируемых условиях. Особое внимание уделяют конструкции коллекторов, времени и месту их установки на полигонах сбора и выращивания молоди. Для коллекторов используют раковины гребешка или пластины из твердого неметаллического материала, нанизанные на нержавеющую проволоку (ваер). Коллекторы подвешивают на горизонтальные канаты или плоты. На площади 1 га размещают 4 тыс. коллекторов (20 тыс. раковин гребешка).

Молодь устриц, выращиваемую на коллекторах, разреживают и переносят в районы, где ее выращивают до товарных размеров. Для оптимального роста устриц число коллекторов доводят до 10 шт. на ваер. Ко второму году выращивания на раковине гребешка остается не более 6—7 устриц. Снятую здоровую молодь растят в садках при плотности посадки моллюсков размером 3—4 см 600—800 шт., 4—5 см 400—450, а более

5 см 200—250 экз. на садок. Особое внимание нужно уделять очистке устриц от обрастаний, их питанию и зимовке.

На третьем этапе особей разделяют в друзья, очищают, осуществляют санитарный контроль, сортируют по размеру и качеству и реализуют.

Выживание устриц от осевшего шпата до особей товарного размера составляет 40—50 %.

## § 9. ВЫРАЩИВАНИЕ МИДИЙ

Мидии семейства *Mytilidae* широко распространены в Северном полушарии, и многие их виды являются объектами промысла, так как это ценные пищевые продукты. Наиболее популярной является обыкновенная, или съедобная, мидия — *Mytilus edulis*, которая обитает в Атлантическом океане, а также *M. galloprovincialis*, обитающая в Средиземном, Черном и Азовском морях.

Свои массовые поселения мидии образуют в литоральной и сублиторальной зонах до глубины 50 м. Субстратом для нее являются скалы, камни, к которым мидия прикрепляется биссусом. Отдельные особи, срастаясь друг с другом, образуют так называемые щетки, или друзы. Массовые поселения мидий на шельфе называют банками. Плотность мидий в таких поселениях достигает нескольких тысяч экземпляров на квадратный метр, а биомасса — нескольких десятков килограммов.

**Биология мидий.** Раковина у мидий удлиненной и клиновидной формы, макушка сдвинута на передний заостренный конец. Окраска ее темная, часто почти черная с синим оттенком. Внутренняя поверхность покрыта перламутровым слоем. Имеется несколько мелких замковых зубчиков, зияние раковины слабое, и сквозь него проходит плотный пучок нитей биссуса. Нога маленькая пальцеобразная, используется для передвижения только молодыми особями, а прикрепившиеся взрослые в благоприятных условиях остаются в течение всей жизни (6—14 лет) на одном месте.

Мидии — фильтраторы, при температуре около 20 °С одна мидия длиной 50—60 мм профильтровывает около 3 л воды в час. Плотное поселение может профильтровать за сутки от 50 до 280 м<sup>3</sup> воды. Таким образом, банки мидий, или их большие поселения, представляют собой мощный биофильтр, всасывающий из окружающей среды массу взвесей минерального и органического происхождения. Фильтруя, мидии извлекают из воды минеральные и пищевые частицы — остатки растительного и животного происхождения (детрит) и мелкий зоопланктон. Мелкие органические частицы используются в пищу, а крупные и минеральные удаляются в виде псевдофекалий в мантийную полость и через сифон выводятся наружу.

Мидии раздельнополы, половозрелыми они становятся при длине около 30 мм в возрасте 1—2 года. Плодовитость съедобной мидии очень велика, самка одновременно выбрасывает от 5 до 12 млн. яиц. Размножаться они начинают при температуре не ниже 7°C, а пик размножения приходится на 10—12°C. В зависимости от времени наступления нерестовой температуры сроки размножения сдвигаются. В Черном море мидии размножаются в феврале—марте и ноябре—августе. В водах Испании в марте; Баренцевом море — в июле—августе. На юге взрослые самки могут размножаться 2 раза в год, но при этом снижается темп их роста. Оплодотворение внешнее. Развитие длится 30—48 ч. Длина велигера 80—148 мкм, а великонха — 250—300 мкм.

Перед оседанием длина великонха около 350 мкм и высота 304 мкм. Раковина становится треугольной, темнеет до коричневой.

В зависимости от температуры воды личинки остаются и развиваются в воде в течение 2—4 недель, затем оседают, имея размер 0,4—1 мм. Массовое оседание личинок происходит до глубины 50 м, однако уже на глубинах более 20 м численность их резко сокращается. При обильном оседании молоди ей не хватает корма и она плохо растет, а часть погибает.

Темп роста и созревание мидий зависят от климатической зоны обитания. Так, северные популяции съедобной мидии, обитающие в Баренцевом море при температуре минус 1—15°C, получают в год около 2 тыс. градусодней, и сезон роста длится около 4—5 мес. Здесь молодь к концу

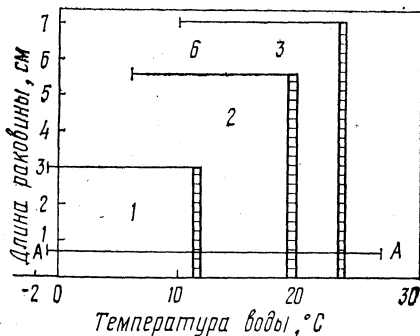


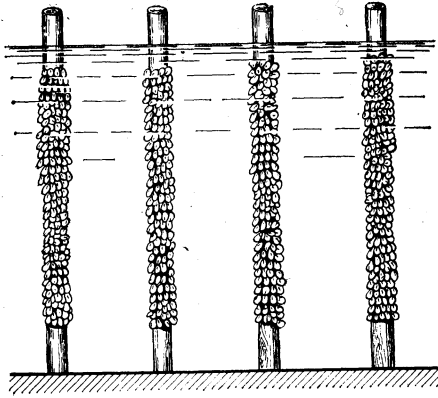
Рис. 15. Выживание и рост мидий (*Mytilus edulis*) в разных климатических зонах. Температурные диапазоны существования популяций и максимальная длина 3-леток:

1 — мурманская (-1 + +12°C); 2 — средневропейская (-6 + +20°C); 3 — южно-европейская (+10 + +24°C); А-А' — выживание особи от -1 до +27°C

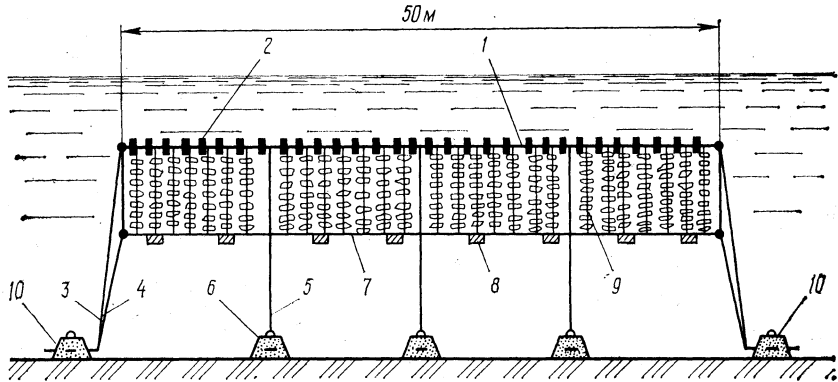
первого года вырастает до 5 мм, за 3 года — до 30—40 мм и становится половозрелой. Среднеевропейская популяция, обитающая у берегов Великобритании, живет при температуре 5—22°C, получает в год около 3—4 тыс. градусодней, и трехлетние особи достигают длины 60 мм. Особи южно-европейской популяции у берегов Испании обитают при 8—25°C и получают за год около 5—5,5 тыс. градусодней, а сезон роста длится не менее 10 мес. К концу первого года моллюски имеют длину 30—40 мм и становятся половозрелыми. Средняя длина 3-летних особей 80 мм (рис. 15).

Рис. 16. Выращивание мидий на столбах (а), коллекторах (б) и уборка урожая товарных мидий с судов, оборудованных подъемником с металлическими корзинами (в):

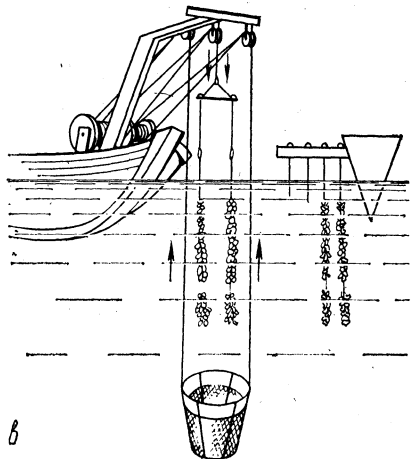
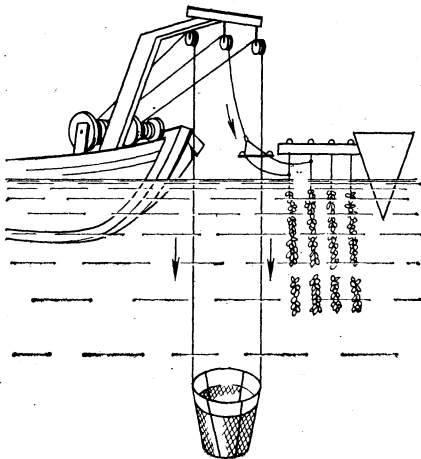
1 — несущий канат окружностью 30 мм (хребтина); 2 — пенопластовые наплава; 3 — боковая оттяжка; 4 — вспомогательная оттяжка; 5 — основная оттяжка; 6 — якорь; 7 — нижняя подбора; 8 — подвесной груз; 9 — коллектор; 10 — основной якорь



а



б



в

Темп роста особей, обитающих на литорали, замедляется из-за того, что они около 0,5 сут находятся без воды и не питаются. Например, 5-летки съедобной мидии Баренцева моря, обитающие в литорали, имеют длину 21 мм, в то время как особи, постоянно погруженные в воду; достигают длины 60 мм.

**Выращивание мидий.** Мидий можно выращивать на грунте, бревнах и плотках.

На грунте мидий выращивают во многих странах Европы. При этом способе молодь в районах нереста собирают с помощью специальных судов, оборудованных 2—4 драгами. Одна драга может собрать 500 кг мидиевого шпата. За 3—5 ч такое судно может собрать 50—60 т мидий. Собранных мидий помещают на выростные участки размером 200×500 м. Плотность посадки шпата составляет не более 8 кг/м<sup>2</sup>. Выращивание длится 2—3 года.

Метод выращивания мидий на бревнах возник во Франции еще в XIII в. Он широко применяется в отливно-приливной зоне, например пролива Ла-Манш. Здесь устанавливают ряды бревен высотой 4—5 м и диаметром 35 см, которые служат коллекторами для оседания личинок мидий (рис. 16, а). Оседание происходит в апреле—мае, а к концу первого лета молодь достигает размера 20 мм. Нижние, свободные от молоди части столбов переплетают ветками ивы или каштана, оставляя свободным пространство ближе к дну. Молодь мидий начинают снимать в августе и продолжают съем до декабря. Затем молодь помещают в синтетические сетчатые мешки высотой 5 м и диаметром 10 см, которыми в виде спиралей обвивают бревна, расположенные в местах больших колебаний уровня воды. Здесь мидий содержат до достижения товарного размера.

Для сбора шпата мидий применяют также устройства типа стеллажей, на которые в несколько слоев натягивают веревки диаметром 1 см и длиной 50 м. В южных районах их выставляют в феврале—апреле, и они быстро заселяются личинками. Осевшая на веревки молодь интенсивно растет и к середине июля бывает готова для пересадки на бревна, расположенные в зоне больших приливных колебаний уровня моря. Веревки разрезают на куски по 2,5—3 м, которыми по спирали обвивают бревна. К концу второго лета мидии достигают товарного размера 40—50 мм.

На столбах мидии защищены от хищников (морских звезд, крабов) и паразитов. Однако рост мидий на столбах замедляется из-за того, что значительную часть суток они остаются в зоне отлива и не питаются.

Наиболее эффективно выращивание мидий на плотках. Этот метод широко внедряется в практику хозяйств во многих странах мира. Как и при выращивании устриц, молодь мидий закрепляют на веревках, которые затем переносят на плоты для выращивания этих моллюсков до товарного размера. Плоты

поддерживаются плавучими устройствами из дерева или полистирола. По верху плота набивают планки (50×100 мм), на которые крепят коллекторы. Плот размером 18×18 м может держать до 500 коллекторов с мидиями. Плоты больших размеров могут держать до 1000 коллекторов. Эти плоты устойчивы на сильном течении. В защищенной зоне плот ставят на якорь массой 20 т, что позволяет плоту свободно перемещаться в зависимости от ветра и течений, а мидиям использовать большой полигон для питания. В открытых районах плоты ставят на два якоря, расположенных по диагонали.

Культивирование мидий на плотках имеет ряд преимуществ перед другими методами, так как исчезает зависимость от качества грунта, лучше используются кормовые ресурсы, мидии хорошо защищены от донных хищников и не подвергаются заилению и заражению паразитическими организмами (копеподы и др.). Однако имеются и отрицательные стороны у такого способа выращивания — у мидий возникает конкуренция с организмами — обрастателями.

В заливах Испании ко второй осени мидии достигают товарного размера 7,5—10 см. Урожай собирают с судов, оборудованных краном с металлической корзиной, которую под связки мидий подводит аквалангист (рис. 16, в). Урожай с одного плота может достигать 90 т.

Продуктивность поселений мидий определяется условиями среды и методом выращивания. На естественных банках выход мяса мидий составляет 150—400 кг/га в сырой массе. При выращивании на бревнах можно получить 5 т, на грунте — 12—25, а на плотках — до 150 т мяса мидий с гектара. Мясо мидий содержит до 12 % белка, в котором имеются все незаменимые аминокислоты, не содержит механических включений и аккумулирует меньшие количества загрязняющих веществ. И все же при определении пригодности пищевого продукта существенное значение имеет санитарное состояние водоема и самих мидий, поэтому товарных мидий, как и устриц, перед продажей выдерживают в бассейнах для очистки. В нашей стране, в Баренцевом и Белом морях, выращивают съедобную мидию (*M. edulis*).

Для сбора, шпата в зоне сублиторали выставляют 2—3-метровые коллекторы, представляющие собой поводцы из капроновой дели, закрепленные вертикально. В сезон размножения мидий (июль—август) на каждый метр коллектора в среднем оседают до 10000 личинок размером 0,35 мм. На коллекторах мидии питаются круглосуточно и растут более интенсивно, чем в естественных условиях. Так, длина годовиков на коллекторах достигает 22—38 мм, а в естественных условиях — 8—12 мм. С 1 га выростной площади можно получить около 60 т мяса. Продолжительность выращивания составляет 3—4 года.

**Выращивание черноморских мидий — *M. galloprovincialis*.** По морфологии раковины, типу размножения и экологичес-

ким требованиям к условиям размножения эта мидия очень близка к европейской мидии. У нее митилидная раковина темно-синего цвета, форма головки сперматозоида колбовидная и очень мелкая 5—6 мкм. Черноморская мидия относится к эврибионтным моллюскам. В Черном и Азовском морях она переносит зимой температуру воды, близкую к нулю, а летом 20—25°C. Интенсивно размножается при температуре 10—13°C, растет при 10—25°C, оптимум роста при 20—23°C (табл. 20, 21). Созревает мидия в одно-двухлетнем возрасте при длине 30—40 мм и массе около 5 г. Товарными считаются особи в

Рост молоди черноморской мидии за вегетационный период

Показатели	Исходные величины	Сут	
		5	14
Средняя длина, мм	1,25	3,30	4,17
Средняя масса, мкг	0,73	9,25	15,12
Количество, экз.	96	80	42
Среднесуточный прирост длины, мм	—	0,52	0,21
Среднесуточный прирост массы, мкг	—	2,13	1,03

трехлетнем возрасте длиной 50—60 мм и массой около 13 г (рис. 17). К этому времени масса тела составляет 2,6—3 г (17—20 % массы живого моллюска). Но эти показатели наблюдаются у особей естественных популяций, обитающих в воде соленостью не ниже 17—18 ‰. Являясь эвригалинным организмом, взрослая мидия переносит колебания солености от 5 до 40 ‰, но сформировать половые продукты она в состоянии только в воде соленостью выше 12—14 ‰. Молодь прикрепляется к субстрату при солености выше 11 ‰, при 8 ‰ она растет очень медленно и возникает много уродливых особей. Наиболее жизнестойкие поселения мидий в Азовском море образуются в воде соленостью не ниже 14—16 ‰, а в Черном море — при солености 18—20 ‰. Мидии более стойки к дефициту кислорода, чем многие другие моллюски.

Молодь, находящаяся в воде с содержанием кислорода ниже 20 % насыщения, перестает расти. При насыщении воды кислородом свыше 60—70 % рост восстанавливается (рис. 18). Интенсивность роста мидий зависит от их положения в друзе. Особи, расположенные по периферии, растут интенсивнее.

Черноморская мидия размножается в конце зимы или ранней весной при температуре 10—12°C и в ноябре—декабре при той же температуре. Самки выпускают в воду розовые яйца диаметром 60—70 мкм, и одновременно самцы выбрасывают сперму молочно-белого цвета. Половых клеток так много, что

вода становится мутной и нерест не заметить невозможно. Дробление и развитие яиц при температуре 20°C длится около 12 ч, при 12°C — до 20 ч. После этого сформировавшаяся трахофора довольно быстро передвигается в воде путем вращательных и поступательных движений. В течение последующих часов образуется эмбриональная раковина на стадии велигера. Личинка остается в пелагиали еще около 10—12 сут, после чего, перейдя на стадию великонха, оседает. Количество личинок в планктоне в период зимне-весеннего размножения мидий и формирования велигеров и великонхов составляет до 12 тыс. экз./м<sup>3</sup>. В апре-

Таблица 20

(со 2 июля по 29 декабря) в Азовском море

км					
30	50	88	113	137	175
7	13,86	19,01	21,48	21,81	21,85
40	462,7	751,28	812,13	816,13	826
42	42	42	42	42	42
0,19	0,55	0,18	0,1	0,01	0,001
1,4	12,78	10,3	2,43	1,92	0,25

ле—мае великонхи длиной 0,2—0,3 мм оседают на субстрат, но прикрепляются биссусными нитями не сразу, а некоторое время ползают, видимо разыскивая более удобные участки субстрата или глубину. Плотность оседания молоди у берегов Крыма составляет 4—5 тыс. экз./м<sup>2</sup> коллектора, в отдельных случаях — до 60 тыс. экз./м<sup>2</sup>.

Таблица 21

Среднесуточные приросты массы и длины в зависимости от температуры среды и размера черноморских мидий, обитающих в Азовском море

Исходные данные		Средняя температура, °C			
длина, м	масса, г	12,5		23,5	
		Прирост			
		длины, мм	массы, мкг	длины, мм	массы, мкг
35	4,6	0,09	66,1	0,14	67,2
57,2	15,8	0,04	40,5	0,07	51,2
63,5	24,9	0,04	39,2	0,05	44,3
77,2	38,9	0,02	0,1	0,02	0,2

В Азовском море оседает до 10 тыс. экз./м<sup>2</sup>. Массовое оседание молоди здесь наблюдается в июне—июле. На рост мидий

оказывает большое влияние температура, длительность периода роста, соленость, газовый режим и кормность района обитания.

В Черном море при выращивании мидий в удобных местах ставят носители с коллектором для сбора личинок. Мидийный коллектор состоит из 6-миллиметрового капронового фала, свитого из двух шнуров диаметром 3 мм, с вплетенными в них пенопластовыми пластинами размером  $10 \times 4 \times 1$  см. На коллекторе длиной 3,5 м размещают 30 пластин. 125 коллекторов крепят к носителю системы ВНИРО-ДВПИ, который состоит из

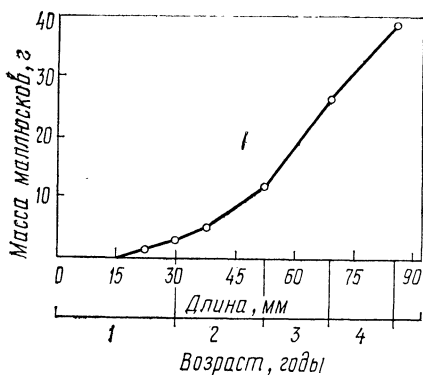


Рис. 17. Средние размеры и масса черноморских мидий разного возраста в благоприятных экологических условиях

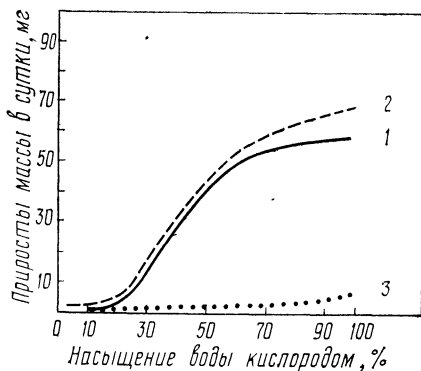


Рис. 18. Среднесуточные приросты массы черноморских мидий разного возраста и при разном насыщении воды кислородом:

1 — сеголетки; 2 — двухлетки; 3 — четырехлетки

капронового каната окружностью 30 мм и длиной 50 м, натянутого горизонтально, — это хребтина, пятью оттяжками, прикрепленная к бетонным якорям. Носители с коллекторами выставляют в море в период зимне-весеннего нереста мидий. На один погонный метр верхней части коллектора может осесть 4—6 тыс. экз. личинок. По мере роста в течение первых 3—5 недель молодь мидий может сползать по коллектору вниз и распределяться на нем более равномерно. В период роста молодь частично погибает, и при выращивании мидий в течение года на одном метре коллектора может разместиться 400—500 особей товарного размера.

У берегов Крыма и Кавказа мидии растут в течение всего года. Осевшие весной личинки вырастают за год до 46 мм, а осевшие зимой достигают товарного размера (60—80 мм) за 18 мес. Средний выход мидий с одного метра коллектора за

12 мес выращивания составляет около 6 кг, за 16 мес — 8 кг. Выход сырого мяса 30—40 %, а вареного — 14—18 % общей массы мидий.

## § 10. ВЫРАЩИВАНИЕ МОРСКИХ ГРЕБЕШКОВ

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

В морях Советского Союза встречается сравнительно немного видов морских гребешков, наибольшее их число обитает в морях Дальнего Востока. На прибрежных мелководьях Японского моря (до глубины около 50 м) от Кореи до Сахалина и Южно-Курильских островов обитают хорошо известные дальневосточные гребешки: крупный (до 20 см в поперечнике) приморский промысловый гребешок — *Patinopecten yessoensis* с белой радиальнорребристой раковиной и очень красивый гребешок Свифта — *Chlamys (Swiftopecten) swifti*. В южной части Японского моря встречается японский гребешок фаррера — *Chlamys farreri nipponensis*. В Беринговом, Охотском морях и в южной части Чукотского моря обитает берингоморский гребешок (*Chlamys beringia*), а также ряд других видов из рода *Chlamys*. Берингоморский гребешок наиболее обычен на глубинах от 50 до 100 м, встречается также у Тихоокеанского побережья Америки до Калифорнии.

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

Морские гребешки имеют округлую раковину с прямым замочным (спинным) краем, выдающимся по бокам в виде угловатых выступов — ушек. Верхняя створка обычно более уплощенная, а нижняя — более выпуклая. Раковина украшена радиальными или концентрическими ребрами, часто несущими шипы или чешуйки. У мелководных гребешков родов *Pecten*, *Chlamys* раковина крупная, крепкая, окрашенная в розовый, белый, лиловый, красноватый цвет, часто с красивым пятнистым узо-

ром. У более глубоководных форм родов *Amussium*, *Propeamusium*, *Delectopecten* створки раковин хрупкие, тонкие, часто полупрозрачные, с тонкими наружными, а иногда и внутренними ребрами.

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

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

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

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

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

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

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

После завершения личиночного этапа жизни велигер начинает оседать на субстрат, превращаясь в молодого гребешка (малька). Достигнув размера 5—12 мм, молодь открепляется от субстрата и оседает на грунт, где проходит вся последующая жизнь. В большом количестве мальки обитают в прибрежных зарослях бурых и багряных водорослей, то прикрепляясь к ним биссусом, то ползая при помощи ноги (у взрослых моллюсков нога редуцируется). К концу осени мальки достигают размера 7—10 мм, плотность их поселений у берегов Южного Приморья составляет 7—10 экз./м<sup>2</sup>.

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

Сбор и предварительное подращивание шпата гребешка размером 5—10 мм производят в коллекторах, которые крепят гирляндой до 10 шт. на веревках диаметром около 10 мм (рис. 19).

Каждая такая гирлянда подвешивается на горизонтальных канатах длиной 50—200 м на расстоянии одного метра друг от друга, а горизонтальные канаты протягивают на расстоянии 5 м друг от друга. На площади 1 га рекомендуется ставить 20 таких канатов с 2 тыс. гирлянд, на которых закреплены 20 тыс. коллекторов. Коллектор состоит из оболочки и наполнителя. Оболочка — мешочек, сшитый из капроновой дели или отрезка сетного рукава из полиэтиленовой нити. Размер мешка 30×70 см. Наполнитель — отрезок сетного рукава длиной 150 см. Он служит для увеличения поверхности оседания. Наполнитель укладывается в оболочки в виде гармошки. Его объем становится достаточным, когда коллектор принимает цилиндрическую форму. Укладка наполнителя гармошкой препятствует слипанию стенок мешочка при хранении. Готовые коллекторы связывают поводком в гирлянду (см. рис. 19, а). В гирлянде 10 пар коллекторов, подвязанных к поводку попарно или поочередно через 50 см. Количество осевшего шпата на один коллектор составляет 250—1300 экз., что в пересчете на гирлянду составляет 2,5—13 тыс. экз. Наибольшее оседание гребешка наблюдается на глубине 6—10 м. Коллекторы уста-

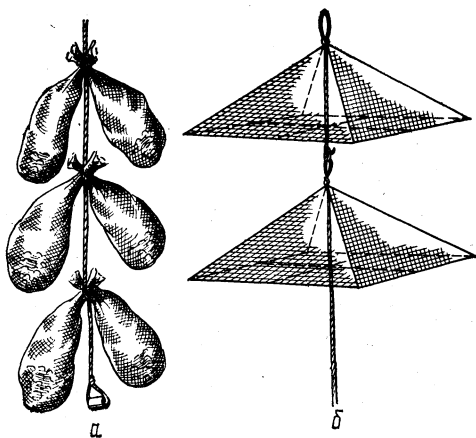


Рис. 19. Устройства для выращивания гребешка:

а — коллекторы для сбора шпата; б — садки для выращивания молоди

навливают за 5—10 сут до начала оседания личинок гребешка на субстраты в местах их наибольшей концентрации. При нормальной численности личинок в море перед оседанием расчетная величина сбора шпата размером 5—10 мм с одного коллектора должна быть равной 1000 экз., а с 1 га — 20 млн. экз.

Для дальнейшего подрощивания шпат из коллекторов в августе—сентябре пересаживают в выростные садки диаметром 40 см по 100—200 экз. на садок. Садки так же, как и коллекторы, подвешивают гирляндой по 10 шт. на горизонтальные канаты — на 1 га 20 тыс. гирлянд. Следовательно, собранный с 1 га шпат в количестве 20 млн. экз. должен быть отсажен по меньшей мере в 1 млн. садков на плантации площадью 5 га.

К маю следующего года, когда молодые гребешки достигают длины 30—40 мм, их высаживают на грунт естественных полигонов на глубину 5—30 м из расчета 30—50 экз./м<sup>2</sup>. Здесь они растут в течение 3—3,5 лет до промысловых размеров 10—12 см. Молодь можно выращивать в садках до товарного размера также примерно 3—3,5 года, только в последние 1—1,5 года плотность посадки гребешка не должна превышать в садках 20 экз./м<sup>2</sup>.

Выживание молоди размером 30—40 мм, выращиваемой на полигонах до товарного размера, составляет 40—50 %, а в садках — около 85 %. Расчеты показывают, что от 1 млн. молоди гребешка, отсаженного на грунт на площади около 2,5—3 га, промысловый возврат должен составить 75—90 т, а при садковом выращивании — около 185 т.

## § 11. РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ МОРСКОГО УШКА

Морское ушко из сем. *Naliotidae* — морские ушки относятся к классу брюхоногих моллюсков. Этот класс насчитывает около 85 тыс. видов, но только 10 из сем. *Naliotidae* имеют промысловое значение. Это, как правило, теплолюбивые виды, обитающие в Тихом, Индийском и Атлантическом океанах у Азиатского и Американского берегов, у берегов Африки, встречаются у берегов Австралии и в Средиземном море. В слабосоленоватых морях не встречаются. Наибольшие по численности популяции образуются на скалистом субстрате в тропической зоне, где этих медленно перемещающихся моллюсков и собирают аквангисты.

Добывают морское ушко из-за ценного мяса как продукт питания и ради его раковины, представляющей высокосортное сырье для изделий из перламутра. Очень ценными считаются морские ушки из рода *Naliotis* — калифорнийские виды *N. fulgens* и *N. rufescens* и японский вид *N. gigantea* с очень ценным перламутром. Общий вылов составляет около 3 тыс. т.

В водах СССР морское ушко встречается у берегов Камчатки. У этого моллюска своеобразная, похожая на ухо раковина, по краю пронизанная рядом круглых отверстий, через

которые выдвигаются шупальцевидные отростки мантии и выводится наружу вода из полости тела. Раковина плотная, снаружи ярко окрашена, а с внутренней стороны покрыта перламутровым слоем. Моллюск присасывается подошвой очень мощной ноги к камням и скалам. На переднем конце головы находятся шупальца и выше них короткие выросты с глазами. Мантия выстилает раковину и образует мантийную полость, в ней размещаются жабры и гонады.

В естественных условиях этот моллюск нерестится при температуре 15—20 °С с августа по октябрь. Половозрелые моллюски подходят к берегам, и первыми начинают метать сперму самцы, стимулируя нерест самок, которые откладывают до 10 млн. яиц. Оплодотворенные в воде яйца опускаются на дно. Через 13 ч после оплодотворения начинается выклев личинок, через такое же время они переходят на стадию велигера, а через 6—11 сут превращаются в молодь и оседают. Личинки питаются диатомовыми или жгутиковыми водорослями, достигнув размеров 40—100 мм, особи питаются макрофитами.

Для размножения и выращивания морского ушка отлавливают самцов и самок и размещают в бассейны в соотношении 1 : 4. Производителей выдерживают в течение часа при температуре воды 3—7 °С, а затем воду подогревают до 20 °С. Зрелость производителей определяют по цвету гонад — у самцов они молочно-белые, а у самок зеленого цвета.

Оплодотворенные яйца помещают в бассейны размером 2×1,4×1,4 м по 100 тыс. экз. в каждый. Выклюнувшихся личинок, которые группируются у поверхности воды, переносят в выростные бассейны, содержат при плотности посадки 50—300 экз./л, оставляют без смены воды до фазы оседания и кормят одноклеточными планктонными водорослями. Перед оседанием в бассейнах с проточной водой устанавливают рифленые пластмассовые пластины размером около 50 см<sup>2</sup>. На них оседают бентические диатомовые водоросли, после чего эти пластины устанавливают в бассейнах с личинками морского ушка, близкими к оседанию, и после их оседания (примерно через 50 сут) начинают кормить водорослями — макрофитами (ундарией или ульвой). Хороший темп роста молоди морского ушка бывает и при кормлении его искусственными кормами, в состав которых входят: сухая водоросль ундария; альгинат натрия; рыбная мука (40 % смеси) и витамины. Молодь, выращенная до размера 1,5—2 см за 3—4 мес, размещается на естественных банках. Через 2 года в теплой зоне моллюски достигают товарного размера — 12 см.

Интересен метод выращивания ушка в поликультуре. При этом детрит и биоотложения моллюсков используются полихетами (многощетинковые черви), а растворенные органические и минеральные вещества — водорослями хондрусом и ульвой, которые в свою очередь потребляются морским ушком.

## ВЫРАЩИВАНИЕ РАКООБРАЗНЫХ И ИГЛОКОЖИХ

### § 12. ХАРАКТЕРИСТИКА РАКООБРАЗНЫХ

Класс ракообразных относится к типу членистоногих и включает около 20 тыс. видов. Многие из них имеют огромное кормовое значение для рыб и других гидробионтов, в пищу человеком используются преимущественно высшие ракообразные и из них прежде всего виды отряда десятиногих раков — Decapoda. Ракообразные населяют все существующие на земле водоемы — пресноводные, солоноватоводные и морские. Они обитают в толще воды, у дна, проникают в предельные глубины океана и воды пещер.

Имеются свободноживущие, строящие домики, зарывающиеся, прикрепленные и паразитирующие формы. Размеры тела колеблются в очень широких пределах — от долей миллиметра (копепода) до 80 см (омар). Человеком используются преимущественно крупные ракообразные — крабы, лангусты, омары, речные раки, креветки и др. (рис. 20). Крабы, омары и лангусты — холодноводные виды, а креветки, особенно пенеиды, — теплолюбивые.

Тело ракообразных состоит из отдельных сегментов — члеников — и покрыто в разной степени хитиновым панцирем. Сегменты тела группируются в три отдела: голову, грудь и брюшко, которое заканчивается хвостовым отделом — тельсоном. У десятиногих ракообразных три передних сегмента срастаются с головой, образуя головогрудь, покрытую карапаксом, а их передние конечности превращены в ногочелюсти. Органами дыхания ракообразных являются жабры, которые извлекают кислород, растворенный в воде, и снабжают им кровь. В крови высших ракообразных растворены дыхательные пигменты: красный — гемоглобин, содержащий железо; синий — гемоцианин, содержащий медь. Ракообразные, как правило, очень чувствительны к содержанию кислорода в воде, и в зависимости от температуры кислородный порог изменяется от 1 до 3 мл/л.

При содержании ракообразных в аквариумах, закрытых емкостях и в хозяйствах важно создавать благоприятный газовый режим с насыщением воды кислородом не ниже 60—50 %.

Это объясняется тем, что интенсивность дыхания у ракообразных значительно выше, чем, например, у моллюсков. Так, мидии массой 1—5 г потребляют кислорода 0,01—0,005 мл, г/ч, а креветки такой же массы — 0,12—0,13 мл, г/ч. При возбуждении и интенсивных движениях активный обмен у них превы-

шает стандартный в 3—4 раза \*. Для ракообразных, как и других пойкилотермных животных, свойственно с увеличением размеров тела и продолжительности жизни снижать интенсивность обмена и скорость роста тела. Кормовые ракообразные, например артемия (*A. salina*) массой от  $2 \cdot 10^{-5}$  до  $7 \cdot 10^{-3}$  г и биологическим циклом в несколько недель, потребляют кислорода 1,69—0,41 мл, г/ч; креветки массой от  $1,7 \cdot 10^{-2}$  до 20 г и с биологическим циклом 1,5—2 года потребляют кислорода 0,37—0,06 мл, г/ч, и омары, крабы массой от  $6,3 \cdot 10^{-3}$ —1000 г и многолетним биологическим циклом потребляют кислорода 0,42—0,02 мл, г/ч.

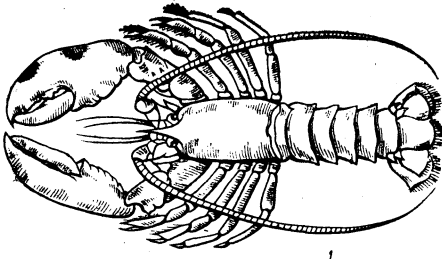
Для многих ракообразных установлена связь между скоростью энергетического обмена веществ и массой тела особи, которая выражена формулой  $Q = aW^k$ , где  $Q$  — потребление кислорода целым организмом в единицу времени;  $a$  — коэффициент, показывающий обмен животного, массой  $=1$ ,  $W$  — масса животного;  $k$  — константа, показывающая скорость изменения обмена по мере увеличения массы животных.

Для всего класса ракообразных рассчитаны средние величины энергетического обмена при 20 °С, которые выглядят так:  $Q = 0,125 W^{0,759}$ . Однако несмотря на эту общую закономерность, отклонения натуральных показателей от расчетной средней величины у отдельных видов достигают 3—4 раз. Поэтому при определении кислородной потребности необходимо проверить интенсивность дыхания для конкретного вида ракообразных в связи с условиями их обитания и спецификой поведения. Многие формы декапод переносят изменение температуры и солености в значительных пределах, но большинство видов морского происхождения (крабы, омары, лангусты, креветки) обитают в водах соленостью 32—37 ‰. Взрослые особи, например, креветки переносят значительное опреснение — до 15—20 ‰, но при формировании потомства им необходима более высокая соленость — 22—37 ‰. Отдельные виды родов палемон и пандалид выживают при солености 9—18 ‰ (черноморская креветка) и даже в пресной воде (макробрахиум).

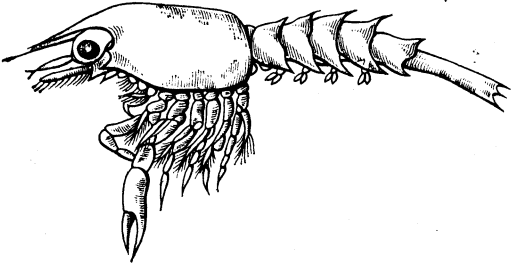
Питаются ракообразные разнообразной животной и растительной пищей. При повышении газообмена увеличиваются потребности в корме. Многие культивируемые ракообразные — хищники (креветки, омар, лангуст, крабы), и потребление корма у них выше, чем у моллюсков.

Плодовитость декапод велика и колеблется в широких пределах. Например, плодовитость морского крабика (*Carcinus maenas*) около 3 млн., у камчатского краба 70—270 тыс., у креветок, откладывающих яйца в воду, 400—800 тыс., а у вынаши-

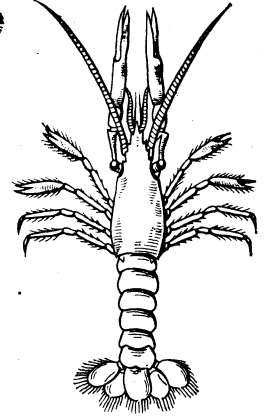
\* Стандартный обмен — общий обмен животных, находящихся в обычном, свойственном им состоянии (спокойно плавают, сидят в укрытиях и т. д.), а активный обмен — часть общего обмена, обуславливающаяся активностью животных.



1

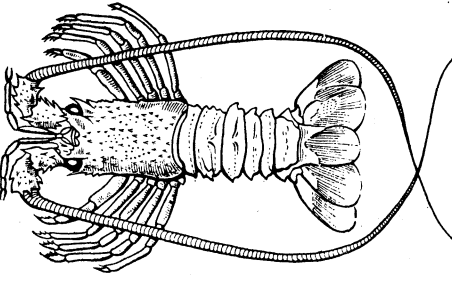


2

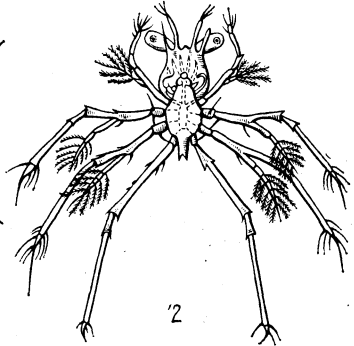


3

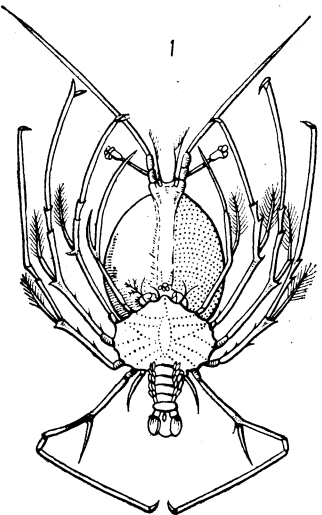
α



1

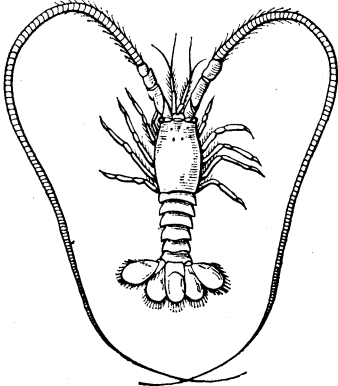


2



3

δ



4

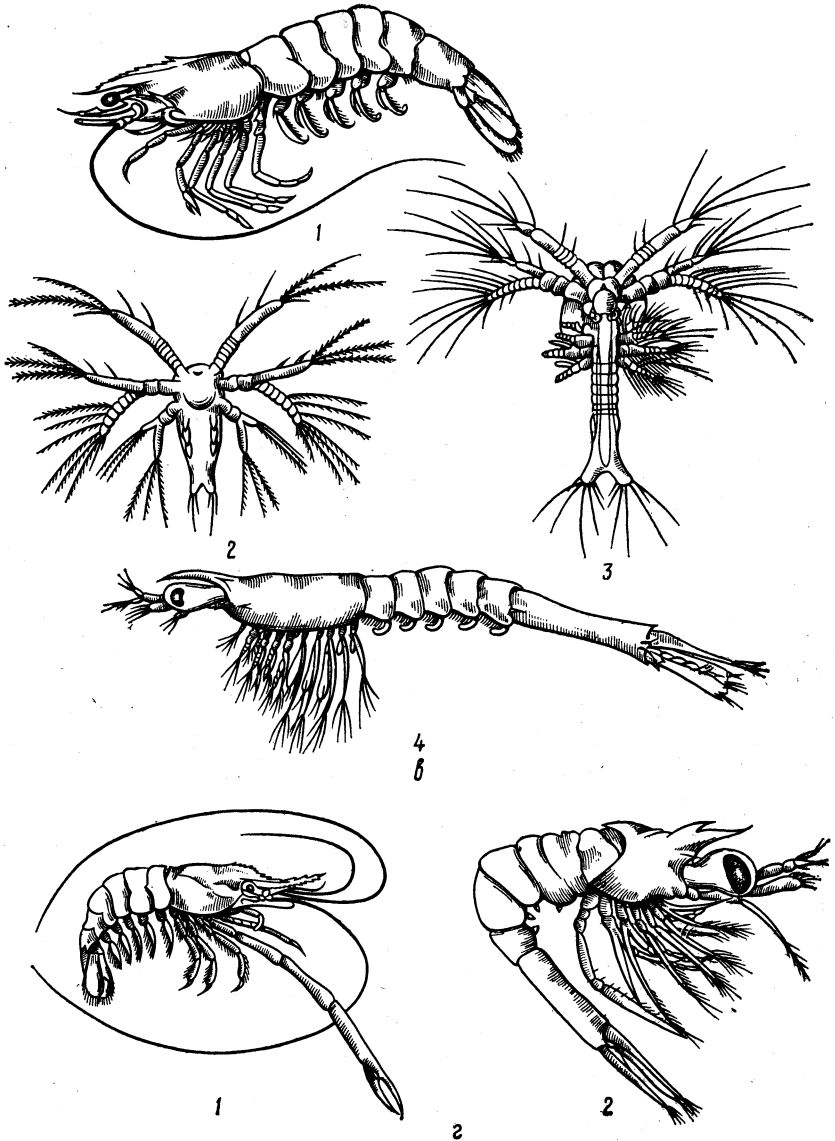


Рис. 20. Выращиваемые морские ракообразные и их личинки:

*a* — омар рода *Nematodesmus*; 1 — взрослая форма; 2 — личинка на II стадии развития; 3 — молодь на IV стадии развития; *б* — лангуст рода *Palinurus*; 1 — взрослая форма; 2 — филлосома (ранняя личинка); 3 — филлосома (поздняя личинка); 4 — пиерулис-личинка; *в* — креветка рода *Penaeus*: 1 — взрослая форма; 2 — науплиус; 3 — протозоя; 4 — ми-зид; *г* — креветка рода *Macrobrachium*: 1 — взрослая форма; 2 — личинка

вающих яйца плодовитость меньше. Самки вынашивают яйца от 9 мес (норвежский омар) до 1 года (камчатский краб, европейский омар и др.), а креветки рода палемон вынашивают яйца всего 1—1,5 мес. Разница в длительности инкубации зависит от видовых особенностей и условий обитания. Например от температуры воды.

Из яиц вылупляется личинка — науплиус — обычно пелагическая, без сегментов. Она проходит от 12 до 20 линек и превращается во взрослое животное. Продолжительность существования личинок в планктоне различна — от 14 до 200 сут.

Некоторые десятиногие раки живут очень долго: американский омар до 50 лет, камчатский краб до 23, лангуст более 15, а речной рак до 20 лет, и достигают они за это время крупных размеров. Ширина карапакса и размах ног самцов камчатского краба достигают соответственно 0,25 и 1,5 м, масса — 7 кг; встречаются экземпляры омаров длиной до 80 см и массой до 20 кг.

Промысловыми и половозрелыми самки камчатского краба становятся в 8—10 лет и выметывают около 200 тыс. икринок, личинки линяют около 20 раз, многие при этом погибают, и к донному образу жизни переходит всего около 7 тыс. молоди (2,5 % икры). Креветки живут значительно меньше: палемоны менее года, а некоторые пандолины до 4 лет.

За время жизни все ракообразные неоднократно линяют, и после линек у них скачкообразно прибавляются длина и масса. Все они имеют конечный размер, по его достижении перестают расти, и у них снижаются траты на пластический обмен, после чего энергия используется только на жизнедеятельность и построение половых продуктов. Кормовой коэффициент (КК) в этот период повышается и стремится к бесконечности. Так, у половозрелой креветки палемон мы обнаружили КК свыше 40, тогда как у молоди пенеид — 7, у лангустов — 6, т. е. на одну единицу прироста массы молоди необходимо дать 7 единиц корма.

Выращивать ракообразных в полносистемных хозяйствах трудно из-за сложностей их содержания на ранних стадиях развития и плотоядности. Но ввиду очень ценного пищевого продукта, получаемого от ракообразных, и большого спроса интерес к их культивированию велик.

В настоящее время разработаны методы поэтапного и полноциклового культивирования, а также лагунного выращивания креветок.

Основными объектами культивирования являются креветки, реже выращивают омаров, лангустов и крабов. Особенно широко распространено и приняло относительно большие масштабы культивирование теплолюбивых, быстрорастущих и ценных креветок семейства Penaeidae и пресноводных длинноруких креветок рода *Macrobrachium*.

### § 13. ВЫРАЩИВАНИЕ КРЕВЕТОК

В государствах тропической зоны Тихого океана (Индия, Индонезия, Малайзия, Вьетнам, Япония, Китай и др.) издавна занимаются выращиванием тропических креветок, преимущественно принадлежащих к родам *Penaeus*, *Metapenaeus* и др. Креветки этих родов — типично морские тропические формы, обитающие южнее 30° с. ш. при температуре 15—33°C и при солености 25—36‰. На нерест они подходят из открытых районов моря к берегам, и их личинки заносятся в солоноватые лагуны, где хорошо растут. Этим пользуются при организации лагунных хозяйств. Личинки креветок концентрируются у специально поставленных бамбуковых шестов, к которым привязаны связками водных растений и травы. Личинок собирают мелкочейстыми сетями или сачками, сортируют, укладывают в глиняные кувшины и отправляют в выростные пруды. Наиболее продуктивными являются пруды, расположенные непосредственно у моря (средний урожай 1100 кг/га. Пруды, связанные с морем каналами, дают в среднем 750 кг/га). Наименее продуктивны (не более 450 кг/га) пруды, связанные с морем через пруды первых категорий.

Чтобы повысить промысловую продуктивность, в выростные пруды вносят удобрения и стимулируют развитие кормовых планктонных и бентосных организмов. Таким образом, увеличивается кормность прудов, которая позволяет повысить плотность посадки личинок до 500 тыс/га. При обилии пищи без особого ухода за прудами за 6—12 мес креветки достигают товарного размера, длины 130 мм и массы 30 г. Креветок собирают бамбуковыми ставными ловушками или при спуске прудов. Уловистость ловушек возрастает в 2 раза, если у входа в них помещать источник света. Выход товарных креветок составляет 10—50% числа посаженных личинок.

Одним из основных объектов выращивания являются креветки из сем. *Penaeidae* — гигантская тигровая креветка (*Penaeus monodon*), банановая (*P. merguensis*) и др. Их выращивают до товарного размера в хозяйствах и прибрежной зоне заливов, используя их слабый миграционный инстинкт.

В природе эти креветки созревают и нерестятся в морской воде. Нерест проходит с середины мая до конца сентября при солености воды 32—35‰ и температуре 25—29°C. Оплодотворенные яйца этих креветок выбрасываются в воду, а через 13—14 сут после нереста из них выклеваются личинки — науплии. Науплии в течение 36 ч линяют 6 раз и переходят в стадию протозоа, находясь в которой в течение 5 ч также линяют 3 раза. Затем начинается стадия мизид. Мизиды линяют в течение 5 ч 3 раза и превращаются в постличинку. На этом этапе развития личинки покидают толщу воды и переходят

к донному образу жизни. Внешне они похожи на взрослых особей.

В стадии протозоа личинки начинают питаться одноклеточными водорослями, мелкими ракообразными. Постличинки питаются мелкими бентическими организмами и растениями.

**Разведение японской креветки (*P. japonicus*).** Разведение начинают с вылова производителей в море. Из отловленных взрослых особей отбирают зрелых самок, которых перевозят в питомники. Самок отсаживают в бассейны по 60 шт. на 100 м<sup>3</sup> воды. Нерест, как правило, происходит ночью. Отнерестившихся или погибших самок убирают из нерестовиков. Одна самка может отложить от 100 до 300 тыс. яиц. Личинок на этой стадии кормят жгутиковыми и диатомовыми водорослями. Плотность кор-

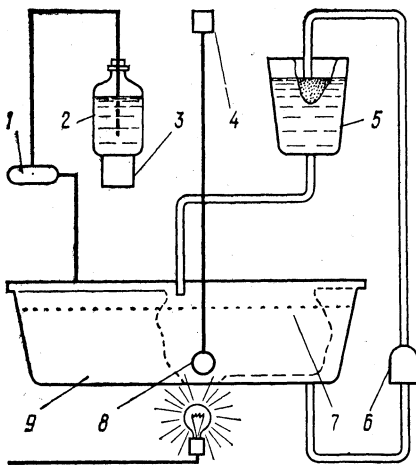


Рис. 21. Схема установки для выращивания креветок из икры до стадии молоди:

1 — дозировочный насос; 2 — культиватор для диатомовых водорослей; 3 — магнитная мешалка; 4 — компрессор; 5 — фильтр из дробленого ракушечника; 6 — насос; 7 — экран для планктона; 8 — распылитель; 9 — аквариум из органического стекла на 100 л

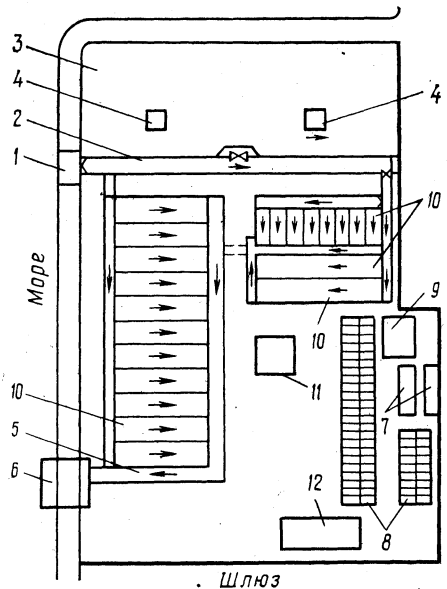


Рис. 22. План фермы в Японии, выращивающей креветку курума (*Penaeus japonicus*):

1 — водозабор; 2 — водопадающий канал; 3 — запасной пруд; 4 — циркуляционные насосы; 5 — сбросной канал; 6 — откачивающие насосы; 7 — питомник; 8 — бассейны для молоди; 9 — маточный бассейн; 10 — выростные бассейны; 11 — кормовой цех; 12 — административный корпус

мовых водорослей должна поддерживаться на уровне 1000 клеток на 1 мл. Мизид кормят науплиями артемии (6 г яиц артемии на 10 тыс. мизид в сутки). Хорошим живым кормом для

креветок на этой стадии являются коловратки. Через 4 сут мизиды переходят на стадию постличинок, которых вначале кормят науплиями артемии, коловратками, а затем добавляют размельченное мясо моллюсков или червей в количестве 10 % массы постличинок (20 г корма на 10 тыс. постличинок), увеличивая это количество до 80—100 г после 3—4 линек (как правило, к 20-му дню выращивания).

Постличинки содержат в бассейнах под крышей, пока они не достигнут длины 12—13 мм и массы 0,01—0,02 г. Затем их переносят в бассейны, расположенные под открытым небом, или в пруды (рис. 21, 22).

На большие расстояния молодь перевозят в 20-литровых пластиковых мешках, куда заливают 8 л морской воды, насыщенной кислородом. Мешки с молодь размещают в контейнерах, которые устанавливают в машины с холодильными устройствами, и перевозят до выростных прудов. Пруды для выращивания креветок могут иметь площадь от 0,15 до 8 га. Дно в прудах должно быть песчаным. Чтобы креветки не выпрыгивали, пруды вдоль дамб огораживают нейлоновой сеткой,

Т а б л и ц а 22

Схема кормления японской креветки курума (*Penaeus japonicus*)

Масса креветки, г	Корм	Количество потребленного корма, % от массы креветки	Частота кормления
0,01—0,02 (первые несколько дней после посадки)	Молодые моллюски и креветки	200—300	2—5 раз ежедневно
0,1—0,5	То же	50	То же
0,5—1,0	Мелкие целые креветки или молотые моллюски	25	»
1—2	То же	25	1 раз в день перед заходом солнца
2—10	Измельченная рыба, нежирное мясо или молотые моллюски	15	То же
10—20	То же	5	»

и водоподающие трубы защищают сеткой, чтобы в пруды не попали хищники.

Молодь креветок переносят в пруды в мае—июне из расчета 150—180 экз./м<sup>2</sup>. В качестве корма используют мясо двустворчатых моллюсков (30 %) и ракообразных (70 %). В последнее время мясо двустворчатых моллюсков заменяют мясом кальмаров. Корм задают 2—5 раз в сутки и поддерживают эту час-

тоту кормления, пока креветки не достигнут массы 1 г (табл. 22). Затем их кормят только ночью, так как днем они находятся в укрытиях.

Общий кормовой коэффициент очень высок — на 1 кг прироста креветок требуется 13—14 кг сырого корма или 2—3 кг сухого. При кормлении креветок моллюсками в прудах накапливается много остатков мяса и створок, которые необходимо периодически удалять.

В летние месяцы креветок приходится несколько раз разрезать, сохраняя плотность посадки не более 250 г/м<sup>2</sup>. Обычно креветки массой 1—2 г, посаженные в июле, вырастают к октябрю до 20—25 г. Выживаемость в выростных прудах составляет 60 % и более в том случае, если ведется активная борьба с хищниками. Если в пруды высаживают подрощенную молодь массой 1—6 г, выживание повышается до 80—90 %. Существенное значение для содержания креветок имеет гидрохимический режим. К осени в придонном слое прудов накапливаются аммиак, нитратный азот, а в жаркие дни и сероводород. В таких случаях усиливают аэрацию или обрабатывают пруды окисью железа, что способствует превращению ядовитого сероводорода в неядовитое сернистое железо.

При выращивании креветок в теплых водах можно получить товарную продукцию около 1,5 т/га. Для этого плотность посадки молоди массой 1—2 г должна составлять 180 тыс. шт./га. Однако в производственных условиях получают не более 0,65 т/га.

В СССР креветок рода пенеус доставляли в цистернах на судах АзчерНИРО от берегов Африки. В пути они находились около 22 сут и содержались в воде соленостью 34—36 ‰ при температуре 16—18 °С. Из Японии доставлялась молодь пенеиды. Креветок содержали в аквариальных институтах АзчерНИРО и ВНИРО и изучали экологию и биологию. Выяснилось, что в СССР возможно поэтапное культивирование этих креветок. Маточное стадо и личинок необходимо содержать в подогреваемых бассейнах (20—30 °С) с соленой водой (32—36 ‰), здесь же следует стимулировать нерест производителей, а выращивать молодь до товарного размера возможно в специальных прудах, садках и соленых лиманах Приазовья (Кызыл-Таши, Восточный Сиваш и др.).

**Культивирование длиннорукой креветки—макробрахиум (*Macrobrachium rosenberg*).** Особенно ценной для выращивания в нашей стране является пресноводная, быстрорастущая и очень крупная креветка макробрахиум. Ее выращивают в прудах тепловых электростанций. В природных условиях эти креветки обитают в пресных и соленых водах. Самцы достигают длины 25 см и массы 150 г, а самки — 15 см и 100 г.

Взрослые особи откладывают яйца в эстуариях рек. Самки нерестятся 3—4 раза в год, каждый раз откладывая до 120 тыс.

яиц, которые развиваются и остаются прикрепленными к самке в течение 19 сут при температуре 26—28°C. На двенадцатый день развития окраска яиц меняется от оранжевой до палевой. Затем она приобретает серый (стальной) оттенок, после чего начинается выклев личинок. Для развития личинок необходима вода соленостью 8—22‰.

С первых же дней жизни личинки активно плавают, преодолевая сильные течения, благодаря чему они довольно быстро опускаются в районы с подходящей соленостью. Сначала личинки питаются зоопланктоном и детритом животного и растительного происхождения, а затем бентосом. За 35—55 сут личинки проходят 12 стадий развития, превращаясь в молодь, которая переходит к донному образу жизни, питается детритом и животной пищей, а при недостатке корма может поедать своих сородичей. Молодь линяет каждые 5—6 сут, имея длину 5—6 см и массу около 5 г. Некоторые особи от места рождения удаляются более чем на 60 км. При оптимальных условиях креветки созревают в возрасте 9 мес и начинают мигрировать вниз по ручью, входят для размножения в эстуарии.

В странах Юго-Восточной Азии, в Латинской Америке, США выращивают длинноруких креветок, хотя их разведение и затруднено из-за агрессивности самцов, высоких требований к объему воды, газовому и температурному режимам.

Разведение креветки начинают с отлова производителей в реках с помощью ловушек и сетей, используя в качестве приманки земляных червей, мелких креветок, кусочки кокосовых орехов. Отловленных производителей перевозят в полиэтиленовых пакетах, аэрируя или меняя в них воду. Производителей, переложенных влажной мягкой водной растительностью или мхом, в течение нескольких часов можно перевозить в плетеных корзинках, не забывая время от времени смачивать водой.

Для одной пары производителей достаточно аквариума вместимостью 60 л. Зрелых самцов содержат отдельно от самок и друг от друга — по одному на аквариум; их можно содержать и всех вместе, в одном аквариуме, однако при появлении линяющих особей во избежание каннибализма самцов необходимо отсаживать на 2—3 ч (пока не окрепнут хитиновые покровы) в отдельные аквариумы. Самок, недавно полинявших, сажают в аквариум к самцу, где в течение 24 ч происходят спаривание и оплодотворение икры. Если в водоеме отловлены самки с яйцами, их содержат отдельно в аквариумах-нерестовиках вместимостью 50—60 л.

Во время развития яиц следует аэрировать воду в нерестовике. Как только цвет яиц изменится от оранжевого до серого, в аквариум добавляют 5‰ морской воды, что способствует лучшему выклевыванию личинок. Для их выращивания используют садки объемом 0,5×0,7×(2÷3) м с небольшим уклоном дна в сторону стока.

Оптимальная температура воды 26—28 °С, рН — 7—8, соленость 12—14 ‰. Воду постоянно аэрируют и частично меняют каждые 10 сут. Вода не должна содержать хлора.

Личинок начинают кормить в возрасте 2—3 сут. В течение первых 2 недель их кормят 3 раза в сутки, в последующий период выращивания корм задают 4 раза днем и 1 раз ночью. Их кормят планктонными ракообразными или науплиями артемии. На 60 тыс. личинок ежедневно в течение первых 3—4 сут дают  $\frac{1}{3}$  чайной ложки яиц артемии, а в течение последующих 30 сут выращивания 1,5 чайной ложки яиц артемий. Кормом для личинок может служить мясо рыб и ракообразных, вареные растертые яйца, яичный паштет и икра сорных рыб. Корм варят, протирают через сетку с определенным размером ячеек и скармливают личинкам. Икру сорных рыб освобождают от пленки, несколько раз промывают в чистой воде, а затем мелкую икру скармливают младшим, а крупную икру старшим возрастным группам личинок. Дневной рацион составляет около 30 % массы личинок.

Личинки часто болеют грибковыми заболеваниями. Хорошим средством для борьбы с заболеваниями является шестичасовая обработка личинок растворами малахитовой зелени (0,2 мг/л) и сульфата меди (0,4 мг/л).

После того как основная масса личинок достигнет стадии метаморфоза, их переводят в пруды. Перед пересадкой постличинки в течение 6—8 ч акклимируются к пресной воде. В прудах оставляют илистое дно и сооружают цементные стенки. Пруды постоянно снабжают проточной и аэрируемой водой. На дне у стенок пруда укладывают ветки, гравий, створки моллюсков, в которых после линьки укрываются постличинки. Обычно в одном пруду размером 5×10×0,4 м выращивают до 10 тыс. постличинок.

Постличинки потребляют мелких олигохет, хирономид, а также задаваемый корм из сухих червей, насекомых, рыб, моллюсков, креветок. Из растительных кормов креветкам дают дробленый рис или бобы.

Днем постличинок кормят 2—3 раза сухими кормами, а ночью — живыми олигохетами и личинками хирономид. Растительные корма задают один раз через каждые два дня. Через 2 мес постличинки вырастают длиной 5 см и готовы к переносу в большие выростные пруды.

Предупреждение инфекционных и паразитарных заболеваний креветок осуществляется при помощи полного осушения ложа пруда и его дезинфекции до и после использования.

Для выращивания товарных длинноруких креветок используют пруды, карьеры и ирригационные каналы площадью около 400 м<sup>2</sup> и глубиной 30 см, а также пруды площадью 1000 м<sup>2</sup> и глубиной 1—1,5 м. Водовпускные и водовыпускные отверстия затягивают сеткой для защиты от хищников. Вода в водоемах,

где проводят выращивание креветок, должна постоянно сменяться.

Для развития фитопланктона, зоопланктона и бентоса рекомендуется ежемесячно вносить в пруд органические удобрения (200 кг коровьего навоза) и извести (10 кг/га).

В качестве корма при выращивании товарных креветок в больших выростных прудах используют мясо сорных рыб, моллюсков, земляных червей, мясные и рыбные отходы, насекомых, куколку тутового шелкопряда, дробленый рис, отходы фруктов. Суточный пищевой рацион состоит на 75 % из искусственного и на 25 % из естественного корма и составляет 50 % общей массы креветок. Половина рациона задается в утренние часы, вторая половина — в послеобеденные. Корма раскладывают на кормушки, которые размещают вдоль обеих сторон пруда. На мелких местах создают убежища для линяющих особей из веток, черепицы, раковин.

Креветки чувствительны к недостатку растворенного в воде кислорода, поэтому контроль за его содержанием необходимо проводить регулярно.

При оптимальных условиях выращивания молодь креветок размером 5 см и массой 1—2 г достигает товарной массы 100 г за 5—6 мес, что позволяет в условиях тропиков получать два урожая в год. Креветок товарного размера можно выращивать и на рисовых чеках.

При культивировании гигантских креветок в системах с применением интенсивных методов выращивания выделяются следующие этапы:

выдерживание и нерест производителей, инкубация икры и получение личинок (октябрь—май);

выращивание личинок в замкнутой системе с выростными бассейнами при солености морской воды 7—8 ‰ и температуре 28—30 °С (май—февраль);

выращивание постличинок в замкнутой системе выростных емкостей до молодежи массой 2,9 г при плотности посадки 500 экз./м<sup>2</sup> (середина февраля — май);

выращивание креветок в прудах до товарного размера (май — середина октября). Продукция в прудах составляет 1—1,5 т/га.

При выращивании креветок старших возрастов нужно использовать искусственные корма. Результаты выращивания креветок в значительной степени зависят от доброкачественности кормов. Креветкам необходимы корма с содержанием белка 40—60 % в кормовой смеси. В качестве источников белка подходят мясо кальмаров, соевая мука, креветочная мука и некоторые виды рыбной муки. Состав белков корма должен удовлетворять потребности креветок в незаменимых аминокислотах: фенилаланине, лизине, гистидине, аспарагиновой кислоте, треонине, валине, метионине, изолейцине, лейцине и трипто-

фане. Для креветок необходимо наличие в кормах специфических жирных кислот. Очень важно присутствие линоленовой кислоты. Эффективность использования углеводов зависит от их источника. Так, крахмал усваивается креветками гораздо лучше, чем простые сахара. В кормовой смеси необходимо присутствие около 0,5 % стеролов, так как креветки их не синтезируют, но высокое их содержание в кормах приводит, в частности, к задержке роста креветок. Обязательно наличие в кормах витаминов, минеральных компонентов и микроэлементов. В качестве живого корма для креветок на ранних стадиях развития можно использовать морских коловраток.

В прудах макробрахий выращивают летом при температуре воды 25—28 °С. Такое выращивание молоди креветок в пресных водоемах возможно в моно- и поликультуре с планктоноядными и растительноядными рыбами — пестрым и обыкновенным толстолобиком, катлой, гурами, тилапией и белым амуром, а в солоноватой воде — совместно с кефальями.

В Черном и Азовском морях обитают креветки рода *Palaeomon* — адсперзус и элеганс. У них двухлетний биологический цикл, достигают длины 5—8 см и массы 1,5—2 г. Они эвригалинны и эвритермны. Хорошо переносят сезонные изменения температуры от 0 до 30 °С и солености от 3 до 30 ‰. Икру откладывают 3—4 раза за лето при температуре 15—20 °С и солености 9—25 ‰. При меньшей солености активная осморегуляция у креветок заменяется пассивной и они становятся нежизнеспособными. При температуре 0,5 °С креветки неподвижны, не питаются и потребляют кислорода всего 0,05—0,07 мл, г/ч. При повышении температуры воды от 9 до 25 °С их активность, интенсивность дыхания и потребление корма увеличиваются. При температурах 19—22 °С они потребляют кислорода 0,32 мл, г/ч и суточный рацион составляет около 16 % их массы. При температурах 27—30 °С ярко проявляется нарушение физиологических процессов. Сначала резко повышается активность (кислорода потребляют 0,47—0,5 мл, г/ч), а питание прекращается, и при 30—32 °С наступает гибель. Критическим является содержание в воде кислорода ниже 40 % насыщения.

Большой интерес для культивирования в нашей стране представляют холодноводные креветки, обитающие в прибрежных водах Дальнего Востока. Из них наиболее ценный — травяной шримс (*Pandalus latirostris*). Это типично морская креветка длиной до 13 см и массой до 16 г, переносит воду соленостью 11—50 ‰, но размножается при солености 24—35 ‰. Особенно широк диапазон изменения температуры воды, в котором она сохраняет некоторое время жизнеспособность. Так, при постепенном снижении температуры воды до минус 2,5 °С она теряет активность, а при 1 °С у нее восстанавливаются активность и потребность в пище. В диапазоне температур 10—23 °С физиологические процессы протекают нормально. При 18—23 °С и

солености 24—35 ‰ выживает в течение 6—12 мес, при этом питается и размножается. Эти креветки очень чувствительны к недостатку кислорода. При температуре воды 16—17 °С насыщение кислорода 47—42 ‰ является критическим, а 21 ‰ — пороговым.

При содержании взрослых производителей в питомниках, а молоди в осолоненных лиманах или садках за два лета и одну зиму креветки достигают товарной массы 5—8 г.

#### § 14. РАЗВЕДЕНИЕ И ВЫРАЩИВАНИЕ ОМАРОВ, ЛАНГУСТОВ И КРАБОВ

Омары — холодноводные и самые крупные представители ракообразных. Канадский (*Homarus americanus*) и европейский (*Nephrops norvegicus*) омары обитают на скалистых и каменистых грунтах Атлантического океана у берегов Канады и Европы. Они достигают массы 15—20 кг, длины 0,8 м. Другие виды омаров имеют меньшую длину — 0,5 м, массу до 6 кг. Все они являются объектами промысла и в последние десятилетия объектами культивирования в США, Канаде, Норвегии и других странах.

В водах СССР омаров нет, но их можно использовать для культивирования и поэтапной акклиматизации в прибрежных водах Баренцева, Японского и Охотского морей.

Омары обитают при солености не ниже 30 ‰ в зонах с температурами 0—20 °С. Линяют с апреля по январь при температуре 3,3—20 °С, наиболее активно линяют при 15—20 °С.

Спаривание омаров происходит летом, как правило, через две недели после линьки самки. Яйца самки носят у себя под брюшком до тех пор, пока из них не вылупится молодь. Количество яиц у омаров зависит от возраста и размеров: у американского омара 5—12 тыс. шт., но может достигать и до 90 тыс., у европейского — 8—32 тыс.; у норвежского — 1,3—4 тыс. С момента спаривания до вылупления личинок проходит 1,5—2 мес. Вылупляются личинки при 9—20 °С весной или летом.

Разведение омаров в искусственных условиях начинается с поиска, поимки и отбора производителей. Наиболее подходящие экземпляры рассаживают в бассейны или проволочные садки. Для получения планктонных личинок применяют два метода: первый — отбирают самок с икрой, близкой к вылуплению, снимают икру с брюшка и инкубируют ее в непрерывном токе воды вплоть до вылупления личинок; второй — самок с икрой выдерживают в бассейнах до появления личинок.

Личинки в течение первых 9—33 сут ведут пелагический образ жизни, оседая затем на дно. Продолжительность пелагического периода зависит от температуры воды. Находясь в водной толще на первых личиночных стадиях, рачки в природе являются легкой добычей хищников. В первые три недели из

каждых 10 тыс. личинок в живых остается лишь одна. В питомниках личинок переносят в цилиндрические сосуды с вогнутым дном. Постоянный ток воды, поступающей снизу, поддерживает личинок в толще, не позволяя им опускаться на дно и нападать друг на друга, так как личинкам и молоди омаров свойствен каннибализм, что затрудняет их выращивание.

Кормят личинок омаров размолотой печенью, мясом ракообразных и моллюсков через 3 ч, что свидетельствует о высокой интенсивности переваривания пищи. После четвертой линьки омаров длиной 1,5 см выпускают в море. Выживание личинок в питомниках 22—40 %. Если личинок держат отдельно и разрезанно, то выживание повышается до 90 %.

Омары обладают огромной экологической потенцией. В природе у берегов Канады они обитают при температуре 3—15°C, а в питомниках переносят температуру до 31°C. Содержание самок в бассейнах при 20°C способствует ускорению развития эмбрионов, и выклев личинок наступает на 3 мес раньше, чем в естественных условиях. При температуре воды 27—31°C развитие личинок ускоряется в несколько раз. Путем создания условий в питомниках, при которых максимально реализуются биопотенциальные свойства, возможно выращивание омаров до товарной массы за 2 года.

Массовому выращиванию омаров в искусственных условиях, ст личинки до особей промышленного размера, пока мешают каннибализм в личиночном периоде развития и склонность взрослых особей вести уединенный образ жизни. Учитывая эту склонность, разработана конструкция фермы для выращивания омаров: на сваях крепят клетки с ячейками для одиночного содержания омаров. В нашей стране омаров можно выращивать в Кольском заливе Баренцева моря.

Лангу́сты — морские животные, предпочитающие каменистый грунт, прозрачную воду, насыщенную кислородом, температуру не выше 15—18°C.

Представители родов *Panulirus* и *Palinurus* имеют промышленное значение. Половозрелые особи достигают длины 50—70 см и массы 8—13 кг, но чаще встречаются особи длиной 20—40 см и массой 2—4 кг. Питаются они донными беспозвоночными (моллюсками, ракообразными и др.) и мелкой рыбой. Сами являются ценным объектом промысла и культивирования. Обычно на морских фермах выращивают до промышленных размеров молодь лангустов, пойманную в море. Находясь в водоемах для выращивания, лангусты нуждаются в чистой воде без взвеси и без следов токсичных веществ. На ранних стадиях развития личинок кормят науплиусами артемии, а на более поздних — яйцами морских ежей, икрой и личинками рыб, взрослой артемией. Их кормовой коэффициент равен 6. Опыты японских ученых показали, что очень хорошие результаты получаются при кормлении молоди лангустов смесями, включаю-

шими аргинин, экстракт печени каракатицы, глюкозу, витамин С и другие компоненты.

Лангусты очень плодовиты, одна самка откладывает от 0,5 до 1,5 млн. яиц. В естественных условиях в море выживают, лишь отдельные личинки. Лангусты в период размножения образуют так называемые миграционные цепочки, напоминающие железнодорожный состав. В такой цепочке голова второго лангуста касается хвоста первого и т. д. Цепь может насчитывать до 30 и более лангустов. Многие виды лангустов имеют длительные пелагические стадии развития, что очень затрудняет их искусственное разведение и выращивание. И все же достигнуты определенные успехи в культивировании лангустов. Кроме того, молодь лангустов, пойманную в море, размещают в прудах и бассейнах, где она растет до промыслового размера.

В нашей стране лангустов можно выращивать в Приморском крае. В районе Черного моря их можно содержать осенью и весной в садках с целью подращивания.

Крабы относятся к отряду десятиногих ракообразных. Они обитают во всех морях и океанах в соленой, солоноватой и почти пресной воде, от уреза воды до глубин 6 км. Многие виды съедобны и имеют промысловое значение. Большинство из них обитают в тропической зоне и служат объектами промысла и выращивания (краб-плавунец, голубой краб, японский краб и др.).

Основными препятствиями для культивирования крабов являются длительный и сложный метаморфоз личинок, в период которого большая часть личинок погибает, и каннибализм крабов.

В СССР имеют важное промысловое значение холодноводные крабы — камчатский, или королевский (*Paralithodes camtschatica*), и синий краб, обитающий в северной части Тихого океана при температуре 2—7°С. Они переносят колебания температуры от минус 2 до 18°С.

Королевский краб обитает в соленой морской воде преимущественно у берегов Камчатки. После зимовки косяки самцов и самок встречаются на глубинах от 5 до 30 м при температуре 2—4°С. После линьки самки происходит спаривание. Отложенную и прикрепленную к брюшным ножкам икру самка носит 11,5 мес. Следующей весной при миграции на мелководья из яиц вылупляются личинки — протозоэ, которая затем превращается в зоэа, остается в толще воды около 2 мес, 4-раза линяет, переходит в стадию глаукотэ и оседает на дно, превращаясь после линьки в малька. Молодые крабы живут в зарослях водорослей. Крабы живут 20—23 года. Ширина карапакса достигает 25 см, однако средняя — 12,5 см, а масса — 7 кг.

Размножаться королевский краб начинает поздно. Самки откладывают икру на 5—6-м году жизни, а самцы становятся половозрелыми в возрасте 8—10 лет. Приблизительно в этом

возрасте крабы достигают промыслового размера. В естественных условиях самка выметывает до 200 тыс. яиц, из которых до перехода от пелагических стадий до донной доживают лишь 7 тыс., или 3,5 %.

В толще воды личинки краба живут около 2 мес, и это создает трудности при их культивировании. И все же в экспериментальных бассейнах выживаемость личинок краба выше и составляет 10 %.

На ранних стадиях развития кормом для крабов служат личинки двустворчатых моллюсков, баянусов и артемии. Рост и развитие личинок краба ускоряются при повышении температуры и круглосуточной освещенности бассейнов.

## § 15. ВЫРАЩИВАНИЕ ИГЛОКОЖИХ

К типу иглокожих (Echinodermata) относится древняя группа типично морских беспозвоночных с оригинальной формой тела, напоминающей звезд (морские звезды), цветок (морские лилии и горгоны), шар (морские ежи), огурец (голотурии) и др. Некоторые виды иглокожих являются промысловыми и становятся объектами культивирования.

Голотурии (Holothurioidea) широко распространены в Мировом океане. Наибольшего видового разнообразия и численности они достигают в верхней сублиторали теплых районов океана, где образуют скопления биомассой до нескольких килограммов на метре квадратном. Многие виды голотурий (преимущественно тропические) используются промыслом, например трепанг, которому издавна приписываются помимо гастрономических и лечебные качества. Промысел голотурий ведется очень интенсивно, мировой среднегодовой вылов составляет около 15 тыс. т. В пищу употребляются в сыром виде икра, легкие, а кожно-мышечный мешок голотурий подвергается варке, сушке и копчению. Из сухого продукта готовят супы, рагу и др. В последние годы голотурии привлекли внимание фармакологов и биохимиков, так как в них были обнаружены тритерпеновые гликозиды — химические соединения, обладающие высокой биологической активностью. Эти вещества оказывают антигрибковое, антиопухольное, нейротропное действия и могут найти применение в медицине в качестве нейромышечных и хемотерапевтических антираковых препаратов.

На Дальнем Востоке выращивают дальневосточную голотурию — трепанга (*Sfichapus japonicus*). Метод выращивания разработан специалистами ТИПРО. Тело трепанга — это мышечный мешок, в мышцах которого отсутствуют известковые пластинки (спикулы), что делает трепанга особо ценным пищевым объектом. По форме тела трепанг в спокойном состоянии напоминает крупных червей, но при раздражении тело сокращается и становится шарообразным.

Ареал дальневосточного трепанга простирается от Южного Сахалина и Курильских островов на юг до Сянгана (Китай). Особенно обилен трепанг в прибрежной зоне Сахалина, Приморья, в заливе Петра Великого и в Желтом море. Обитает он на глубинах от 1 до 25 м, а наиболее многочислен (до 4 экз./м<sup>2</sup>) на глубинах 3—4 м, в защищенных от штормов бухтах, предпочитает илисто-песчаные грунты, расположенные рядом с каменистыми россыпями, зарослями морской травы. Часто встречается в биоценозах мидий и других донных животных. В заливе Посыета трепанги выдерживают изменения температуры воды от минус 1,7°С (зимой) до 22°С (летом) и соленость от 29 до 34 ‰.

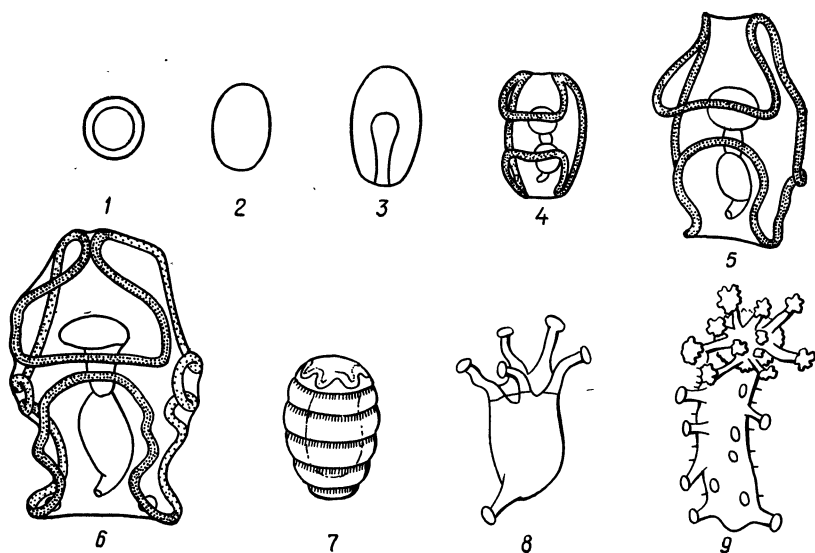


Рис. 23. Стадии развития голотурий:

1 — оплодотворенное яйцо, диаметр 150 мкм; 2 — бластула; 3 — гастрюла; 4 — дипле-  
врула, маленькая двусторонняя или двубокая; 5, 6 — аурикулярия, размер до 600 мкм;  
7 — дольнолярия, боченковидная личинка с пятью ресничными шнурами, длина 1—2 мм;  
8 — пентактула; 9 — молодая особь

Трепанг интенсивно питается зимой и весной при температурах 4—16°С, перед нерестом, а также после нереста и спячки — осенью, со второй половины сентября по ноябрь. Но непосредственно перед нерестом интенсивность питания значительно снижается. Питается трепанг детритом, илистыми частицами, поглощая и пропуская через кишечник огромные массы ила.

Трепанг — раздельнополое животное, но половой деморфизм не выражен. Нерест в зависимости от наступления нерестовой температуры (18—19°С) протекает с конца июня до середины июля. Для созревания половых продуктов требуется 1850—

1940 градусодней, а для массового нереста — 2350—2390 градусодней. Плодовитость высокая — от 0,5 до 77 млн. яиц. Оплодотворение яиц наружное, тип развития пелагический. После оплодотворения и дробления яиц, которое длится 18—22 ч, образуется свободноплавающая личинка — аурикулярия, переходящая в долиолярию и затем пятищупальцевую пентактулу. Размеры личинок от 200 до 500 мкм (рис. 23).

Длительность пелагических стадий при температуре 21—23 °С составляет 12—16 сут от момента оплодотворения икры, а иногда и 20—23 сут. Трудности культивирования трепанга связаны со сложностью получения и выращивания личинок до стадии оседания в искусственных условиях. Для успешного завершения пелагического периода развития личинок необходимы бассейны с регулируемым параметрами среды (рис. 24). Кро-

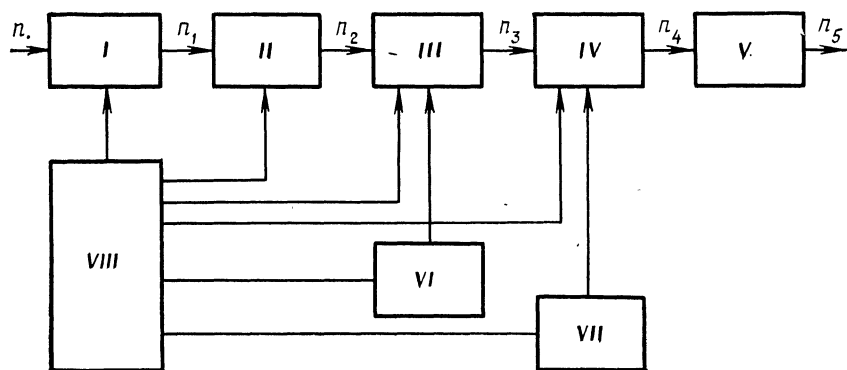


Рис. 24. Схема выращивания голотурий в искусственных условиях:

*I* — выдерживание отловленных в море производителей; *II* — инкубация икры; *III* — выращивание личинок; *IV* — выращивание молоди; *V* — транспортировка и расселение; *VI* — выращивание корма для личинок; *VII* — кормление молоди; *VIII* — акватория для поддержания нужных условий;  $n_1, n_2, n_3, \dots, n_5$  — продвижение в бассейнах аквариальной

ме того, ко времени появления личинок необходимо подготовить культуры микроводорослей для своевременного обеспечения личинок кормом.

Для выращивания трепанга в искусственных условиях производителей перед нерестом отлавливают в море, рассаживают в аквариумы по 8—10 экз. так, чтобы в одном аквариуме были самцы и самки. Производителей содержат в морской воде соленостью 30—36 ‰ при насыщении воды кислородом 80—90 % и естественной температуре морской воды. Затем для стимуляции нереста температуру среды постепенно (на 1—2 °С в сутки) повышают до 25 °С. При соблюдении этих условий все яйца оплодотворяются и нормально развиваются с отходом 3—10 %. Около 60 % личинок погибают при переходе на стадию пред-

аурикулярии, и выход осевшей молодежи составляет 5—10 % аурикулярий.

Выращивают личинок при плотности посадки 0,5—1 тыс. экз./л, при температуре 21—23 °С и солености выше 29 ‰. Кормят аурикулярий микроводорослями — нефрохлорис, монохризис. Их концентрация должна быть 50—100 тыс. клеток на 1 мл. Личинки начинают питаться через 2 сут после оплодотворения икры. Для личинок старших возрастов — далиолярий пригодны более крупные водоросли — дуналиелла, гимнодиниум. Крупные личинки размером 625—775 мкм хорошо растут, питаются водорослью феодактилумом.

Бактерии, дрожжи и растворенные органические вещества необходимо добавлять в корм личинок на всех стадиях развития.

Осевших личинок и молодежь массой около 200 мг, размером 2—3 мм в течение месяца кормят детритом фито- и зоогенного происхождения. После того, как трепанг достигает размера 5—7 мм, его целесообразно выращивать на грунте в море, где он переходит на питание детритом. Продолжать выращивать его в садках очень сложно, а содержание в бассейнах на берегу на искусственной корме требует больших затрат. Рост и питание молодежи трепанга в море продолжают всю зиму, и годовики в естественных условиях вырастают до 15—20 мм.

Молодь нужно выпускать в огороженные участки моря.

Весь цикл развития трепанга от оплодотворения до появления жизнестойкой молодежи длится 12—16 сут, а со стимулирующей производителей — 40—50 сут. После нереста трепанг впадает в спячку — оцепенение примерно на 15—20 сут. В это время он не питается и остается почти неподвижным, затем начинает снова двигаться и питаться.

Морские ежи имеют важное промысловое значение. В заливе Посьета они нерестятся с мая по октябрь и с июля по август. Личинки начинают оседать с конца июля — начала сентября. К ноябрю оседание личинок заканчивается. Сеголетки растут медленно и в возрасте одного года вид *Strongilocentrotus intermedius* имеет средний диаметр панциря 0,65 см и массу — 0,16 г, а вид *S. nudus* — соответственно 1,5 см и 2,3 г. Наиболее интенсивный темп роста ежей отмечен в июле—сентябре. Зимой рост замедляется. Половозрелость наступает в возрасте трех лет при размерах панциря 4,25—4,5 см и массе 34—45 г.

Молодь морских ежей собирают прямо со дна или выставляют в море специальные коллекторы. Затем молодежь помещают в садки, куда одновременно закладывают бурые и зеленые водоросли, которыми ежи питаются. Также они питаются детритом и обрастаниями. Садки осматривают 2—6 раз в год. За год отход в садках не превышает 20 % и зависит от плотности посадки ежей. Оптимальной плотностью посадки считается 100 экз./м<sup>2</sup> в возрасте до двух лет и 40—60 экз./м<sup>2</sup> в возрасте

свыше двух лет. Садки нужно размещать в хорошо прогреваемых бухтах с чистой водой. Продолжительность искусственного выращивания морских ежей в садках до промыслового размера длится 4 года.

## Глава 6

### ВЫРАЩИВАНИЕ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ

В морях и океанах произрастает несколько тысяч видов водорослей, из которых немногим более 100 видов используются человеком в пищу, в качестве удобрений, для технических и кормовых целей. Водоросли богаты микроэлементами, йодом, витаминами, углеводами, белками, содержат антибактериальные вещества, способны усиливать антикоагулирующие свойства крови. Жиров в них мало, но они обладают ценными свойствами. Водоросли содержат сахара, которые не накапливаются в крови и не способствуют развитию диабета. Повышенное содержание йода препятствует развитию у людей базедовой болезни.

В нашей стране широко используется в пищу ламинария японская (морская капуста). Из морских водорослей вырабатывают кормовую крупку, которую добавляют в комбикорма в объеме 1—5 %. При использовании водорослей в качестве удобрения их вносят в почву вместе с микроэлементами, ростостимулирующими веществами и почва приобретает хорошую структуру.

Из красных водорослей получают агар, агароид, каррагинан, широко используемые в медицине, фармакологии, фитопатологии, парфюмерии, пищевой и многих других отраслях промышленности. Из бурых водорослей получают альгинаты (соли альгиновой кислоты), обладающие стабилизирующими свойствами, и маннит.

Мировой промысел водорослей, по данным ФАО за 1984 г., достигает более 3 млн. т. Однако потребности в продуктах из водорослей и особенно в агаре, каррагинане, альгинатах значительно больше, чем их вырабатывается в настоящее время.

В нашей стране пищевой и медицинский агар и пищевой агароид получают из анфельции, произрастающей в заливе Петра Великого, у о-ва Сахалин, Южных Курильских островов и в Белом море, а также из фуцеллярии Балтийского моря и филлофоры Черного моря. В относительно небольших масштабах вырабатываются технический и пищевой альгинат, маннит, кормовая крупка из ламинариевых и фукусовых водорослей Белого моря. Выпускаются пищевые и медицинские продукты из ламинарии японской. Для обеспечения потребности в этих продуктах объем добычи и переработки водорослевого сырья должен быть значительно увеличен. Однако использование

только естественнo произрастающих водорослей не может полностью обеспечить потребности народного хозяйства в продуктах из водорослей. Марикультура водорослей призвана создать подводные плантации по выращиванию наиболее ценных и качественных по своим товарным показателям водорослей в близких для переработки и потребления районах прибрежной зоны морей и океанов.

В настоящее время более 80 % добываемых водорослей выращивается искусственно и доля искусственно выращенных водорослей с каждым годом возрастает. Человеком выращивается 20—25 видов водорослей.

Основными объектами выращивания являются: из бурых водорослей — ламинария (*Laminaria*), ундария (*Undaria*) и макроцистис (*Macrocystis*); из красных водорослей — порфира (*Porphyra*), эухеума (*Eucheuma*), грацилярия (*Gracilaria*), хипнея (*Hypnea*) и др.; из зеленых водорослей — энтероморфа и ульва (табл. 23).

Таблица 23

**Урожайность морских водорослей в условиях марикультуры**

Вид водоросли	Использование в промышленности	Страна, территория	Урожай в сухой массе, т/га
Бурые			
Ламинария	Производство пищевых продуктов и альгинатов	Япония КНР СССР	20 20 10—15
Макроцистис	Производство горючего, пищевых продуктов, удобрений, альгинатов	США	50—70
Красные			
Эухеума	Производство пищевых продуктов, каррагинатов	Филиппины	13—30
Порфира	Производство пищевых продуктов	Япония	8
Гелидиум	Производство агара	Япония	2,5
Глопеллис	Производство студнеобразователей	Япония	0,45
Грацилярия	Производство агара	О-в Тайвань Италия	2 2,5

При выращивании водорослей необходимо учитывать следующее:

весь цикл выращивания (от споры до товарной продукции) проходит в море;

начальные этапы выращивания осуществляются в регулируемых условиях, а выращивание товарной продукции — в море; выращивание может полностью проводиться в регулируемых

условиях, тогда выращивание водорослей ведется в монокультуре или создаются искусственные системы по выращиванию объектов нескольких трофических уровней, в частности планктонные водоросли — моллюски — агароносные красные водоросли.

Существует несколько методов выращивания водорослей: с использованием в качестве субстрата камней и скал на дне моря; на искусственно созданных рифах; на искусственном субстрате в толще воды; на мягком грунте лагун, прудов и других закрытых водоемов; в специальных искусственных бассейнах, танках, различных емкостях с регулируемыми условиями.

Наибольшее распространение получило выращивание в толще воды на стационарных и буксируемых установках с применением в качестве субстрата веревок, сетей, старых транспортных лент, пожарных шлангов, покрышек и др. Так выращивают бурые, красные и зеленые водоросли. На мягком грунте лагун и в закрытых водоемах выращивают багрянки и особенно неприкрепленные формы грацилярии. В искусственных емкостях с регулируемыми специально подобранными оптимальными условиями выращивают агароносы: грацилярию, эухеуму, хипнею и некоторые другие водоросли, как в монокультуре, так и с объектами других трофических уровней. Этот способ выращивания требует наибольших материальных затрат.

Для увеличения естественной продуктивности прибрежных районов моря особенно большое значение имеет выращивание водорослей на искусственных рифах.

При выращивании водорослей на дне моря на дно вблизи естественных зарослей с учетом господствующих течений сбрасывают камни, на них оседают споры и развиваются водоросли. Для увеличения и ускорения оседания спор на камни собирают спороносящие растения, стимулируют выход спор подсушиванием растений и затапливают их в районе погружения субстрата. Дальнейший процесс зарастания и рост водорослей идет естественным путем.

Мариккультура водорослей имеет существенные преимущества по сравнению с добычей их из естественных зарослей. Выращивать водоросли можно в удобных для эксплуатации районах, в то время как естественные заросли часто расположены в удаленных районах. Добыча на участках естественного произрастания ведется, как правило, ручным способом и возможна только на глубинах до 4 м. Глубже можно работать только с использованием водолазного снаряжения.

Искусственное выращивание водорослей осуществляют в наиболее выгодных с экономической точки зрения районах. При основном способе выращивания в толще воды на искусственных субстратах процесс сбора урожая значительно упрощается. Урожай на подводных плантациях выше, чем в естественных зарослях. Селекционными и генетическими работами можно

создать наиболее качественные формы и увеличить урожайность. Применение ростовых веществ позволяет увеличить урожайность бурых, красных и зеленых водорослей. Появляется возможность выращивать водоросли в промышленных количествах даже за пределами ареала их естественного обитания.

## § 16. ВЫРАЩИВАНИЕ БУРЫХ ВОДОРосЛЕЙ

Бурые водоросли — типично морские растения, в основном обитающие в морях умеренных широт. Они образуют плотные заросли от литорали до глубины 30—50 м. Высота бурых водорослей колеблется от нескольких сантиметров до 60 м. Биомасса их в естественных зарослях обычно составляет 2—10 кг/м<sup>2</sup>, достигая и 100 кг/м<sup>2</sup> (сырая масса). Размножаются бурые водоросли бесполом и половым способом, реже — вегетативно. Наблюдается смена полового и бесполого поколений, имеющих изоморфное или гетероморфное строение. Питание происходит всей поверхностью слоевища.

Основными объектами марикультуры являются ламинариевые: ламинария (*Laminaria*), ундария (*Undaria*), костария (*Costaria*), макроцистис (*Macrocystis*).

Ламинариевые водоросли преимущественно распространены в умеренной зоне, где они произрастают на глубине от 0 до 30 м. Крепятся к твердым грунтам и обитают при разной силе прибой. Ламинариевые достигают 1—10 м в длину, а такие, как макроцистис, — даже 20—60 м. Слоевища ламинариевых водорослей состоят из органа прикрепления — ризоидов или подошвы, черешка-стволика, несущего механическую функцию, и листовой пластины, выполняющей функцию размножения и ассимиляции и на которую приходится основная масса органического вещества. Эти крупные растения являются бесполой стадией развития — спорофитом. Спорофиты ламинариевых живут от нескольких месяцев до нескольких лет, однако отдельные части слоевища, прежде всего ткань пластины, живут всего несколько месяцев. Возраст черешка равен возрасту растения. Рост стволика и пластины проходит в месте их соединения, такой рост называется вставочным (интеркалярным), поэтому наиболее молодые части пластины находятся у ее основания, а наиболее старые — у вершины. От вершины начинается разрушение пластины.

Цикл развития ламинариевых водорослей состоит из нескольких этапов (рис. 25). Крупные слоевища, которые используются и ради которых разводят ламинариевые водоросли, являются бесполой стадией развития — спорофитом, на котором развиваются сорусы спорангиев с зооспорами, которые имеют более темную окраску, чем остальная часть пластины. Зрелые зооспоры величиной 5—10 мкм выходят через вершину спорангия и некоторое время активно передвигаются в воде. Они

имеют грушевидную форму и два боковых жгутика. Период активного движения зооспор зависит как от вида водоросли, физиологического состояния зооспоры, так и от условий окружающей среды, в частности от температуры воды, и колеблется от нескольких минут до 1—2 сут, но чаще длится от 2 до 18 ч. Сначала зооспоры двигаются прямолинейно или волнообразно весьма быстро. Затем скорость движения замедляется, перемещение происходит по кругу, а несколько позже начинается вращение вокруг своей оси и, наконец, зооспоры останавливаются. Происходит прикрепление узким концом к субстрату, они теряют жгутики, округляются, покрываются оболочкой и превращаются в неподвижную эмбриоспору, которая при благоприятных условиях прорастает без периода покоя. Эмбриоспора дает проростковую трубку, в расширенный конец которой перемещается ее содержимое, отделяющееся клеточной перегородкой и превращающееся в первую клетку гаметофита.

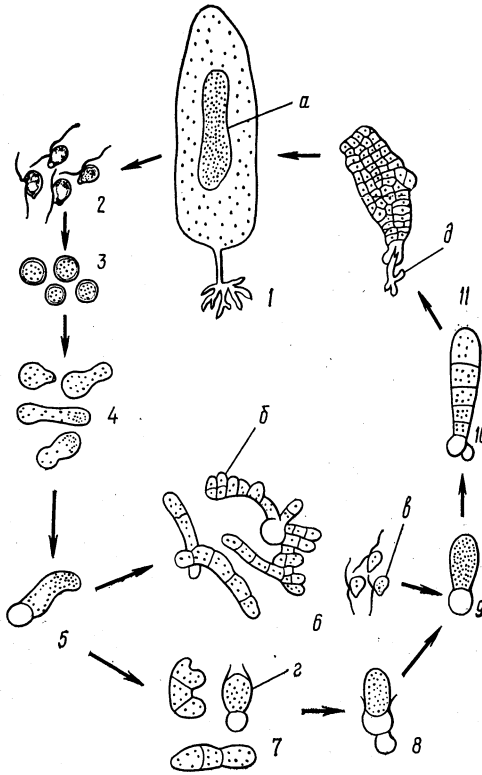


Рис. 25. Цикл развития ламинарии сахаристой (*Laminaria saccharina*):

1 — фертильное слоевище с сорусом спорангиев (а); 2 — зооспоры; 3 — эмбриоспоры; 4 — прорастающие эмбриоспоры; 5 — ранний гаметофит; 6 — мужские гаметофиты; б — антеридий; в — антерозоиды; 7 — женские гаметофиты; 8 — зрелый оогоний; 9 — женские гаметофиты с оплодотворенной яйцеклеткой; 10, 11 — микроскопические спорофиты; д — первичный ризоид

Женские гаметофиты дают начало женскому половому органу — оогонию с яйцеклеткой.

Мужские гаметофиты состоят из большего числа более мелких бледноокрашенных клеток. На мужских гаметофитах развивается по нескольку антеридиев — мужских половых органов, с одним антерозоидом — мужской половой клеткой в каждом антеридии. Яйцеклетка выдвигается из оогония и оплодотворяется антерозоидом. Из оплодотворенной яйцеклетки развивается бесполое поколение — спорофит. Стадия гаметофита — половая стадия при благоприятных условиях

проходит за 10—20 сут. При неблагоприятных условиях гаметофиты или погибают, или развитие их затягивается на год и более. Продолжительность жизни спорофитов — бесполой стадии у разных видов колеблется от нескольких месяцев до нескольких лет. На спорофитах появляются зрелые спорангии с зооспорами, и цикл развития повторяется сначала.

Один и тот же вид в разных частях ареала отличается по срокам созревания спорангиев с зооспорами, по скорости развития и времени появления гаметофитов и спорофитов. Слоевища отличаются по размерам, а также по времени начала развития и отмирания слоевища. Для каждого объекта и района разведения должна быть своя биотехника выращивания. Особенно важно знать сроки появления слоевищ со зрелыми спорангиями, наиболее благоприятную температуру и продолжительность стимулирования выхода зооспор, температуру воды для опосоривания субстратов, густоту посадок, температуру, освещенность, светопериод, состав среды при выращивании микроскопических стадий в регулируемых условиях, сроки пересадки рассады и сбора урожая и ряд других показателей.

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

Район размещения хозяйств должен иметь благоприятные гидрологический и гидрохимический режимы, в частности: быть защищен от наиболее сильных и частых ветров и штормовой волны; должны отсутствовать токсические и другие загрязнители; должен быть хороший водообмен со скоростью течения 0,7 м/с и более; вода должна иметь хорошую прозрачность и высокую соленость. При подборе места для водорослевого хозяйства должны учитываться: наличие значительных акваторий моря с глубинами 10—50 м; наличие места для размещения береговой базы и стоянки судов; наличие песчаных грунтов с небольшим количеством камней.

Для выращивания ламинариевых водорослей применяют

штормоустойчивые конструкции (рис. 26). Каркас носителя, к которому в дальнейшем крепятся выростные субстраты, состоит из горизонтально натянутого основного несущего каната от 50 до 120 м длиной, диаметром 60 мм из синтетических материалов. Натяжение обеспечивается с помощью оттяжек

длиной, в 1,5 раза превышающей глубину расположения плантации, которые крепятся к якорям из бетона массой 1,5—2 т. Горизонтальный канат на определенной глубине поддерживается наплавами от 240 до 360 мм в диаметре. Наплава не должны возвышаться над поверхностью воды более чем на  $\frac{1}{2}$  своего диаметра. Количество наплавов меняется в зависимости от размера и массы выращиваемой водоросли, скорости течения и т. д. Несколько канатов, отстоящих друг от друга на 5—7 м, располагают секциями на площади 1—2 га перпендикулярно к линии берега. В конструкции должна быть предусмотрена возможность регулирования положения каната в пределах от 0,5 до 4 м ниже уровня воды.

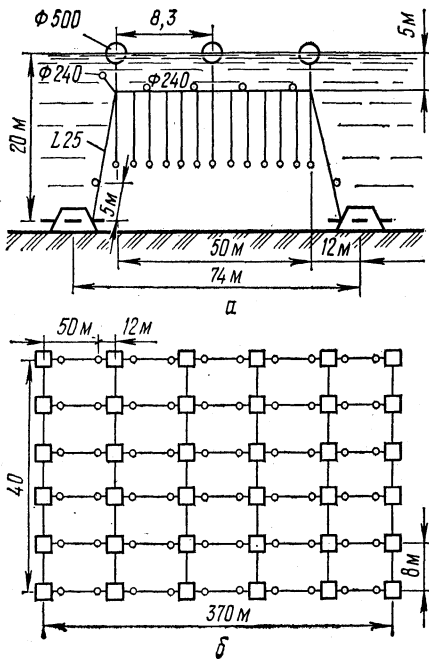


Рис. 26. Секция штормоустойчивой конструкции для выращивания водорослей:  
а — вид сбоку; б — вид сверху

используют капроновые, или из другого материала, веревки длиной 5 м и диаметром 5—12 мм, полосы шириной 2—3 см, длиной 3—5 м, изготовленные из различных материалов, обычно из вышедших из употребления транспортерных лент, пожарных шлангов, покрышек. Перед использованием субстраты в течение 10—14 сут вымачивают в морской воде для удаления вредных веществ и доведения до нейтрального рН, а затем их высушивают для уничтожения спор и личинок морских организмов, осевших на них во время вымачивания. К нижнему концу выростного субстрата привязывают груз массой 0,3—0,5 кг. Общее количество выростных субстратов на площади 1 га достигает 1—3 тыс. шт., а их общая длина составляет 5—15 тыс. м. Размещают выростные субстраты на горизонтальном канате на расстоянии 0,5—2 м друг от друга.

Маточные слоевища для получения жизнеспособных спор заготавливают из естественных зарослей водорослей или со специальных участков плантации, где они выращиваются в разреженных посадках из наиболее крупной жизнеспособной рассады. Собирают маточные слоевища в конце лета и осенью. Берут только цельные, крупные, желательно без обрастаний растения с большими темно-коричневыми спороносными пятнами. Отобранные слоевища складывают на дно лодки или надувного спасательного плотика и накрывают брезентом для предохранения спор от губительного действия прямых солнечных лучей и дождя при транспортировке. Сбор и транспортировка маточных слоевищ не должны превышать 1—2 ч и ведутся рано утром. Маточные слоевища тщательно обмывают морской водой для удаления взвеси и различных посторонних предметов и организмов, развешивают под навесом или в специальном, хорошо проветриваемом помещении. Они не должны соприкасаться друг с другом и находиться под воздействием прямых солнечных лучей и дождя.

Существует два способа стимулирования быстрого единовременного выхода зооспор путем подсушивания. При одном из них процесс подсушивания развешенных слоевищ происходит на воздухе при температуре от 6 до 18 °С в течение 6—18 ч. Ход и качество стимулирования следует контролировать, для этого на спороносные пятна трех растений наносят пипеткой несколько капель морской воды и через 5 мин каплю воды на каждом растении просматривают под микроскопом при увеличении 100×40. Наличие в поле зрения микроскопа 5—10 зооспор свидетельствует об успешном стимулировании, и его можно завершать. Если зооспор в поле зрения нет или они встречаются единично, то следует продолжать стимулирование.

Другой более прогрессивный способ стимулирования быстрого выхода зооспор из спорангиев маточных слоевищ заключается в подсушивании обычно в течение 1—4 ч до исчезновения воды с поверхности слоевищ. После чего слоевища перекалывают газетной или оберточной бумагой, свертывают в рулоны, которые укладывают в картонные коробки, и держат около суток в темноте при температуре 7—15 °С. При этом методе за 30—45 мин происходит выход спор в воду, что уменьшает количество вышедших из спорангиев незрелых зооспор и снижает концентрацию альгиновых кислот, отрицательно влияющих на развитие спор.

Оспоривание субстратов производится в чистых, вымоченных в воде емкостях, специальных бассейнах. Нередко для этих целей применяют корпуса лодок. Имеется три способа оспоривания.

Первый — простимулированные подсушиванием в течение 6—12 ч (развешенные под навесами) маточные слоевища и посадочно-выростные субстраты слоями укладывают в емкости,

заливают фильтрованной морской водой и оставляют в таком виде на сутки.

Второй — простимулированные таким же подсушиванием слоевища помещают в емкости, заливают фильтрованной, стерилизованной нагреванием до 70 °С и охлажденной морской водой на 4—5 ч. Затем слоевища вынимают, полученную суспензию спор фильтруют через двойной слой марли или мелкий мельничный газ. Посадочно-выростные субстраты погружают в суспензию спор, причем разбавлением стерильной морской водой доводят их концентрацию до 5—10 шт. в поле зрения микроскопа при увеличении в 100 раз.

Третий — простимулированные в течение 1—4 ч подсушивая слоевища, переложённые бумагой, свернутые в рулон и оставленные приблизительно на сутки, затем погружают в стерильную морскую воду на 30—60 мин. Полученную суспензию зооспор фильтруют через двойной слой марли или мелкий мельничный газ для удаления сора и слизи. Затем ее аккуратно перемешивают, разводят до концентрации 5—10 зооспор в поле зрения микроскопа при увеличении в 100 раз и в таком образом подготовленную суспензию погружают выростные субстраты.

Процесс оседания зооспор, превращение их в эмбриоспоры и их закрепление на субстрате длится 1—1,5 сут, после чего субстраты с эмбриоспорами со всеми предосторожностями, чтобы не допустить подсыхания и сильной инсоляции, переносят и подвешивают на горизонтальные канаты каркаса установки в море. Развешенные в море субстраты с осевшими спорами и вся установка в целом требуют постоянного наблюдения и ухода. Необходимо следить за сохранностью конструкции, не допускать перепутывания субстратов под влиянием волнений и течений, удалять обрастания, подвязывать или снимать наплава, поднимать или заглублять установку.

Когда спорофиты достигают длины 30—70 см и имеют достаточно хорошо развитые ризоиды, их пересаживают на капроновый сеточник — веревку диаметром 5—12 мм. Чем крупнее рассада и чем лучше у нее развиты ризоиды, тем лучше будет происходить закрепление на выростных субстратах. Наиболее крупная рассада дает наибольшую и лучшую товарную продукцию. Самые крупные экземпляры используются для создания маточников, а мелкая рассада с плохо развитыми ризоидами выбраковывается. Один гектар рассадного участка должен обеспечить рассадой не менее 4—5 га плантаций по выращиванию товарной продукции.

Небольшие пучки рассады, содержащие по 3—4 растения, размещают через каждые 10 см веревки, и, таким образом, на 1 м выростного субстрата помещается 30—40 растений. Пересадкой одновременно занято 2 человека: один раздвигает пряди веревки, другой подбирает пучок рассады и вставляет его между прядями веревки так, чтобы нижняя часть черешка и

ризоиды оказались между прядями, а после сжатия пряди веревки прочно удерживают растения. К месту пересадки, расположенному в специальном помещении или под навесом, рассаду доставляют небольшими партиями, оберегают от солнечного света, пресной воды и высыхания. Период пребывания рассады на берегу без воды не должен превышать 2—4 ч. Веревки с рассадой вывозят на плантацию и привязывают к горизонтальному канату-носителю. Пересадка рассады — это наиболее трудоемкий процесс.

Рассаду выращивают не только в море на плантации, но и в специальных помещениях с регулируемыми условиями. В эти помещения должен иметь доступ солнечный свет и они должны освещаться искусственным светом (люминесцентными лампами, дроссельно-ртутными и др.). В баки объемом около 100 л заливают стерилизованную морскую воду, затем погружают рамки с намотанными на них нитями и осевшими на нити спорами таким образом, чтобы уровень воды был на 10—15 см выше рамок. Баки устанавливают в бассейнах с циркулирующей водой заданной температуры. Для этих целей удобно использовать пресную воду постоянной температуры, получаемую из артезианских скважин. Повышение температуры воды, протекающей через бассейны и омывающей баки, достигается уменьшением скорости тока или с помощью специальных нагревателей. Интенсивность освещения меняется в зависимости от вида водоросли и стадии развития и колеблется в пределах от 500 до 10 тыс. лк. Баки сверху закрывают прозрачной пленкой, которая служит для уменьшения испарения воды и поглощения части ультрафиолетовых лучей, губительно действующих на начальные стадии развития водорослей.

В процессе выращивания нужно постоянно контролировать развитие микроводорослей и бактерий и в случае их появления менять воду в баках. Вода должна интенсивно аэрироваться, особенно на стадии спорофита. В баки подаются питательный раствор солей азота, фосфора, микроэлементы.

После появления на нитях видимой глазом рассады (1—3 мм) нужно ее адаптировать к условиям моря, для чего снижают концентрацию питательных веществ и приближают температуру воды в баках к таковой в море. Далее рамки с рассадой переносят в море, выставляют на 7—10 сут на глубине 4—5 м. После адаптации нити с рассадой небольшими порциями сматывают с рам, разрезают ножницами на кусочки по 3 см длиной и держат в морской воде. Затем их вставляют между прядями веревки через 10—40 см. Пересадку проводят утром, вечером или в пасмурные дни. При применении данного способа выращивания рассада нуждается в прореживании, во время которого избыточные растения пересаживают на другие субстраты.

Товарная продукция ламинариевых водорослей получается

на первом или втором году выращивания в зависимости от вида и способа выращивания. Максимального размера и массы многие ламинариевые водоросли достигают в середине лета, когда их и собирают, а выборочная уборка урожая начинается весной или в начале лета. После сбора водоросли обычно сушат на воздухе или в специальных сушилках, а затем укладывают в тюки.

На ламинариевых водорослях развиваются эпифиты и эпибионты. Особенно сильно они обрастают гидроидами (обелией) и спирорбисом. Большой вред ламинариям приносит брюхоногий моллюск эферия. Были зарегистрированы заболевания, вызванные микроорганизмами и грибом. Основным методом борьбы с ними — это своевременное прореживание посадок, регулирование глубины выращивания. При выращивании ламинариевых водорослей наблюдается ряд физиологических заболеваний. Например, позеленение листовых пластин вызывает высокое содержание органики в местах со слабым течением, в густых посадках в пасмурную погоду. При возникновении этого

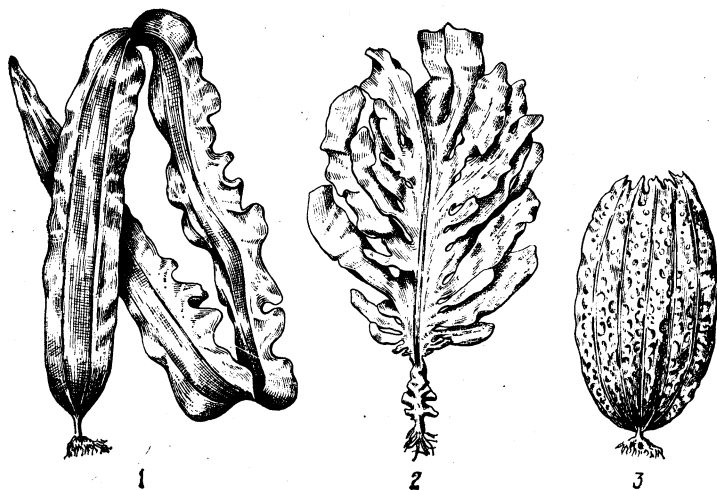


Рис. 27. Бурые водоросли:

1 — ламинария японская (*Lamiparia japonica*); 2 — ундария перисто-надрежная (*Undaria pinnatifida*); 3 — костария ребристая (*Costaria costata*)

заболевания нужно поднять растения к поверхности, очистить их от ила. Побледнение листовых пластин у молодых растений вызывается сильным освещением и недостатком питательных веществ. Болезнь исчезает при заглублении растений и обрезке больших частей. Наблюдается гниение с образованием белых пятен у верхних слоевищ в защищенных местах, которое исчезает при переносе растений в открытое море с более подвижными водами.

Ламинарию японскую (*Laminaria japonica*) искусственно разводят в Японском море на плантациях (рис. 27). Продолжительность жизни ламинарии японской 2 года. Мелководная форма обитает на глубине 0,5—15 м, а глубоководная — на глубине 10—25 м. Время созревания спорангиев, время и скорость разрушения пластины и отмирания всего слоевища у представителей этих форм различны. Чем ниже температура и чем севернее расположен район обитания, тем позже созревают зооспоры и начинают разрушаться пластина и слоевище. В зависимости от условий продолжительность каждой стадии развития также несколько колеблется. В естественных условиях от начала оседания зооспор через развитие гаметофита до появления видимых глазом спорофитов проходит 3—6 мес. Задержка в развитии микроскопических стадий происходит из-за значительных колебаний температуры и дефицита питательных веществ.

Ламинарию японскую выращивают в двухгодичном и одногодичном цикле. При двухгодичном цикле выращивания в августе—октябре из естественных зарослей или среди специально выращенных маточных слоевищ ламинарии японской отбирают крупные, неповрежденные, без обрастаний, с хорошо развитыми сорусами спорангиев слоевища. 1 см<sup>2</sup> репродуктивной ткани продуцирует около 1 млн. зооспор, а одно двухлетнее растение — около 400 млрд. После процесса стимулирования слоевища погружают в воду температурой 12—15 °С. На 1000 поводцов берется 15—20 маточных слоевищ. Происходит быстрый выход зооспор, их оседание и превращение в круглые, покрытые оболочкой, прикрепленные к субстрату эмбриоспоры, которые прорастают без периода покоя.

В Японском море плантации ламинарии японской находятся в разных экологических зонах. Оптимальные сроки оспоривания субстратов колеблются от последней декады сентября до первой декады октября в направлении с юга на север. Для развития гаметофитов наиболее благоприятна глубина 6 м, а для ювенильного спорофита — 2 м. При температуре воды не ниже 8 °С развитие протекает нормально и видимые глазом проростки (спорофиты) появляются в декабре, т. е. через 2,5—3 мес после осадения зооспор. При резком понижении температуры осенью развитие гаметофитов и спорофитов на начальных стадиях запаздывает, часть их отмирает и проростки появляются только весной. В зимне-весенний период спорофиты интенсивно растут, особенно в длину, и достигают к лету 3—4 м. В начале осени на некоторых слоевищах развивается репродуктивная ткань. Пластины начинают разрушаться и разрушаются тем сильнее, чем выше температура воды. С начала осеннего охлаждения воды и в зимне-весенний период на втором году жизни слоевища пластина интенсивно растет и ко времени сбора урожая (июль—август) достигает длины 3—6 м, массы

750—1000 г. В сентябре—октябре на двухлетних слоевищах развивается репродуктивная ткань, после чего слоевища полностью разрушаются.

В Японском море потеря слоевищ за весь период выращивания составляет в среднем 60 %, выход товарной ламинарии составляет 12 экз./м поводца, средняя масса одного слоевища — 0,6 кг, масса слоевищ с 1 поводца — 40 кг, урожай — 80 т/га сырой массы.

В отличие от двухгодичного культивирования, повторяющего естественный цикл развития ламинарии японской, одногодичное культивирование основано на ряде принципиальных изменений в ее жизненном цикле. При таком выращивании необходимо получать зооспоры в более ранние сроки, что достигается отбором наиболее крупных с короткими черешками слоевищ. Способные к раннему спорообразованию растения выращивают в специальном режиме с освещением и подкармливанием солями азота и фосфора, с тем чтобы обеспечить накопление необходимого количества аминокислот, способствующих развитию репродуктивной ткани. При форсированном выращивании развитие всех стадий гаметофита протекает за 15 сут и видимые глазом спорофиты образуются за 1,5 мес к октябрю, в то время как в природных условиях это происходит за 3—4 мес. В октябре проростки спорофитов выставляют в море. В сентябре следующего года, т. е. в возрасте 11 мес, они достигают длины 3—4 м и массы 0,4—0,9 кг, урожай — 80—100 т/га сырой массы. Выращенные однолетние слоевища пригодны для использования как в пищу, так и для получения альгинатов. При одногодичном культивировании ламинарии японской производительность водорослеводческих хозяйств значительно возрастает.

Ламинария сахаристая (*Laminaria saccharina*) обитает у берегов Северо-Западной Европы, в Белом, Баренцевом морях. Она быстро растет, достигает 2—3 м длины, имеет короткий жизненный цикл. Обитает при солености 24—35 ‰, от нижней литорали до 10—15 м глубины, в бухтах и заливах, защищенных от прибойной волны, что облегчает работу на плантациях и снижает затраты на создание штормоустойчивых установок. Биомасса составляет 2—15 кг/м<sup>2</sup>. Наилучший рост и наибольшая биомасса отмечены при хорошем водообмене.

В естественных зарослях молодые спорофиты отмечены с ранней весны до поздней осени. Скорость роста спорофитов варьирует в зависимости от сезона, условий обитания, возраста растений и имеет значительные индивидуальные различия, а продолжительность жизни спорофитов 3—5 лет. На втором и третьем году жизни черешок достигает длины 50—60 см и массы 30—60 г. Рост новой листовой пластины начинается на втором году жизни, а у растений более старших возрастов в январе. В период с февраля до июля—августа процесс роста

преобладает над процессами разрушения и происходит увеличение массы пластины и всего растения в целом. В осенне-зимний период преобладает процесс разрушения, длина и масса уменьшаются. С возрастом интенсифицируется рост пластины в толщину и ширину. Зрелые спорангии появляются в осенне-зимний период у растений в возрасте 8—12 мес, а у более старших особей они развиваются преимущественно в июле—сентябре, хотя отдельные слоевища со зрелыми спорангиями можно встретить в течение всего года. Чем крупнее растение, тем больше вероятность появления на нем сорусов спорангиев. Спорангии развиваются с обеих сторон пластины в ее верхней части. Зрелые спорангии имеют длину 60—65 мкм, а размер энергично передвигающихся зооспор 7 мкм.

Ламинарию сахаристую, обитающую в Белом и Баренцевом морях, выращивают в течение 2 лет тем же способом, что и ламинарию японскую. В этих морях сбор маточных слоевищ ламинарии сахаристой, стимулирование выхода зооспор, опосредованное субстратов проводят в конце августа—сентябре при температуре 7—15 °С. Молодые спорофиты появляются в конце марта—мае следующего года. Выростные субстраты, выставленные в море, сильно обрастают гидроидами и диатомовыми водорослями, что затрудняет и угнетает развитие гаметофитов и спорофитов на начальных стадиях. Размер спорофитов к концу лета в значительной мере зависит от густоты посадки, которая обычно составляет 150—200 экз./м выростного субстрата. Пересадку рассады проводят в июле—августе по достижении растениями длины 30—70 см. Период выращивания товарной ламинарии составляет 16—17 мес с момента появления молодых спорофитов или 2 года после постановки оспоренных субстратов. Средняя длина листовой пластины достигает 150—200 см, масса — 400—500 г, общая масса — 5—10 кг/м поводца и более, урожай — 50—100 т/га сырой массы. Собирают урожай в июле, так как до этого времени происходит интенсивный рост пластины и биомассы, а уже в августе—сентябре в результате массового развития гидроидов ламинария теряет товарный вид.

Очень трудно при развитии в море начальных стадий (гаметофита и микроскопического спорофита) ламинарии сахаристой получить качественный посадочный материал. Для полного обеспечения плантаций рассадой и для сокращения сроков прохождения начальных стадий до 1,5—2 мес необходимо ламинарию сахаристую на этих стадиях выращивать в регулируемых условиях при оптимальных освещенности, температуре, плотности посадки, концентрации питательных веществ, прежде всего азота и фосфора. Развитие гаметофита и спорофита на начальной стадии должно идти при температуре 8—10 °С. Оптимальной для развития гаметофитов является освещенность в 750 лк, а для микроскопического спорофита — 1500—3000 лк. Концентрация азота и фосфора должна составлять соответст-

венно 1,5—3 и 0,25 мг/л и быть в 15—20 раз выше, чем в морской воде.

Костария ребристая (*Costaria costata*) является перспективным видом марикультуры на Дальнем Востоке. Костария содержит 27—31 % альгиновой кислоты, 18—25 % альгината натрия, 14—16 % маннита (от сухой массы). Она растет на твердых грунтах, раковинах, а также на других водорослях на глубине 0,5—20 м. На плантациях, где ведется выращивание ламинарии японской, костария рассматривается как сорняк. Это однолетнее растение с коротким вегетационным периодом, ее слоевища — спорофиты появляются в Японском море в конце ноября — начале декабря, достигая максимальных размеров в первой половине лета. Наиболее активно рост идет с января по апрель. В Японском море и у Курильских островов средняя масса слоевища в период максимального развития составляет 240 г, а длина — 150—160 см. Спорангии появляются в мае—июне, спороносные пятна занимают не более  $\frac{1}{3}$  площади пластины. В заливе Петра Великого слоевища разрушаются в конце июля — начале августа, в северных районах несколько позже — в сентябре—октябре.

Выращивание костарии одногодичное, осуществляется по той же схеме, что и ламинарий, изменяются только сроки этапов в соответствии с особенностями биологии этого вида. Урожайность достигает 60—70 т/га.

Ундария перистонадрезанную (*Undaria*), или по-японски вакаме, выращивают в основном в Японии, где она является одним из важнейших пищевых продуктов. Ундария — относительно холодноводная водоросль, и у южного побережья Хонсю ее выращивают зимой при температуре ниже 22 °С. Культивирование спорофитов ведется на камнях или специальных блоках, а также на веревках. В первом случае там, где есть естественные заросли ундарии, к камням или специальным бетонным блокам, опущенным на дно, прикрепляются зооспоры и в дальнейшем развиваются спорофиты. Обросшие ундарией блоки переносят в новые местообитания для создания дополнительных зарослей.

Метод выращивания ундарии на веревках похож на таковой при выращивании ламинарий. Веревки или шпагат, а также фертильные слоевища погружают в танки и заливают фильтрованной стерильной морской водой. Оспоривание проводят в апреле—мае. Оптимальная плотность посадки 100 спор на 1 мм<sup>2</sup> субстрата, так как при более плотном оседании спор обычно развиваются грибковые и бактериальные заболевания. Субстраты со спорами наматывают на рамы и помещают в танки с морской водой до сентября—ноября. Отрезки субстрата со спорофитами вылетают в ростовые субстраты длиной по 3 м. Последние привязывают к каркасу плантации или бамбуковым плотам размером 3,6×1,8 м. Плоты в период выращивания

удерживают на глубине 6 м. Рассадку получают в середине или конце зимы. С одного бамбукового плота снимают около 1 т сырой ундарии. Сбор урожая ундарии производится ранней весной.

Ундарию и устрицу выращивают в сходных местообитаниях, поэтому существует конкуренция за места выращивания этих двух объектов марикультуры.



Рис. 28. Макроцистис (*Macrocystis pyrifera*)

Макроцистис пирифера (*Macrocystis pyrifera*), или гигантский келп, обитает в Северном полушарии от Южного побережья Аляски до Калифорнии (рис. 28). Водоросли растут на скалистых и каменистых грунтах на глубине 20—30 м. Это наиболее крупные растения среди морской растительности, достигающие длины 60 м и обладающие высоким темпом роста — 0,6 м за сутки.

Слоевница крепятся к грунту ризоидами. Ствол имеет несколько длинных ветвей, на которых находится большое количество однолетних листовых пластин длиной 1 м и шириной

20 см с грушевидными пузырями в основании. Само растение многолетнее, но его ветви с листовидными пластинами однолетние. Спорангии образуются на нижних пластинах — спорофиллах. Цикл жизни, чередование гетероморфных гаметофита и спорофита, способы размножения такие же, как и у других бурых водорослей.

При выращивании макроцистиса выращенную рассаду укрепляют на сетке из искусственных волокон и погружают на глубину 12—24 м. Для обогащения поверхностных вод биогенами и улучшения роста макроцистиса желательно поднимать глубинные, обогащенные биогенами воды в верхние горизонты. На площади 1 га размещают около 1 тыс. растений, которые дают 300—500 т сырой массы в год. Собирают водоросли со специальных судов, срезающих и собирающих верхние части растений.

## § 17. ВЫРАЩИВАНИЕ КРАСНЫХ ВОДРОСЛЕЙ

Красные водоросли, или багрянки (*Rhodophyta*), окрашенные за счет содержащихся в них пигментов — красного фикоэритрина и синего фикоцина, широко распространены во всех морях от зоны прилива и отлива до глубины 50—100 м. Красные водоросли относительно невелики — от нескольких сантиметров до 2 м. Биомасса красных водорослей в естественных зарослях составляет десятки или даже сотни граммов на 1 м<sup>2</sup>.

Размножаются красные водоросли вегетативно, бесполом и половым способами. В цикле их развития имеет место смена изоморфных и гетероморфных (полового и бесполового) поколений.

Объектами культивирования для получения желирующих веществ и пищевых целей являются несколько видов порфиры, грацилярии и эухеумы, реже анфельция, хондрус, гелидиум, фурцеллярия, хипнея, глойопелтис, родимения и другие виды.

Порфира (*Porphyra*) имеет гаметофит (половое поколение) и спорофит (бесполое поколение) разного строения (рис. 29). Слоевища гаметофита пластинчатые, состоят из 1—2 рядов клеточек, достигают в длину нескольких десятков сантиметров, чаще 20—30 см. Пластина гладкая, с ровными или складчатыми краями, в основании сужается и переходит в маленький стебелек и подошву. Спорофиты (фаза конхоцелис) нитевидные, обитают на известковых раковинах моллюсков. На одном и том же слоевище гаметофита при половом размножении отдельные клетки образуют половые органы — сперматангии (мужские) и карпогоны (женские), в которых развиваются спермации (мужские половые клетки) и карпоспоры (женские половые клетки). Бесполое размножение осуществляется при помощи моноспор. Порфира среди красных водорослей занимает одно из первых мест по объему выращивания. В ней со-

содержатся до 40 % белка (от сухой массы), витамины и ценные для человека микроэлементы. Культивируют ее в странах Юго-Восточной Азии и других странах.

В Японии субстратом для выращивания порфиры служат сети из синтетических материалов длиной 15—45 м и шириной 1,2—2,4 м, с ячеей 15×15 см, натянутые на бамбуковые рамы.

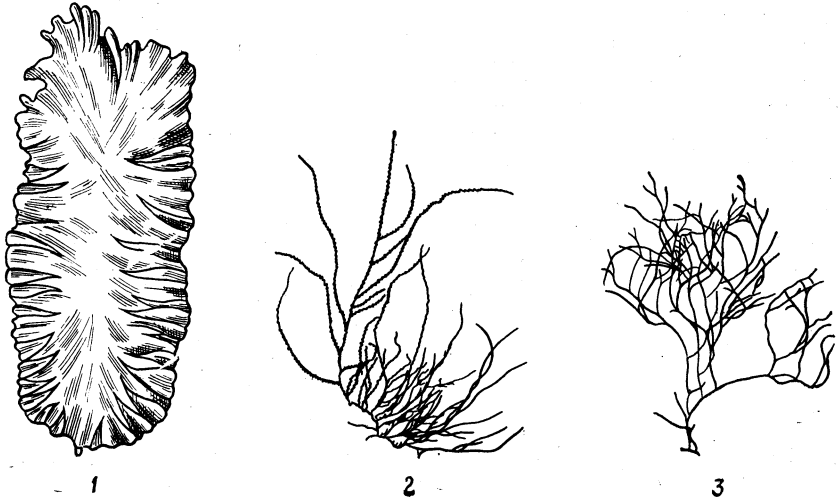


Рис. 29. Красные водоросли:

1 — порфира (*Porphyrta* sp.); 2 — грацилярия бородавчатая (*Gracilaria verrucosa*); 3 — анфельтия (*Ahnfeltia tobachiensis*)

Рамы в горизонтальном положении крепят на вбитые в дно шесты с таким расчетом, чтобы в прилив они затоплялись, а в отлив обсыхали, или сооружаются установки полуплавающего или плавающего типа (рис. 30).

Для сбора посадочного материала в естественных зарослях или искусственных посадках порфиры устанавливают коллекторы — связки раковин устриц, морского гребешка и других моллюсков, или виниловые пленки, покрытые кальциевыми гранулами. Слоевища порфиры (гаметофиты) в период размножения (январь—апрель) освобождают карпоспоры, которые оседают на коллекторах. В море рост нитевидных конхоцелис, развивающихся из оплодотворенных карпоспор, начинается в марте—апреле, когда температура воды достаточна для их роста. Коллекторы переносят в бассейны с фильтрованной стерильной морской водой. Для улучшения роста конхоцелиса в воду добавляют соли азота, фосфора, микроэлементы. В бассейнах конхоцелисы выращивают с зимы до сентября. В оптимальных условиях конхоцелис заканчивает развитие за 50—60 сут. Нитевидная стадия длится 20—26 сут, формирование спорангиаль-

ных ветвей — 18—38 сут при температуре 20—25 °С. Стадия конхоспор длится 1—7 сут при температуре 15—20 °С. Оптимальная освещенность для развития различных фаз конхоцелисы 1500—6000 лк. На каждой раковине площадью 40 см<sup>2</sup> с конхоцелисами развивается 10 млн. конхоспор. В сентябре коллек-

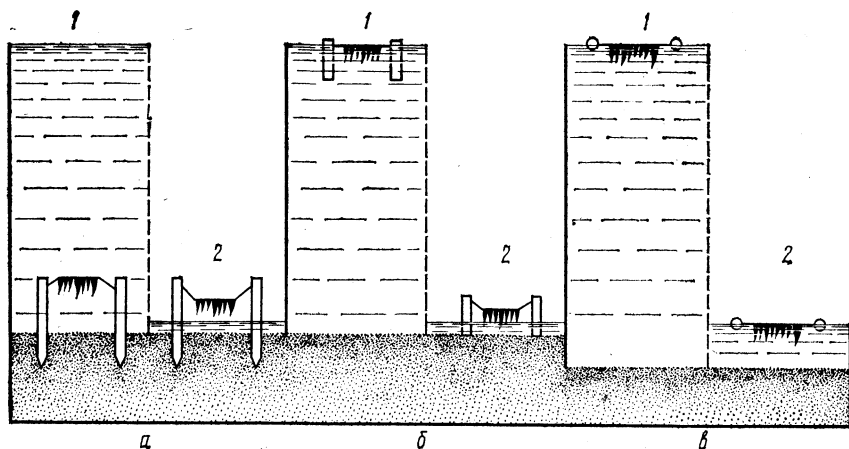


Рис. 30. Установки для культивирования порфиры:

а — стационарная; б — полуплавающая; в — плавающая; 1 — полная вода (прилив); 2 — малая вода (отлив)

торы с конхоцелисами переносят в море или специальные бассейны, где они при понижении температуры воды до 21—22 °С и ниже продуцируют конхоспоры.

В море или бассейнах размещают предварительно вымоченные в морской воде сети и туда же помещают коллекторы с конхоцелисом, продуцирующим зрелые конхоспоры. Оптимальное количество осевших на сети конхоспор равно 5—10 экз. в поле зрения микроскопа при увеличении в 100 раз. Конхоспоры закрепляются на сетях через 1—2 ч. Максимальное количество конхоспор прикрепляется при освещенности 2500—5000 лк и снижается при более слабой или более интенсивной освещенности. После закрепления конхоспор сети в сентябре—октябре при температуре ниже 22 °С переносят в море для выращивания растений до товарной массы. Сети ставят на 10 см выше, а после декабря опускают на 20 см ниже среднего уровня моря, и во время отлива они на 4—4,5 ч остаются сухими. На 10 см сети прикрепляются по 1—2 тыс. растений. Слоевища товарной порфиры лучше растут при температуре 17—20 °С, пониженной солености и большом количестве питательных веществ, т. е. в прибрежной полосе около устья рек. Через 50—60 сут талломы водорослей достигают 15—20 см в длину, и тогда снимают первый урожай. За период с ноября—декабря

по март собирают 2—4 урожая, или по 35—105 кг сырых водорослей с каждой сети размером 18×2 м.

Некоторые сети с проростками упаковывают в полиэтиленовые мешки и замораживают при температуре минус 20—минус 25 °С. По мере необходимости эти сети выставляют в море.

Урожай порфиры собирают с помощью стригущих механизмов или вакуумного насоса. Талломы сразу промывают сначала морской, потом пресной водой. Их обсушивают, подают на машины для изготовления специальных брикетов — листов, которые затем досушивают в сушилках.

Выращивание порфиры сопровождается двумя серьезными грибковыми заболеваниями: красной гнилью и хитридиевой болезнью. Причиной первого заболевания является грибок *Rythium porrhugae*. Болезнь развивается на листовых талломах порфиры, но отсутствует на фазе конхоцелиса. Заболевание передается через споры при температуре 24—28 °С, низкой солености и густых посадках. На листовых пластинах порфиры образуются пятна со светло-зеленой серединой. Красную гниль лечат или предупреждают это заболевание обработкой слоевищ в течение 12—23 ч аминокислотами — гистидином, метионином, тирозином.

Конхоцелис поражается заболеванием «желтая пятнистость». Это заболевание вызывается повышенными (1,25 г/л и более) концентрациями растворенного органического вещества (РОВ), выделяемого слоевищами порфиры, а также высоким содержанием  $\text{NO}_3^-$  (100 мг·атом/л и более). Симптомы болезни исчезают при снижении концентрации РОВ и  $\text{NO}_3^-$  и значительно усиливаются при повышении. Симптомы болезни отсутствуют при рН 5 и сохраняются в щелочной среде.

Хотя выращивание порфиры уже давно поставлено на промышленную основу, исследования по совершенствованию этого процесса продолжаются. Особенно много делается в области гибридизации, по созданию искусственных сред для выращивания порфиры на стадии конхоцелиса, изучаются ее болезни и возможность сохранения зрелых талломов в живом состоянии в течение круглого года. Ведутся работы по выращиванию порфиры из спор до товарного размера в искусственных условиях при продувке среды воздухом, обогащенным на 0,1—0,15 %  $\text{CO}_2$ , при температуре 11—18 °С, освещении флюоресцентными лампами, что приводит к значительному увеличению урожайности. Проводятся опыты по получению конхоцелиса в течение круглого года. Для этого талломы высушивают до влажности 20—30 % и сохраняют в течение 6 мес при температуре 12 °С. После погружения талломов в воду при 22 °С и освещении образуются, выходят в воду, прорастают карпоспоры и начинают развиваться конхоцелисы.

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

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

Известны две формы грацилярии: прикрепленная (Японское море) и неприкрепленная (Черное море). Неприкрепленная форма грацилярии обычно стерильна и размножается только вегетативно. В цикле развития прикрепленной грацилярии про-

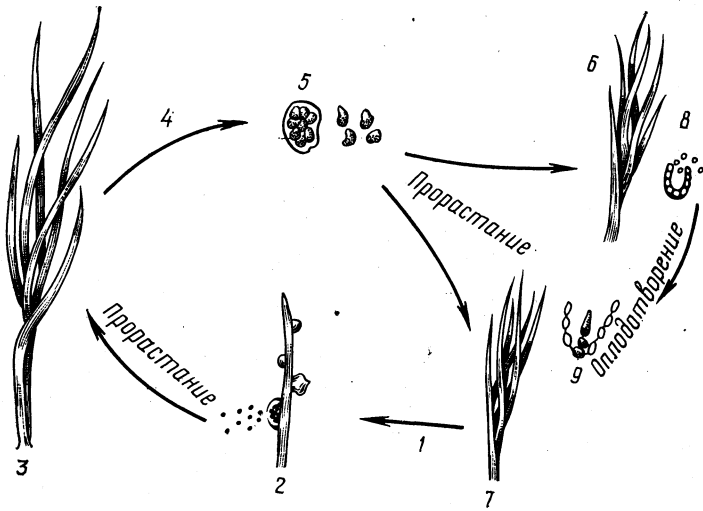


Рис. 31. Цикл развития грацилярии:

- 1 — карпоспорофит; 2 — карпоспоры; 3 — тетраспорофит; 4 — мейоз;  
5 — тетраспорангии; 6 — мужской гаметофит; 7 — женский гаметофит;  
8 — антеридии; 9 — карпогоний

исходит чередование изоморфных генераций: гаметофита и спорофита, размножение половое, бесполое, вегетативное. В Японском море в естественной популяции грацилярии одновременно присутствуют мужские гаметофиты, карпоспорофит, развивающийся на женском гаметофите, и тетраспорофит (бесполое поколение, образующее тетраспоры). В мае на женском гаметофите развивается карпоспорофит, представленный цистокарпом (женским половым органом) с диплоидными карпоспорами (рис. 31).

Прикрепленная форма грацилярии обладает высоким потенциалом размножения. В одном цистокарпе образуется от 200 до 2000 карпоспор, или 1,5 млн. карпоспор на 1 г слоевища грацилярии. Карпоспоры прорастают в бесполой генерации — тетраспорофит с гаплоидными тетраспорами. Тетраспоры прорастают в мужские и женские гаметофиты, на которых развиваются половые клетки антеридии и карпогонии, после оплодотворения цикл повторяется. Растения мужских гаметофитов более мелкие, чем карпоспорофиты. В популяции преобладают тетраспорофиты. Созревание половых и бесполов клеток растянуто по времени, поэтому трудно установить границу между весенне-летним и осенним поколениями. Первое поколение грацилярии в Японском море появляется в апреле из спор перезимовавших растений. Растения в период своего максимального развития достигают в длину 0,6—1 м. Весеннее поколение начинает отмирать в августе, а в конце сентября появляется второе поколение, часть которого зимует. В Японском море оптимальные условия для роста и развития грацилярии следующие: температура 15—25 °С, глубина около 1 м, соленость 25—29 ‰. Масса грацилярии при высокой температуре возрастает на 15—20 % в сутки, а при 15 °С слоевища увеличиваются в длину на 2,4—5 см в неделю.

Культивирование грацилярий неприкрепленной формы ведут тремя способами:

- первый — на дне мелководных, хорошо прогреваемых лагун и искусственно вырытых прудов;
- второй — на сетях и веревках в толще воды;
- третий — в специальных емкостях в строго регулируемых условиях.

При выращивании грацилярии в прудах и лагунах оптимальная соленость 25 ‰ и температура 20—25 °С. В прудах меняют воду для поддержания необходимой солености, уровня питательных веществ, температуры, вносят азотные, фосфорные и органические удобрения. Иногда лежащие на дне неприкрепленные растения прикрывают сверху старыми сетями, чтобы они не перемещались и не сбивались в кучу. Важной проблемой при культивировании грацилярии и других агароносов является борьба с обрастаниями. Для борьбы с ними в пруды запускают некоторые виды рыб, которые поедают эти обрастания. Затем этих рыб из пруда удаляют, иначе они уничтожат и разводимые виды водорослей. Грацилярию можно выращивать в монокультуре или поликультуре с креветками и крабами. Урожай достигает 3—10 т/га сухой водоросли. При выращивании грацилярии на веревках и сетях пучки растений вплетают в них. Сети и веревки с вплетенными растениями располагают в толще воды на глубине 0,5—1 м. Урожай достигает 3,5 кг сырой водоросли в год с 1 м веревки. При выращивании в емкостях в регулируемых условиях при плотности посадки 2—3 кг сырой водоросли

на 1 м<sup>2</sup> можно получить урожай до 24 т/га сухой грацилярии в год.

Одной из основных проблем выращивания грацилярии в Японском море является получение посадочного материала. Естественные заросли грацилярии там малочисленны и не могут обеспечить промышленное культивирование этого вида посадочным материалом при вегетативном размножении.

В Черном море в толще воды на веревочных субстратах грацилярия растет круглогодично, максимальный рост приходится на август—октябрь. Фитомасса грацилярии сохраняется на поводце только в течение 3 мес роста, после чего, если ее не срезать, она обрывается под собственной тяжестью.

Анфельция (*Ahnfeltia*) является промысловым видом в морях СССР, где обитает два вида анфельции: в Белом море *Ahnfeltia plicata* (прикрепленная форма); дальневосточных морях *Ahnfeltia tobuchiensis* (неприкрепленная форма).

Анфельция—это многолетняя водоросль, живущая 7—10 лет. Длина слоевища 7—25 см, ветви цилиндрические, хрящевидные, ветвление неправильное, или дихотомическое.

Неприкрепленная форма анфельции образует пласт на песчано-илистых грунтах при течении 8—16 см/с на глубине 2—38 м в бухтах залива Петра Великого (Японское море), лагуне Буссе (о-в Сахалин) и заливе Измена (Южные Курильские острова). Размножение вегетативное. Биомасса колеблется от 0,1 до 22 кг/м<sup>2</sup>, высота пласта от 5 до 40 см. Общие запасы анфельции на Дальнем Востоке составляют 125 тыс. т.

Прикрепленная форма анфельции, обитающая в Белом море, прикрепляется к твердым грунтам с помощью подошвы на глубине 1—5 м. Размножение вегетативное и моноспорами. Биомасса 1—5 кг/м<sup>2</sup>, общие запасы 3 тыс. т.

При выращивании в море неприкрепленной формы анфельции ее подсевают на участки пласта, сильно нарушенные промыслом, а также создают новый пласт в местах с условиями окружающей среды, благоприятными для развития этой формы анфельции. Анфельцию, собранную с пласта, подсевали в количестве 250—300 г/м<sup>2</sup> в местах создания нового пласта или восстановления уже существующего. Однако создать новый пласт или существенно увеличить биомассу на обловленном пласте очень трудно.

Эухеума довольно широко культивируется на Филиппинах. Фермы располагают среди рифов, на мелководьях, защищенных от штормов, но при наличии хороших течений. Эухеуму выращивают на нейлоновых сетях размером 2,5×0,5 м с ячеей 30 см. Сети устанавливают горизонтально в 0,6—1,5 см от дна в квадратный отлив. На площади 1 га размещают 800 сетей, к которым прикрепляют 100 тыс. пучков растений, масса которых по 200 г. За 1 ч опытный рабочий засаживает 2—3 сети. Ухаживая за плантацией, удаляют обрастания и хищников, прежде всего морских ежей. Собирают урожай через 2 мес после посадки, когда пучок растений достигает массы

800 г. Получают 4 урожая в год общей массой 13 т/га сухой водоросли, а на экспериментальных фермах — до 30 т/га.

Другой вид эucheумы (*Eucheuma musciformis*) выращивают в США в бассейнах. Максимальный прирост массы 20—31 % в сутки достигается при густоте посадки 12,2 кг/м<sup>2</sup>. Расчеты показывают, что для получения 1000 т в год сухих водорослей площадь бассейнов должна составлять 10 га, а общая площадь территории — 24 га.

В водах Балтийского моря ведутся работы по разведению агароносной водоросли фуруцеллярии. Для этого строят искусственные рифы и устанавливают в море твердые субстраты на глубине 8—15 м.

Искусственное разведение гдвойопелтиса проводят в Японии. Выход спор у этого вида в массовом количестве наблюдается в начале прилива. Споры оседают и незамедлительно прикрепляются к субстрату, в том числе и к искусственному. Спороносящие растения помещают в бассейны с морской водой и с искусственным субстратом, после чего субстраты с осевшими на них спорами выставляют в море. При другом способе собранные спороносящие растения помещают в бассейны с морской водой, а после выхода спор воду выливают перед приливом на камни на месте будущей плантации. Во всех случаях водоросли предварительно слегка подсушивают для стимулирования быстрого выхода спор. Споры прикрепляются через 1 мин после контакта с субстратом.

## § 18. ВЫРАЩИВАНИЕ ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

Зеленые водоросли (*Chlorophyta*) содержат в хлоропластах только зеленый пигмент хлорофилл. Они широко распространены во всех морях и океанах в супралиторали, литорали и сублиторали до глубины 20—30 м. Размеры зеленых водорослей колеблются от нескольких сантиметров до 1 м и более. Их биомасса обычно составляет сотни граммов на 1 м<sup>2</sup>, но может достигать и нескольких килограммов. Размножение вегетативное, бесполое и половое.

Зеленые водоросли разводят преимущественно в странах Юго-Восточной Азии и используют в пищу, так как они содержат до 26 % белка. Их используют в качестве удобрений и для очистки сточных вод, в том числе и от тяжелых металлов. Главными объектами культивирования среди зеленых водорослей являются монострома (*Monostroma*), ульва (*Ulva*), энтероморфа (*Enteromorpha*), каулерпа (*Caulerpa*), кладофора (*Cladophora*) и др. (рис. 32).

При культивировании зе-



Рис. 32. Зеленые водоросли:

1 — ульва (*Ulva*); 2 — энтероморфа (*Enteromorpha*)

ленных водорослей используют сети, устанавливаемые в литоральной зоне и на мелководных участках морей (эстуариях, устьях рек и др.).

Зеленые водоросли выращивают самостоятельно или совместно с порфирой. С одной сети размером 18×2 м снимают три урожая в год, а всего около 26 кг сырых зеленых водорослей.

## **Часть III**

### **ПРОБЛЕМЫ, СОПРЯЖЕННЫЕ С РАЗВИТИЕМ МОРСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ**

#### **Глава 7**

#### **РОЛЬ АККЛИМАТИЗАНТОВ В ЭКОСИСТЕМАХ И АКВАКУЛЬТУРЕ**

В нашей стране много различных водоемов, в которых обитают разнообразные гидробионты. Многие водоемы по историческим причинам оказались в экологической или физической изоляции, и их население обеднено, а кормовая база используется не полностью. Кроме этого, постоянно сокращаются и ухудшаются нерестилища и пастбища, усиливается эксплуатация ценных видов рыб и других животных. Во внутренних и окраинных морях, в водохранилищах и озерах преобладают короткоциклические, тугорослые, однако массовые рыбы пониженной пищевой ценности. Вследствие этого потенциальные кормовые ресурсы водоемов используются интенсивно, но нерационально, а качество и ценность промысловой продукции снижаются. В связи с этим основным направлением развития рыбного хозяйства страны являются интенсификация и создание управляемых хозяйств. Необходимо регулировать промысел естественных популяций, проводить мелиорацию нерестилищ для ценных видов, решать вопросы воспроизводства и культивирования ценных местных видов и акклиматизантов, а также формировать нужную кормовую и промысловую фауну и флору. Целенаправленное изменение численности и состава населения водных бассейнов, а также повышение их продуктивности путем вселения и культивирования кормовых и промысловых объектов дают положительные результаты.

В настоящее время разработаны основы теории акклиматизации водных организмов.

## § 19. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ АККЛИМАТИЗАЦИИ

Акклиматизация — это процесс приспособления интродуцированных особей и их потомства к новым условиям, а также формирования новой популяции вида в условиях среды, отличающихся от материнского водоема. В результате у акклиматизанта возникают морфофизиологические, а в водоеме — биоценогические изменения. Первый этап процесса акклиматизации или культивирования нового объекта — интродукция.

Интродукция — перенос, переселение водных организмов с целью введения их в новую климатическую зону, область, водоем, биотоп или аквакультуру. Акклиматизацию проводят в хозяйственных, эстетических и других целях.

Хозяйственная (утилитарная) акклиматизация занимается переселением животных и растений с намерением использовать их в двух важнейших направлениях: для создания самовоспроизводящего стада и новой популяции в водоеме (промыслово-хозяйственная форма эксплуатации); для введения в аква- и марикультуру (интенсивно-хозяйственная форма эксплуатации). В первом случае акклиматизант становится составной частью биоценозов и экологических систем в районах его вселения — натурализуется. Успех акклиматизации оценивается по биологическим (выживание и формирование популяции) и хозяйственным (промысловой численности) показателям. Во втором случае акклиматизант входит в фонд культивируемых объектов и успех переселения оценивается по технологичности и качеству получаемого продукта. Но при этом часто происходит полная акклиматизация — натурализации не происходит по причинам несовместимости требований особи на каком-либо этапе жизненного цикла и условий среды в заселяемом водоеме. Тогда возможна поэтапная акклиматизация. Особи на разных этапах развития предъявляют особые требования к среде. Наиболее чувствительны к ее изменению гидробионты на ранних стадиях развития (эмбрионы, личинки, молодь). В некоторых случаях эти этапы развития интродуцента не обеспечиваются в естественных условиях заселяемого водоема, в одних случаях нет условий для размножения, хотя имеются пастбища и все условия для созревания взрослых особей. Так, для большинства наиболее ценных переселенцев проходных рыб (лососевые, осетровые, окуневые) и некоторых морских беспозвоночных (устрицы, ракообразные) не имелось условий для нереста в новых районах и без вмешательства человека переселенец не выживал. Поэтому возникла необходимость в работах по рыбоводному освоению акклиматизантов и поэтапному их культивированию. В других случаях рыбы и другие организмы находят благоприятные условия в естественных водах для размножения (кефали, дорада, некоторые креветки, устрицы, мидии и др.), но лучший нагул молоди и рост обеспечиваются на полигонах,

в питомниках, прудах, лагунах, лиманах, садках. Форма поэтапной акклиматизации приобретает все большее значение при акклиматизации и культивировании особо ценных рыб и беспозвоночных, не имеющих условий для размножения в естественных водоемах. Одной из форм поэтапной акклиматизации является зарыбление — товарное выращивание рыб, когда в апробированный водоем регулярно выпускают (интродуцируют) молодь одного и того же вида для последующего нагула и роста. Систематические работы по зарыблению водоемов называют трансплантацией.

Под аутоакклиматизацией понимают самостоятельное (спонтанное), стихийное вселение водных организмов в новую для них область, водоем, зону с последующей их акклиматизацией и натурализацией.

В соответствии с приведенными понятиями, часто употребляют и их производные: рекруты — гидробионты, предназначенные для переселения; интродуценты — переселенцы; акклиматизанты — формы, акклиматизировавшиеся в новом водоеме; интродукторы — специалисты, занимающиеся биотехникой переселения; акклиматизаторы — специалисты по вопросам акклиматизации; маточный водоем (донор) — исходный, естественный водоем переселенца; реципиент — заселяемый водоем.

В процессе акклиматизации вселенные виды проходят пять фаз.

I — выживание переселенных особей в новых для них условиях, когда происходит физиологическая адаптация — привыкание особей к новой среде. На этой фазе определяется только возможность поэтапной акклиматизации и использования переселенцев для нагула или культуры.

II — размножение вселенных особей, начало накопления численности и формирования популяции. Определяется возможность использовать вселенца и для формирования маточного стада и получения полноценных половых продуктов.

III — акклиматизанты достигают максимальной численности, т. е. взрыв численности новой популяции, когда переселенец в новом водоеме не ограничен кормами и еще не имеет врагов и конкурентов.

IV — снижение численности, установление размаха колебаний численности и изменчивости новой популяции в результате обострения противоречий с биологической средой (влияние врагов, конкурентов, промысла).

V — натурализация акклиматизанта. Натурализация — конечная фаза процесса акклиматизации, когда вселенец приспособился к новым условиям, определились его ниша и взаимоотношения с аборигенами и выявились возможности и масштабы его использования в кормовых или промысловых целях.

При выборе объекта для натурализации или поэтапной акклиматизации обычно исходят из двух главных положений: из потенциальных эколого-биологических и хозяйственных свойств рекрута и из его способности к адаптивной изменчивости; из приемной емкости заселяемых водоемов.

В природе не существует абсолютно идентичных водоемов и даже при внешней (климатической) схожести мест расположения водоемов донора и реципиента их экологическая и биотическая характеристики обычно не совпадают. Тогда возникает несовместимость некоторых требований вселенца и условий в заселяемом водоеме, и приемная экосистема может отвергнуть пришельца или вызвать у него проявление ранее неизвестных (потенциальных) свойств и морфобиологической изменчивости.

**Потенциальные свойства гидробионтов как база повышения биопродукции экосистем и аквакультуры.** Изменчивость водных организмов — явление закономерное, и она проявляется у всех гидробионтов при изменении среды обитания. Это свидетельствует о сохранении в потенции популяций некоторого резерва экологических и биологических свойств вида. Тогда потенциальные свойства — это эколого-физиологические и морфобиологические свойства, находящиеся в скрытом состоянии у особей отдельных популяций. Под действием новых условий в процессе культивирования и акклиматизации потенциальные свойства реализуются и могут привести к выявлению положительных или отрицательных черт. При перемещении в новые регионы с целью акклиматизации или культивирования очень важно выявить потенциальные свойства именно той популяции, особи которой переселяются, и предвидеть направление их изменчивости.

Имеется два основных метода выявления потенциальных свойств гидробионтов:

метод биоэкологического анализа, когда рассматриваются свойства разных популяций широко распространенных видов в сравнительном аспекте;

метод экспериментального изучения эколого-физиологической терпимости особей вида к изменению среды.

Обычно виды существуют в форме естественных популяций, а каждая из них осваивает менее широкий диапазон изменения среды. У популяций в привычных условиях возникают характерные эколого-физиологические и морфобиологические черты и сохраняются в потенции неиспользованные свойства вида. При вселении их в новые водоемы потенциальный адаптивный фонд позволяет рекрутам осваивать измененную среду и проявлять новые черты экологии, биологии и поведения.

Выявляя экологические свойства отдельных внутривидовых группировок гидробионтов, обитающих в разнообразных условиях среды, составляется представление о пластичности и адаптивности вида. Это позволяет выбрать для переселенца наиболее приемлемые условия обитания в новом районе или

водоеме. Этот метод становится еще более надежным, если применить эксперимент. Экспериментальные исследования в лабораторных и природных условиях позволяют очень быстро выяснить требования видов к абиотической среде. Например, определяют температурные и солевые диапазоны выживания

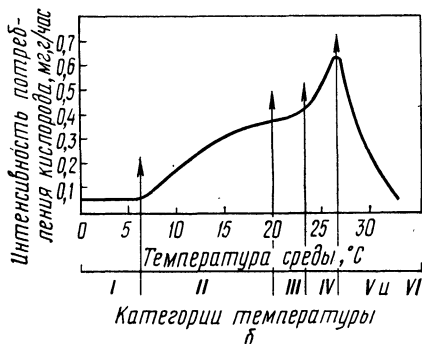
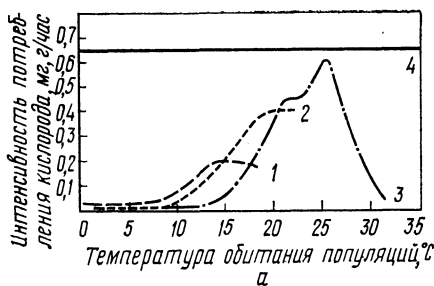


Рис. 33. Влияние температуры на интенсивность дыхания boreальных гидробионтов:

а — особи, обитающие в разных температурных условиях: 1 — 0—15°C; 2 — 0—20°C; 3 — 5—27°C; 4 — потенциальный диапазон выживания особи; б — температуры, вызывающие качественные изменения в обмене веществ гидробионтов: I — газообмен поддерживается на предельно низком уровне, рост, размножение отсутствуют; II — синхронная стимуляция физиологических процессов — дыхания, роста, размножения; III — изменение обмена в пределах адаптивных реакций; IV — интенсификация и дискоординация физиологических процессов, как защитная реакция; V и VI — угнетение и угасание физиологических процессов в условиях сублетальных и летальных температур

взрослых размножающихся особей и их потомства, определяют критические и пороговые значения содержания растворенного в воде кислорода, pH и др.

Сочетание этих двух методов позволяет оценить правильность выбора объекта и района для его акклиматизации и среды для культивирования.

**Пластичность и адаптивность особи.** По отношению к изменению среды живые организмы отличаются друг от друга. Имеются стено- и эврибионтные формы. Их экологическая валентность определяется как наследственными свойствами вида — адаптивностью, так и свойством особей — пластичностью.

Адаптивные свойства присущи только целым жизненным системам, формируются эти свойства путем естественного отбора организмов в популяциях и проявляются в их способности к размножению. Пластичность зависит от функциональной способности клеток и тканей переносить изменения факторов среды в более широком диапазоне, чем целая особь (рис. 33).

Именно благодаря физиоло-

гической пластичности особи способны длительное время выживать в сублетальных условиях. Например, boreальные виды рыб зимуют в сублетальных термических условиях, но не могут в них размножаться, генеративно пресноводные рыбы на-

гуливаются в соленой (лососи) и солоноватой (карповые) воде, но размножаются только в пресной и т. д. Следовательно, основное различие между пластичностью и адаптивностью состоит в том, что пластичность помогает особи выживать в таких экологических условиях, в которых она не может сформировать жизнестойкое потомство или формирует его за счет угнетения других процессов. Как правило, ни популяция, ни вид в таких условиях постоянно обитать неспособны, но особи могут проявить высокий потенциал, например массонакопления (форели, карповые) в солоноватой воде.

В диапазоне изменения факторов и элементов среды, пригодных для проявления пластичности и выживания особи, различают 5—6 категорий концентраций веществ или напряжений факторов среды, вызывающих однотипные изменения в интенсивности обменных процессов организма (рис. 33, б). Например, резкое повышение интенсивности энергетического обмена приводит к снижению темпа роста, измельчанию особей, но к ускорению созревания и увеличению абсолютной их плодовитости. Возможно и обратное явление — при увеличении интенсивности дыхания увеличивается темп роста, но нарушается размножение. В таких случаях из объектов культивирования можно получить наибольший объем биопродукции, но при значительных энергетических затратах.

При культивировании гидробионтов наиболее рационально создавать или выбирать условия, в которых изменения основных факторов находятся в пределах II и III категорий. В них наиболее полно проявляется биотическая потенция при минимальных затратах энергии на поддержание жизнедеятельности. Например, в зоне температуры 22—24 °С личинки теплолюбивой кефали лобана формируются без морфологических нарушений и при минимуме энергетических затрат. При повышении температуры до 28 °С интенсивность потребления кислорода резко возрастает — увеличиваются число уродливых эмбрионов и их отход. Особи на ранних стадиях развития обладают наименьшей экологической валентностью и потенциальным запасом прочности. Напротив, на этапе соматического роста, когда полностью сформированы регуляторные механизмы, гидробионты обладают наибольшей экологической валентностью. Но в каком бы температурном диапазоне ни обитали популяции, для их размножения необходимы: определенные температуры, соленость, течения и др. Эти требования генетически закреплены и пределы изменчивости очень малы. Условия роста и сезонные ритмы у большинства гидробионтов могут меняться в очень широких диапазонах или полностью исчезать. Так, у бореальных видов в природе ярко выявляются сезонность в биологическом цикле и связанный с ним ритм поведения, но многие из них в благоприятных условиях обходятся без зимовки, а при температуре, относящейся ко II и III категориям, питаются и

растут круглосуточно, а созревают круглогодично. Такие условия часто поддерживают в термальных водоемах, где у рыб исчезают сезонные ритмы и в значительном объеме проявляются потенция роста и плодовитости.

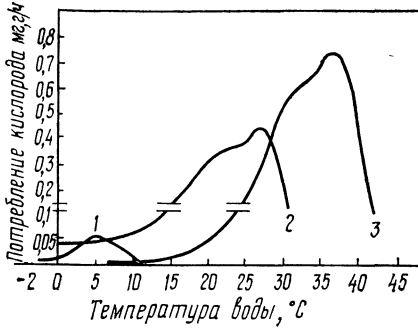


Рис. 34. Температурные диапазоны обитания и дыхания рыб разного происхождения:  
1 — арктические и антарктические; 2 — бо-реальные; 3 — тропические

Важное значение для определения биоэкологической потенции имеет и происхождение гидробионтов. Наиболее stenotherмными являются арктические и антарктические виды морского происхождения (рис. 34), живущие в диапазоне температур воды от минус 1,9 до плюс 10 °C. Наиболее теплую часть температурного диапазона (15—40 °C) занимают тропические виды (рис. 35). К наиболее эври-термным относятся виды бо-реального происхождения, обитающие в зоне температур от 0 до 35 °C, хотя отдельные виды занимают ме-

нее обширные диапазоны. Обычно эврибионтные виды образуют многие популяции, каждая из которых занимает меньший ареал, чем вид, и подвергается действию более ограниченных амплитуд колебаний факторов и элементов среды, чем вид в целом (мидии, кефали и др.). Для интродукции избирается не вид в целом, а довольно малочисленная группа особей какой-либо одной популяции, и рекруты, лишившиеся связи с материнской средой, вступают в контакт с новой. Их потенциальный адаптивный фонд позволяет осваивать измененную среду, размножаться и проявлять новые качества. Так, при продвижении интродуцента в зоны, приближающиеся к оптимуму (например, температура), повышается интенсивность газообмена, соматического роста и популяционной продуктивности и уменьшается морфологи-

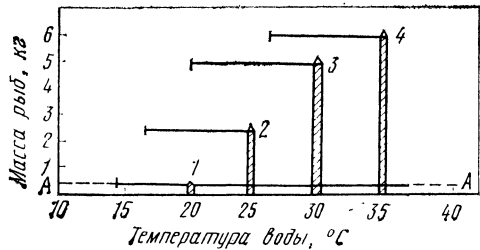


Рис. 35. Выживание и изменение массы тропической рыбы тилапии в различных температурных условиях:  
A—A — выживание особи (10—40 °C), прерывистая линия показывает критические температуры; 1 — 0,2—0,5 кг; 2 — 2—2,5 кг; 3 — 4—5 кг; 4 — до 6 кг

ческая изменчивость (рис. 36). Например, при переносе особей северных популяций бореальных видов в более теплые условия у них проявляется способность к более интенсивному росту. Напротив, при продвижении гидробионтов в климатические зоны, удаленные от оптимума, биологическая продуктивность снижается. На первых этапах процесса акклиматизации изменчивость переселенцев происходит за счет адаптивного эколого-физиологического и биологического фондов, не раскрытого полностью в условиях материнского водоема. Поэтому новые черты дочерних популяций носят характер внутривидовой морфобиологической изменчивости и относятся к категории микроэволюций, ведущих к образованию племен, рас и т. д.

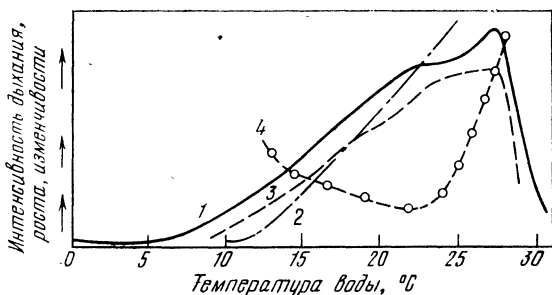


Рис. 36. Интенсивность физиологических процессов и морфологической изменчивости в зависимости от температурных условий обитания бореального вида:

1 — интенсивность дыхания особи при температуре 0—30 °C; 2, 3 — интенсивность дыхания и роста особи в условиях верхних критических температур (27—29 °C); 4 — морфологическая изменчивость и уродства

**Значения приемной емкости экосистем для акклиматизации и культивирования.** Перед выбором объекта акклиматизации и культивирования следует установить возможность избранного бассейна принять переселенца. Акклиматизант может выжить, а культивируемый объект — образовать значительную численность и обеспечить высокое качество продукта, если новая для него экосистема обеспечит его всем необходимым. Поэтому важно перед осуществлением акклиматизации и выбором полигона выращивания определить их приемную емкость. Под приемной емкостью полигона (ареала) понимается возможность экосистемы обеспечить выживание и формирование самовоспроизводящейся популяции для акклиматизантов и благоприятные условия для обитания и роста объектов выращивания при высокой плотности их поселений.

Наиболее важными чертами, определяющими приемную емкость водных бассейнов или их районов, являются временные и пространственные показатели факторов среды. Так, опре-

деляющими экологическую приемную емкость водоема являются: длительность периода (сезона), благоприятного для роста (или развития) акклиматизанта или культивируемого объекта, — это длительность периода года с благоприятной солнечной радиацией, нужным температурным, солевым, ветровым режимами и др.; величина районов с благоприятными условиями среды; величина акватории с подходящим субстратом, нерестилищами, пастбищами; необходимая протяженность миграционных путей и т. д. От экологической емкости ареала зависит результативность первой фазы акклиматизации, или выживание культивируемого объекта и его численность. Не менее важна для акклиматизантов и особенно для выращиваемых при больших плотностях объектов так называемая кормовая емкость. Это концентрация и запасы подходящих кормовых организмов; насыщенность и разветвленность пищевых цепей; скорость обрабатываемости органического вещества в водоеме; положение интродуцента в пищевых цепях полигона культивирования и др. Очень важна и биоценетическая емкость водоема, которая определяется насыщенностью биоценозов видами, их конкуренцией между собой и количеством хищников. Если для культивируемых объектов первостепенное значение имеют экологическая и кормовая емкости биотопа, а второстепенное — биоценетическая, то для выживания акклиматизантов и формирования ими популяций обычно имеют превалирующее значение экологическая и биоценетическая емкости. От приемной емкости водоема зависят темп роста, скорость созревания, массонакопление и численность акклиматизированных и выращиваемых объектов.

Возможность любой среды поддерживать жизнь ограничена. Напомним, что для формирования органического вещества живым организмам необходимы энергия и материя, получаемые извне. Только растения способны построить органическое вещество из неорганических солей (азот, фосфор, калий, натрий и др.) окружающей мертвой природы и использовать для этого энергию солнца. Поэтому биологическая продуктивность водоемов обычно оценивается по продукции автотрофных организмов. Высокое развитие одноклеточных и многоклеточных водорослей, бактерий является основой биологической жизни водоемов, так как именно растения обеспечивают кормом консументов последующих звеньев пищевой цепи. Но при этом происходит сложный процесс преобразования органического живого вещества растений в более сложные структуры животных белков, жиров и т. п. с одновременными значительными потерями энергии на пути к конечным звеньям пищевых цепей. Между величинами первичной и конечной, полезной для человека, продукции имеет место несоответствие, зависящее от структуры экосистемы, качественного состава ее населения и насыщенности видами.

Можно выделить шесть основных типов сообществ, отличающихся по характеру пищевых связей и степени пищевого напряжения на разных трофических уровнях. Это позволяет определить примерную степень биотической емкости отдельных экосистем (рис. 37).

В экосистемах, обозначенных на рисунке б и в, слабо развито первое трофическое звено (растения). Но в одной из них (б) оно используется мно-

гими консументами первого порядка (беспозвоночные), и потому его приемная емкость мала. Третье звено (рыбы) не перегружено или полностью отсутствует, пищевая конкуренция отсутствует, и тем самым биотическая емкость третьего звена значительна. Подобного рода экосистемы сформировались в изолированных водоемах островов, горных массивов, пустынь. Их биосистемы неустойчивы, легко принимают пришельцев, консументов второго порядка — рыб. Так, в озерах Балхаш, Иссык-Куль с обедненным составом ихтиофауны или в оз. Сон-Куль, где рыбы не обитали, хорошо прижились акклиматизанты. Причем чем меньшее число видов населяет водоем, тем большей численности достигают отдельные виды и тем менее устойчива экосистема, если имеются резервы корма. Поэтому очень опасны вносимые паразиты, вредители и малочисленные короткоциклические виды. В системе в слабо развито первое и мало насыщено второе звенья (беспозвоночные и рыбы-фитофаги), но конкурентные отношения в третьем звене напряжены. Такие экосистемы сформировались в олиготрофных водоемах. Их биопродуктивность на всех трофических уровнях снижена, и только сугубо целенаправленное введение новых видов, приспособленных к потреблению резервов определенных кормовых водорослей или беспозвоночных, может быть целесообразно.

В остальных экосистемах хорошо развито первое звено (растения), но используется оно по-разному: в системах а и д мощно развиты растения, часто имеется избыток фитопланк-

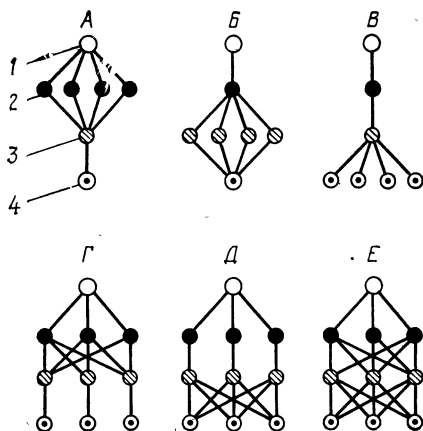


Рис. 37. Типы трофической организации сообществ и их биотическая емкость:

1 — солнце; 2 — растения; 3 — растительноядные животные; 4 — плотоядные животные; А — преобладают растительноядные эврифаги, конкуренция ослаблена; Б, Г — возникает конкуренция среди растительноядных; В, Д — возникает конкуренция среди плотоядных; Е — усиливается конкуренция среди растительноядных и плотоядных (биоценозы насыщены)

тона и фитобентоса при минимальном их использовании рыбами и беспозвоночными. Направленным формированием фауны консументов I-и II порядка — кормовых и промысловых беспозвоночных (ракообразных, червей, моллюсков) и рыб-фитофагов — можно достичь высокой промысловой продуктивности при наименьших потерях на энергетические процессы. Существование подобных экосистем наиболее вероятно в эстуарных водоемах умеренного пояса и в теплой зоне нашей страны (дельты рек, лиманы, мелководья морей и др.). Возможно и конструирование подобных экосистем, например, в теплых прудах электростанций, термальных водоемах и т. д.

Все большее распространение получает экосистема типа *d*, свойственная, в частности, водохранилищам южных районов с характерным интенсивным развитием фитопланктона и фитобентоса, в результате чего создаются избытки органического вещества, выпадающего из пищевых цепей, что сопровождается уменьшением выхода полезной животной продукции. Приемная емкость первичного звена таких экосистем весьма велика, использование ее может быть улучшено акклиматизацией и разведением беспозвоночных, рыб, а также массовым вселением молоди рыб-фитофагов.

Система *e* наиболее насыщена видами, пищевые отношения сложны, траты на энергетику велики, и резервы кормов обычно минимальны. Такие системы предельно стабильны, численность видов регулируется внутренними причинами (плотностью населения), и внедриться в них новому виду довольно трудно без притеснения аборигенов. Примером такой экосистемы может быть тропическая зона океана. Здесь обитают сотни тысяч видов растений и животных, свидетельствуя об огромной экологической емкости биотопа, но численность каждого вида ограничивается конкурентами и хищниками, и потому биотическая емкость и выход полезной продукции незначительны. В большинстве других районов океана и особенно в полярных областях, эстуариях, солоноватых и изолированных водоемах биоценозы менее насыщены, пищевые отношения в третьем звене менее напряжены, в отдельных трофических звеньях образуются резервы корма, что увеличивает их биотическую емкость и делает возможным повышение промысловой продукции. Таким образом, жизненно необходимо уменьшить разрыв между первичной и промысловой продуктивностями многих крупнейших водоемов. Важнейшим путем для решения этой проблемы является активное вмешательство человека в формирование некоторых звеньев пищевой цепи и в первую очередь культивирование и акклиматизация организмов второго и третьего трофических уровней, т. е. мирных беспозвоночных и рыб.

Однако, вселяя акклиматизанта и увеличивая численность отдельных видов путем культивирования, можно поставить их

в преимущественное положение среди других видов. Вселенец занимает лучшее место в биотопе, имея численное превосходство, потребляет большую часть продукции кормовых организмов, тогда легко становится ведущей стороной в конкурентных отношениях и может потеснить аборигенов и привести к снижению их продуктивности и всей экосистемы. Это происходит в тех случаях, если выбранный для вселения вид дал продукцию худшего качества, чем аборигены, если он удлинил пищевую цепь и вступил в конкурентные отношения с аборигенами, если из-за него снизился темп оборачиваемости органического вещества в пищевых цепях водоема. А это происходит вследствие тугорослости или особой длинноцикличности, из-за которой увеличивается период отдачи товарной продукции.

Общий объем биопродукции увеличивается, если в пищевую цепь вовлекаются дополнительные кормовые организмы и культивируемый объект использует резервы корма. В экосистемах типов *a*, *г*, *д* имеются резервы продукции растений (фитопланктона) или детрита, поэтому увеличение биопродукции второго звена — численности фито- и детритофагов — может привести к увеличению не только промысловой продукции, но и общей биологической. Более надежный метод повышения биопродукции — это увеличение приемной емкости всех уровней продуцирования органического вещества путем улучшения физико-химического режима (удобрение, увеличение или снижение проточности, изменение солености, сооружение защиты от приобья, очистка вод от химических и биологических загрязнителей), улучшения биологического режима (регулирование численности конкурентов и хищников, профилактика заболеваний, а также направленного формирования фауны пищевых цепей).

**Типы экосистем и основные пищевые цепи в водоемах.** Водоросли, беспозвоночные, рыбы, млекопитающие связаны между собой пищевыми отношениями. Спектр питания у организмов сложен, разнообразен и изменчив, и потому возникают сложные пищевые цепи и пищевые сети консументов. На базе потребления отмерших (детрит) и живых кормовых организмов преимущественно в наземных экосистемах формируются две генеральные пищевые цепи: детритная и пастбищная. В водных экосистемах также формируются две генеральные пищевые цепи: пелагическая и донная.

По характеру продуцирования, распределения и использования в пищевых цепях первичного органического вещества выявляются следующие типы морских бассейнов.

**Океанический** — инертная устоявшаяся экосистема, обогащаемая биогенами преимущественно за счет внутреннего круговорота вещества (рис. 38). Основная масса органического вещества продуцируется фитопланктоном и бактериями в поверхностном слое водной толщи и сковывается пищевой цепью пелагиали (фитопланктон—зоопланктон—планктофаги—пела-

гические хищники). Пищевые цепи сильно разветвлены, и в них образуются пищевые тупики большой емкости. Наибольшую биопродукцию в подобных водоемах обеспечивает пелагическая пищевая цепь, так как она состоит из относительно короткоциклических видов и скорость оборачиваемости органического вещества в ней бóльшая, чем в донной пищевой цепи. Например, океан, Черное море, глубоководные части Каспия, оз. Байкал и др. относятся по структуре пищевых цепей к океа-

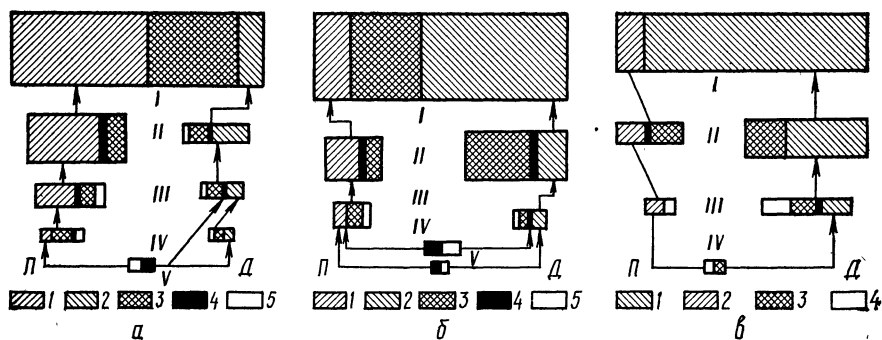


Рис. 38. Пищевые цепи в бассейнах разных типов:

*а* — океанический тип; *б* — эстуарно-шельфовый тип; *в* — эстуарный тип; I—V — трофические уровни; 1, 2 — потребленная продукция; 3 — деструкция; 4 — продукция хищников; 5 — уловы

ническому типу. Пелагическая пищевая цепь выдерживает большие нагрузки промысла и оказывает более высокую сопротивляемость антропогенным факторам. В таких водоемах выгодно культивировать и выращивать гидробионтов второго трофического уровня фито- и детритофагов, например двусторчатых моллюсков в Черном море.

Эстуарно-шельфовый (открытые водоемы) — пополнение биогенами происходит преимущественно за счет речного стока. При его изменении нарушаются гидрофизический режим и вся экосистема, но продукция первичного звена и консументов может некоторое время поддерживаться и за счет внутренних резервов биогенов.

Пищевые резервы имеются в первом звене — фитопланктон, фитобентос, детрит; во втором звене — беспозвоночные (чаще всего донные); в третьем — мелкие пелагические и донные рыбы. К этому типу относятся шельфовые зоны дальневосточных и северных морей, а также Карское, Баренцево моря, многие заливы разных морей.

В шельфовой зоне часто преобладает донная пищевая цепь. Ее биопродуктивность подвержена более резким колебаниям вследствие более глубокого влияния климата, суши и деятельности человека. Заметно сокращаются популяции длинноцик-

личных видов, в связи с чем изменяется характер использования корма: накапливаются запасы крупных и хищных беспозвоночных, а также имеют место взрывы численности непромысловых видов, ранее сдерживаемых конкурентами и врагами. Так, замечено массовое появление краба-стригуна в Охотском море, медуз в Баренцевом море и вдоль побережий Европы, в Черном и Азовском морях, хищных морских звезд у побережий Австралии и т. д.

В таких морях или отдельных зонах наряду с разведением фито- и бентофагов необходимо воспроизводство ценных местных рыб и акклиматизантов — бентофагов и хищников (быстрорастущих камбаловых, кефалевых, осетровых, лососевых), а также промысловых беспозвоночных — крабов, омаров, устриц, гребешков и др.

**Эстуарный** (частично замкнутая экосистема) — обогащение биогенами происходит за счет терригенного стока (реки и другие источники питания). Изменение стока вносит очень большие изменения в экосистему и ее биопroduкцию. К такому типу можно отнести Аральское море, некоторые лиманы Азовского и Черного морей, их заливы (Таганрогский, Молочный и др.), а также заливы Балтийского моря. В них, как правило, преобладает донная пищевая цепь.

В последние годы в некоторых водоемах под влиянием антропогенных факторов снизилось значение донной пищевой цепи и увеличилось значение пелагической из-за уменьшения запасов рыб-бентофагов (Азовское море, Северный Каспий). Вследствие отсутствия крупных рыб и других потребителей образуется резерв кормовых беспозвоночных на дне шельфовых морей. Все это свидетельствует о подвижности биотической емкости экосистем и о возможности управлять отдельными элементами процесса продуцирования их организмов — удобрение, культивирование донных организмов для укрепления биопroduкции всех трофических уровней, а также возможно и конструирование пищевых цепей и частично флоры и фауны с предварительным моделированием целесообразного их качественного и количественного состава. Всеми этими мерами можно повысить экологическую и биотическую емкость экосистем и повысить хозяйственный эффект от культивирования и акклиматизации гидробионтов.

Таким образом, емкость экосистемы определяется ее масштабами, протяженностью, объемом биотопа, полигоном выращивания, а также длительностью периодов с благоприятной для данного вида физико-химической средой, кормностью, ослабленными конкурентными отношениями, а в целом структурой и организацией сообщества.

Емкость экосистемы, ареала отдельного биотопа может быть увеличена, особенно в бассейнах шельфового и эстуарношельфового типов.

## § 20. РЕЗУЛЬТАТИВНОСТЬ ИНТРОДУКЦИИ

Интродукцию водных организмов осуществляют в практических и эстетических целях. Наиболее часто переселяют рыб, тесно связанных с пресными и прибрежными водами: пресноводных, проходных и полупроходных. Объектами переселения также являются кормовые и промысловые беспозвоночные.

Многokратно переселялись лососевые рыбы. Многие попытки были неудачны, но все же тихоокеанские лососи обитают теперь не только в Северном полушарии, но и в Южном. Так, радужная форель акклиматизирована как в нашей стране, так и во многих странах Европы и Азии.

В СССР из США, Китая, Франции и Японии завезены ценные виды рыб и беспозвоночных.

**Интродукция рыб.** Первое упоминание об интродукции стерляди в р. Неву относится к 1763 г. Спустя почти 100 лет в 1850—1869 гг. было осуществлено восемь пересадок рыб. К настоящему времени число интродукций увеличилось (табл. 24). Переселенцами можно назвать пелядь, ладожского сига, рипуса, омуля, форель, сазана, леща, серебряного карася, шемаю, белого амура, белого толстолобика, судака, щуку и др. (рис. 39). Сначала рыб переселяли в целях только натурализации, и в результате во многих внутренних водоемах (озерах, водохранилищах и морях) появились ценные промысловые рыбы. В холодных водоемах преобладают сиговые, а в теплых — карповые и растительноядные рыбы амурского комплекса. Многие из этих рыб образовали значительные популяции в естественных экосистемах и выращиваются в прудах, где используют резервы кормов (беспозвоночные, фитопланктон, детрит, макрофиты). Ежегодные уловы интродуцентов и акклиматизантов составляют около 350—400 тыс. т.

Многие окраинные и внутренние моря в силу исторических причин (изоляция, особенности гидрологического режима и опресненность) имеют ограниченный видовой состав ихтиофауны и беспозвоночных. Учитывая это обстоятельство, неоднократно делались попытки заселить Азовское, Каспийское, Аральское и другие моря новыми ценными видами.

Переселенные в Каспийское море черноморские кефали — сингиль и остронос широко расселились, успешно размножаются, образовали промысловые стада в Южном и Среднем Каспии, а зимуют они у берегов Ирана (рис. 40). Осуществляется вселение тихоокеанской кеты в Каспийское море, которая успешно здесь растет и на 3-м году жизни созревает, но в естественных условиях не размножается. Ведутся работы по заселению Каспия и другими видами тихоокеанских лососей и прежде всего кижучем. В Балтийское море вселили каспийского и сибирского осетров (рис. 41). В Баренцево и Белое моря вселена тихоокеанская горбуша, икру которой перевозят

с Сахалина и инкубируют на рыбоводных заводах Кольского полуострова, выпуская молодь на нагул в Северо-Восточную Атлантику. В отдельные годы в реки, вносящие свои воды в эти моря, подходит до 500 тыс. половозрелых рыб к берегам нашей страны, а некоторое их количество заходит в реки Норвегии. Однако условия развития икры горбуши в реках Европейского Севера оказались слишком суровыми, и нередко икра в гнездах погибает. Поэтому численность горбуши, видимо, будет поддерживаться и за счет молоди, выращенной на Онежском заводе.

Большинство из перечисленных морских интродукций рыб являются поэтапной акклиматизацией, поскольку интродуценты не всегда размножаются.

**Интродукция промысловых беспозвоночных.** Беспозвоночные являются ценными пищевыми продуктами, и их выращивание — одна из основных задач морской аквакультуры. Многие ценные виды завозят из других стран.

Европейская плоская устрица переселена на Атлантическое и Тихоокеанское побережья США и Канады, в Южную Африку, Японию. Тихоокеанская гигантская устрица — наиболее крупный культивируемый моллюск, добываемый и выращиваемый у берегов Японии, Кореи и Япономорского побережья СССР, натурализовалась на Тихоокеанском побережье США и Канады, а также у берегов Гавайских островов, Новой Зеландии, Тасмании, обеспечивая 500—600 тыс. т продукции.

С 1976 г. осуществлена интродукция гигантской устрицы в Черном море. Ее молодь здесь хорошо растет, в пятилетнем возрасте она достигает половозрелости, и от нее получают жизнестойких личинок, а затем и молодь — шпат. Эта устрица предназначена для натурализации и культивирования в Черном море.

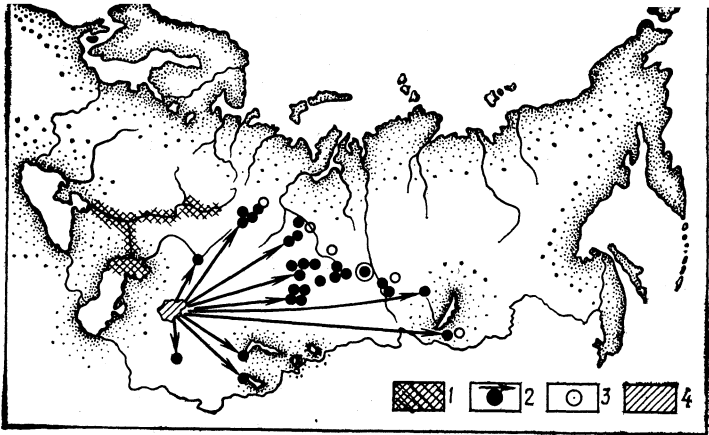
Особенно высоко ценится мясо многих морских ракообразных — крабов, лангустов, омаров и креветок, многих из которых культивируют и расселяют. Особенно широко расселяется теплолюбивая гигантская креветка — макробрахиум. В СССР она завезена из Японии, и ее выращивают на теплых водах ГРЭС.

Черноморская креветка палемон, акклиматизированная в Каспийском и Аральском морях, натурализовалась здесь.

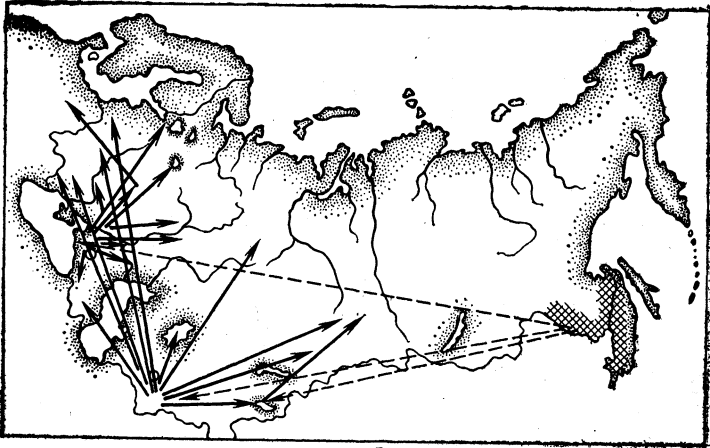
Камчатского краба вселили в Баренцево море. Через 12 лет после выпуска молоди и половозрелых крабов было поймано около 200 экз. в разных районах Баренцева и Норвежского морей.

**Акклиматизация кормовых беспозвоночных.** Целесообразность повышения продуктивности кормовой базы некоторых водоемов за счет акклиматизантов беспорна. Эти плодотворные работы послужили основой для новой ветви акклиматизационных работ — реконструкции кормовой базы рыб пресных, солоноватоводных и морских бассейнов СССР.

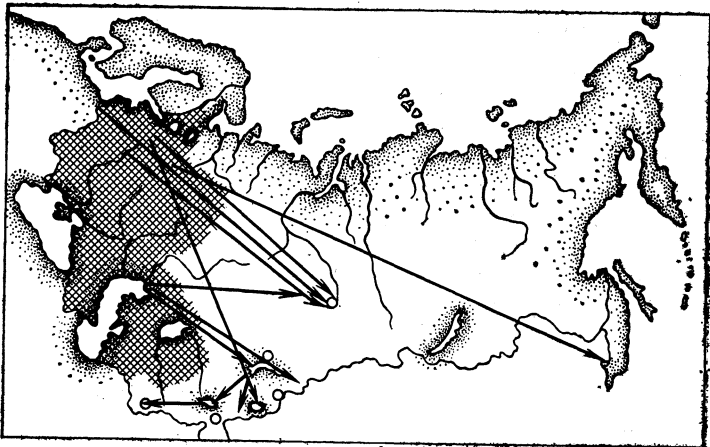
В теоретическом и практическом плане эти работы занимают первое место в мире. Как правило, перед интродукцией беспозвоночных проводят тщательную научную подготовку мероприятия — изучают биологию и экологию переселенца, определяют его адаптивные возможности и пластичность, а также совместимость его требований к среде с условиями в заселяемом водоеме. Выбирают места высадки интродуцента с подходящими глубинами, грунтами, температурой, соленостью вод



A



B



C

и соответствующим биогеоценозом. Такая тщательная подготовка интродукции многих беспозвоночных в Каспийское, Аральское моря, многие озера и водохранилища дала большой положительный эффект. В десятках водоемов многощетинковые черви, ракообразные, моллюски образовали мощные поселения, обогатили кормовую базу рыб и вошли в их пищевые рационы. Так, перед переселением полихет *Nereis diversicolor* и синдесмии *Abra ovata* из Азова в Каспий было экспериментально доказано, что эти формы выживут в каспийской воде и предполагалось, что в качестве корма многощетинковые черви используют детрит и органические остатки, захороненные в илах Каспия, и таким образом введут в круговорот резервы

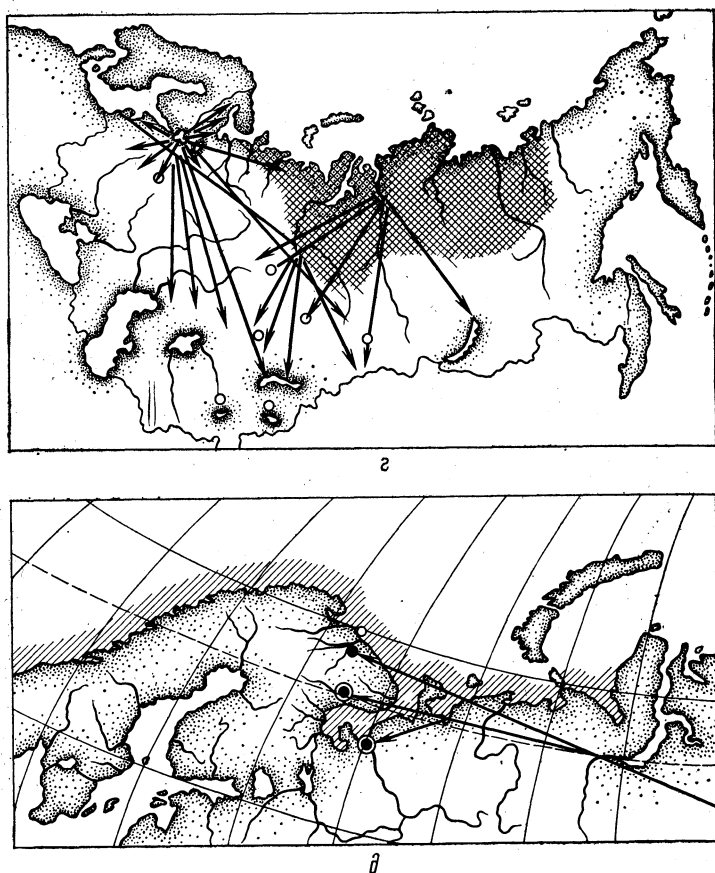
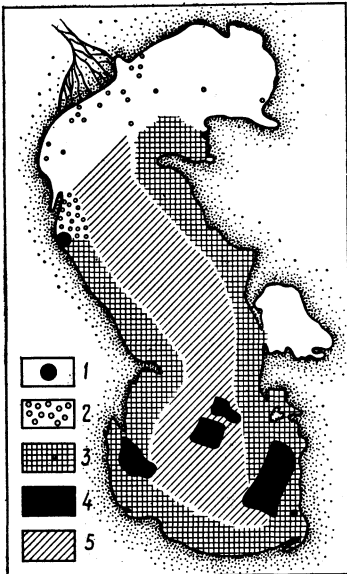
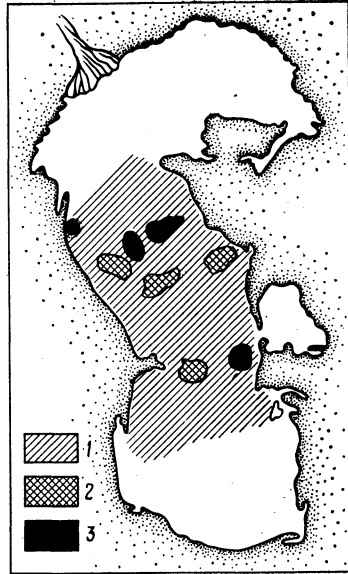


Рис. 39. Расширение ареалов рыб путем акклиматизации:

*а* — лещ; *б* — белый амур; *в* — судак; *г* — пелядь; *д* — горбуша; 1 — естественный ареал; 2 — направление интродукций; 3 — стада акклиматизантов; 4 — подходы горбуши на нерест



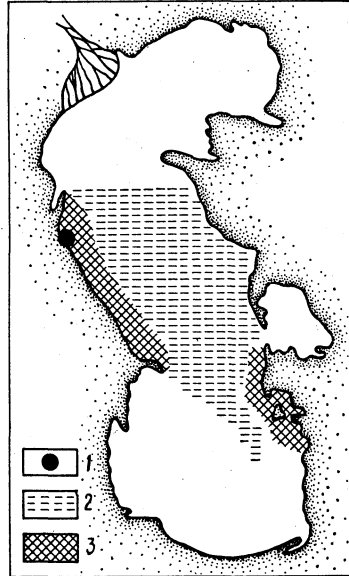
*a*



*б*



*в*



*г*

Рис. 40. Акклиматизанты в Каспийском море:

*a* — распространение остроноса: 1 — место высадки; 2 — единичные особи; 3 — многочисленные особи; 4 — нерестовые концентрации; 5 — нерестовый ареал; *б* — нерестовый ареал сингиля по уловам икринок на одну сеть, шт.: 1 — 1–10; 2 — 11–100; 3 — >100; *в* — распространение беспозвоночных (креветок, моллюска 'абры, полихеты нерис и др.) в Каспийском море: 1 — место высадки; 2 — перевозка судами; 3 — разнос течением; *г* — распространение кеты: 1 — место инкубации икры и выпуска молоди; 2 — место нагула; 3 — места подхода на нерест

Объем акклиматизационных работ, проводимых в нашей стране, шт.

Годы	Рыбы			Беспозв. ночные		
	Число пересадок	Количество видов	Количество заселяемых водоемов	Число пересадок	Количество видов	Количество заселяемых водоемов
1940—1949	15	9	11	22	7	12
1950—1959	1200	44	800	52	22	39
1960—1969	3412	42	900	415	32	46
1970—1979	3445	40	340	41	10	21

корма. И действительно, через 8—10 лет новые обитатели заняли почти все доступные им районы и натурализовались.

Из года в год число акклиматизантов как среди беспозвоночных, так и среди рыб постоянно возрастает.

Изучение экологических свойств переселенцев, положенное в основу теории акклиматизации, помогло предвидеть изменения в фауне и флоре водоемов с изменяющимся гидрологическим режимом и своевременно сформировать в них кормовую базу в соответствии с новыми условиями.

Предвидя возможное осолонение Аральского моря и сопутствующее ему угнетение пресноводной аборигенной фауны, были предложены методы реконструкции кормовой базы путем акклиматизации эндемиков Каспия и морских эвригаллиных видов. В этот быстро осолняющийся бассейн успешно переселили два вида мизид и планктонную копеподу калянипеду, образовавших многочисленную популяцию. Численность мизид в опресненных заливах достигала 300 экз./м<sup>2</sup>, и за теплый период они обеспечивают 4 генерации, а каля-

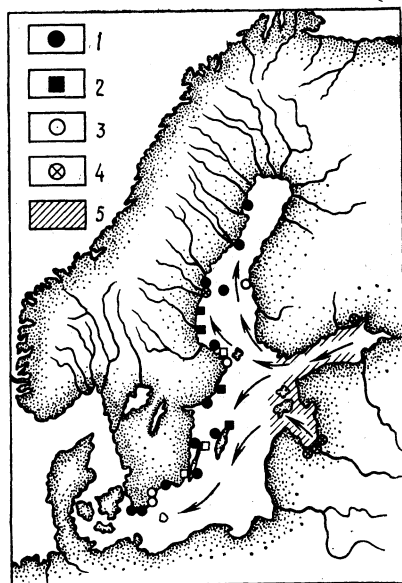


Рис. 41. Распространение каспийского и сибирского осетров в Балтийском море:

1 — места поймки *A. guldenstadti*; 2 — места поймки *A. baeri*; 3 — места поймки неопределенных особей осетров; 4 — места выпуска молоди; 5 — места обитания молоди осетров у Восточных берегов Балтийского моря.

нипеда почти полностью заменила пресноводного рачка диаптомуса. Учитывая дальнейшее осолонение моря, вселены морские виды: полихета, nereida и моллюск абра, которые в восьмидесяти годах достигли по численности и биомассе своего расцвета. Их биомасса в среднем составляет 150 г/м<sup>2</sup> и более. В то же время биомасса солоноватоводных и пресноводных форм снизилась с 22 до 3,7 г/м<sup>2</sup>.

Реконструкция кормовой и промысловой фауны солоноватоводного оз. Балхаш привела к увеличению биомассы бентоса и уловов ценных рыб, а также к увеличению видового разнообразия фауны.

## **§ 21. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТРОДУЦЕНТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ АКВАКУЛЬТУРЫ**

Многие интродуцированные виды не могут натурализоваться в заселяемом водоеме по разным причинам, но чаще всего из-за малой пластичности и адаптивности особей в период размножения и на ранних этапах развития. Поэтому очень часто интродуцентов внедряют в заселяемый водоем путем поэтапного культивирования. Сначала получают посадочный материал в питомниках или удобных маточных водоемах, а затем товарную продукцию при пастбищном выращивании на естественных полигонах. Так, систематически осуществляется трансплантация молоди камбал из Северного моря в лагуны датских проливов — Бельты, где она находит теплые пастбища, более благоприятную кормовую базу и растет значительно быстрее, чем в море. На поэтапной акклиматизации основано и лагунное хозяйство — молодь от естественного нереста выпускают на нагул в лиманы. В нашей стране в питомниках получают личинок и молодь от производителей полосатого окуня, интродуцированного из США, и выпускают для акклиматизации и выращивания в Азовское море и водохранилища. Широко расселяют в целях натурализации и товарного выращивания пресноводные виды таких рыб, как канальный сомик, буффало. Ежегодно получают молодь стальноголового лосося в питомниках Украины и расселяют для выращивания в солоноватые и пресные водоемы. Выращивание рыб амурского комплекса в водоемах европейской части СССР стало традиционным — они в продукции прудов и водохранилищ занимают важное место. В СССР в целях культивирования ввезены сигнальный рак, длиннорукая креветка и др.

В зависимости от цели, которую преследуют при переселении рекрута, выбирают соответствующие методы подготовки его к трансплантации.

Во всех случаях сначала осуществляется теоретическая подготовка — разработка биологического обоснования целесообразности переселения.

**Биологическое обоснование целесообразности акклиматизации.** Требования к биологическому обоснованию мероприятий по акклиматизации водных объектов сведены в схему, используемую в практике работы Главрыбводом.

**Характеристика бассейна.** 1. Краткая характеристика физико-химического режима и населения, а также их изменения в перспективе. Определение экологической и кормовой емкости водоема, соотношение биомасс (или продукции) ценных и малоценных видов рыб, беспозвоночных и растений.

2. Обоснование необходимости акклиматизационных мероприятий и их сочетание с другими методами повышения промысловой продуктивности бассейна.

3. Главные направления акклиматизационных мероприятий: а) дополнение состава аборигенной флоры и фауны полезными видами; б) замещение некоторых аборигенных видов более биологически и хозяйственно подходящими; в) реконструирование состава населения водоема — в одних случаях значительное число видов будет представлено акклиматизантами, а в других будут поддерживаться в первую очередь полезные в данной ситуации аборигены и угнетаться другие; г) направленное формирование населения водоема из отобранных полезных видов промысловой и кормовой флоры и фауны, формирование пищевых цепей и ценозов; д) поэтапная акклиматизация (воспроизводство или другие этапы жизненного цикла переселенца контролируются человеком).

**Характеристика форм, предназначенных для акклиматизации.** 1. Название и происхождение вселенца.

2. Биоэкологическая характеристика вселенца, определение совместимости его требований и режима водоема.

3. Промысловые и пищевые качества объекта вселения.

4. Возможность натурализации переселенца или необходимые меры по поддержанию его численности (искусственное воспроизводство, искусственные нерестилища, перманентная доставка посадочного материала, выдерживание и выращивание молоди, гибридизация, селекция и т. д.).

5. Основные линии воздействия вселенца на аборигенов (на местах нереста и нагула).

6. Паразитофауна вселенца и ее опасность для аборигенов, и наоборот.

**Биотехника переселения.** 1. Выбор стадии развития переселенца, удобной для пересадки.

2. Время и место получения посадочного материала.

3. Методика транспортировки.

4. Места карантинизации, выпуска или инкубации икры и выращивание молоди вселенца.

5. Повторность пересадок каждого объекта, последовательность и сроки осуществления пересадок отдельных видов.

Предполагаемая эффективность. 1. Вероятный ареал размножения и нагула, численность стада.

2. Время появления в промысле (или питании рыб).

3. Места и способы лова.

4. Экономический эффект.

Данные бонитировки водоемов и сведения по биологии и экологии гидробионтов позволяют обосновать целесообразность интродукции и акклиматизации данного вида. Однако при конструировании пищевых цепей, формировании фауны и флоры водоемов из аборигенов и акклиматизантов необходимы более углубленные исследования как приемной емкости водоемов, так и потенциальных эколого-биологических свойств рекрута и его современной и перспективной хозяйственной ценности.

**Выбор биотехники переселения.** В настоящее время в нашей стране интродуцируется около 50 видов рыб и более 50 видов беспозвоночных. Их переселяют на огромные расстояния и успех переселения зависит от разработки научных основ и способов трансплантаций.

Под биотехникой переселения понимается комплекс мероприятий, обеспечивающих наилучшее выживание переселенца во время транспортировки и способствующих благополучному исходу всей операции. В этих целях определяют характер посадочного материала: экологическая группа или популяция вида; стадия развития особей, на которой целесообразна трансплантация (оплодотворенная икра, личинки, молодь, разновозрастные особи, производители); количество посадочного материала и повторность трансплантации; время и место сбора, а также высадки интродуцента.

Очень важны методы очистки партий переселенцев от спутников, паразитов, болезнетворных бактерий и т. д.

Существуют различные методы трансплантации: отлов и размещение партий переселенцев перед перевозкой и выпуском; транспортировка (перевозочные аппараты и системы жизнеобеспечения большого числа особей в них, транспортные средства); способы выпуска в избранные места (прямой, через подращивание, карантинизация и др.).

**Посадочный материал.** Выбор стадии, на которой целесообразно переселять рекрута, зависит от многих причин. Первостепенное значение из них имеют жизнестойкость и терпимость индивидуумов к внешним химическим и механическим воздействиям — транспортабельность, отсутствие у рекрутов паразитов и заболеваний, а также возможность очистки партии от биологических примесей. Имеет значение и компактность партии — возможность в малом объеме перевозочных емкостей поместить максимальное количество переселенцев. Поэтому рыб переселяют преимущественно на стадии икры и личинок — более 80 % пересадок. Однако переселенцы на ранних стадиях развития в новом местообитании дают большой отход, и часто

требуются повторные перевозки. В результате удлиняется латентный период приживания, а также задерживается накопление численности популяций и отдалается фаза натурализации, когда устанавливается уровень возможного использования переселенца. Поэтому более надежно выпускать в заселяемый водоем рыб и беспозвоночных на более стойких стадиях развития — молодь и половозрелые особи. Половозрелые особи более стойки к изменению условий внешней среды, менее требовательны к кормовым условиям и менее страдают от хищников. Латентный период приживания производителей минимальный. Но их заготовка и транспортировка затруднены. Партии производителей обычно малочисленны, из-за того, что их содержание в транспортной таре сопровождается увеличением объема воды. С производителями чаще заносятся различные болезни. Следовательно, требуются карантинизация партии переселенцев, длительная их очистка от бактерий, экто- и эндопаразитов и т. д.

Величина партий и повторности пересадок. Вопрос о количестве посадочного материала и повторности пересадок, необходимых для получения положительного эффекта от интродукции, остается спорным. Из опыта можно сказать, что короткоциклические виды с высоким биотическим потенциалом легче приживаются в новых условиях, чем длинноточечные, и их приживание в меньшей степени зависит от числа переселенцев и повторности партий. Часто достаточно одно-, двухразового выпуска особей (калянипед, мизид), формирующих несколько поколений за теплый сезон года, или всего несколько экземпляров рыб с одно- или двухлетним биологическим циклом (бычки, атерина), чтобы через 4—6 лет появилась многочисленная популяция в новом водоеме. Латентный период приживания короткоциклических видов, обычно аутоакклиматизантов, также минимальный — 1—2 года.

Длинноточечные рыбы, особенно переселенные в новые условия личинками и молодью, многократно переносят опасные для них сезоны года (снижение температуры, длительные зимовки, паводки, колебание уровня, несоответствие кормов с требованиями вселенца, нападение врагов и т. д.), что приводит к резкому сокращению числа переселенных особей, и потому новая популяция нуждается в подкреплении путем выпуска повторных партий. В настоящее время практикуется метод согласования повторных ежегодных пересадок с длительностью биологического цикла интродуцента.

Обычно такие партии икры и ранней молодежи бывают многочисленны, так как при становлении популяции большую роль играет естественный отбор, результаты которого сказываются быстрее, если имеется достаточно обильный материал для элиминации слабых или малопластичных особей. В многочисленных партиях увеличивается и число жизнестойких особей.

Плотность посадки рекрутов. При определе-

нии необходимой численности партий рекрутов и повторности переселений следует исходить из плотности посадки (количество особей переселенцев на единицу площади заселяемого водоема). Плотность посадки вселенца следует считать оптимальной, если образование его промысловой численности происходит в кратчайший срок, т. е. в первом или втором поколении. Однако это пока не дает возможности заранее определить ни численность переселенцев, ни повторность партий, и в каждом отдельном случае нужно предусматривать оптимальную плотность посадки.

В благоприятных условиях сформированные популяции и натурализация переселенца возможны от малого числа особей, теоретически даже от одной пары. Так, всего несколько сот креветок оказалось достаточным, чтобы заселить Каспийское, а позже Аральское моря. Несколько миллионов микроскопических калянипед заселили через 5 лет после трансплантации все Аральское море.

Наряду с этим пересадка десятков миллионов мизид в северную часть Куйбышевского водохранилища не имела успеха, так как они не могли перенести длительные зимовки после короткого и холодного лета.

При поэтапной акклиматизации, когда в естественный водоем, например, выпускается на нагул молодь до созревания, плотность посадки должна определяться по возможному возврату числа производителей, способных обеспечить нужный объем воспроизводства. При последующем систематическом зарыблении избранном видом необходимо исходить из мощности кормовой базы водоема и его биотической и экологической емкости. В таком случае полезны расчеты плотности посадки, принятые в прудовых хозяйствах.

От стадии развития посадочного материала, численности и повторности партий зависят и сроки, когда можно ждать появления акклиматизанта в новом биотопе. Наиболее важны два периода в процессе акклиматизации: латентный (скрытый, инкубационный); период промысловой численности вселенца, позволяющий его эксплуатацию.

Часто из-за малой численности интродуцентов и первого их потомства обнаружить переселенцев в заселенном водоеме не удается, и длительное время неизвестно, прижился ли интродуцент и на какой фазе акклиматизации находится. Скрытый период существования переселенца в новом регионе и называется латентным (иногда инкубационным) периодом процесса акклиматизации. Латентный период зависит от длительности биологического цикла интродуцента, от стадии и численности посадочного материала и, конечно, от способов наблюдения за переселенными особями и их первым потомством. У рыб, переселенных на ранних стадиях развития, латентный период обычно равен двум, трем биологическим циклам, а период формиро-

вания популяций, включая и натурализацию, двум-четырем биологическим циклам или трем-пяти поколениям. Следовательно, в современной практике латентный период охватывает чаще всего две первые фазы акклиматизации — период биологического приживания переселенца. Иногда латентный период затягивается до фазы взрыва численности (мелкие рыбы, короткоциклические беспозвоночные) или даже до фазы натурализации (длинноциклические рыбы, сидячие, зарывающиеся беспозвоночные). К этому времени нежелательный переселенец может нанести вред аборигенной фауне, если его внезапное массовое появление застанет хозяйственные организации неподготовленными к его отлову и уничтожению.

Второй период фактически совпадает с тремя последующими фазами акклиматизации, и его наступление больше зависит от мощности воспроизводительного стада переселенцев, условий размножения и выживания молоди в новых условиях и в меньшей степени — от численности переселенцев. Только при переселении производителей, когда первые фазы акклиматизации сокращаются до минимума, фаза натурализации наступает на одно-два поколения раньше, чем при переселении личинками (табл. 25).

Т а б л и ц а 25

Примерная длительность процесса акклиматизации рыб с разным биологическим циклом

Группа рыб	Длительность биологического цикла, годы	Стадии посадочного материала	Длительность периодов акклиматизации, годы	
			латентного	натурализации
Короткоциклические	2	Личинки	2—3	5—6
	2	Производители	1—2	3—4
Среднециклические	4—5	Личинки	4—6	12—16
	4—5	Молодь	3—5	10—12
	4—5	Производители	4—5	5—6
Длинноциклические	10—12	Личинки	12—20	30—40
	10—12	Молодь	12—15	30—35
	10—12	Производители	10—12	25—30

На длительность латентного периода влияют и другие более частные причины — наличие врагов, объем водоема, течения, глубины, способы расселения организмов и др.

Чем короче латентный период, тем меньше ненужных усилий прилагается для закрепления нового вида (сокращается число пересадок и объем партий посадочного материала и т. д.) и, конечно, тем дешевле обходится трансплантация. При тщательных наблюдениях за переселением этот период можно сократить до минимума.

Очистка партий переселенцев от биологических примесей. Очистка партий переселенцев от биологических примесей (спутников) является первостепенной заботой акклиматизаторов, но получить чистые культуры при отлове рекрутов в естественных условиях довольно трудно, и для каждого объекта требуется особая методика. Укажем некоторые принципы выбора методов очистки.

Используя миграционные свойства видов, сезонные и суточные ритмы беспозвоночных и рыб, можно отловить почти чистую культуру. Так, многие ракообразные (калянипеда, мизиды и др.) ночью поднимаются в поверхностные слои водной толщи и их отлов в это время суток дает почти чистую культуру. Рыбы и беспозвоночные в определенные сезоны года концентрируются в излюбленных местах нереста или зимовок. В такие периоды легко взять чистые кладки икры рыб, моллюсков и др. На местах нереста (или зимовок) легко отловить половозрелых особей, а затем и молодь.

Используются и экологические свойства видов. Например, свойство фототаксиса, когда особи одних видов группируются в затененной части бассейна, а других — в освещенной. Для других форм нужна определенная освещенность, чтобы заставить их реагировать на свет. Так, в затененном высоком сосуде, освещенном только сверху, дафния поднимается в верхний слой. Если же сосуд будет освещен со всех сторон, то она опустится на дно. При очень ярком освещении полифемус сконцентрируется на свету, а дафния уйдет в тень. В грунте Азовского моря обитает огромное количество мелких брюхоногих моллюсков гидробии. Отобрать их вручную очень трудно, но стоит только одну сторону сосуда с илом, в который зарылись гидробии, покрыть темной крышкой, а другую оставить освещенной, как моллюски вылезут из ила и сконцентрируются на свету. Некоторые полихеты также обладают положительной реакцией на свет, а мечехвосты, лангусты, камбаловые и бычки — отрицательной. Комбинируя характер и силу освещения в аквариумах, можно отделить рекрута от спутников.

Разное отношение к солевому фактору помогает отделить методом высаливания морские формы от солоноватоводных, а последние — от пресноводных. Полихеты, помещенные вместе с грунтом в крупноячеистые сита, стремятся закопаться поглубже и уходят сквозь ячею в подставленный противень с чистым грунтом. Используется и свойство стайности. Многие рыбы и беспозвоночные держатся стаями, другие образуют дружки, колонии, прикрепляются к определенному субстрату и т. д., что помогает отбирать их в чистом виде. Знание биологии и поведения рекрута подсказывает нужные приемы его очистки от биологических примесей.

Очистка партии переселенцев от паразитов и болезнетворных бактерий — очень трудная и длительная процедура.

Наиболее безопасно переселять гидробионтов на стадии икры, которая или не содержит опасных спутников и болезней, или поражена каким-либо одним видом заболеваний. Промывка в дезинфицирующих веществах (раствор формалина, акрифлавина, солевой раствор и др.) помогает очистить партии от ненужных и опасных бактерий, вирусов и эктопаразитов. Для избавления от эндопаразитов применяется карантинизация в специальных хозяйствах.

**Трансплантация.** Она предусматривает сбор и заготовку посадочного материала, транспортировку, выпуск объектов в заселяемый водоем. Методы сбора посадочного материала рыб определяются биологией переселенца, его поведением и стадией развития.

**Икра и личинки.** Икру обычно получают на рыбоводных заводах (лососевые, осетровые) или на местах нереста в кладках и гнездах (терпуг и др.). При трансплантации рыб, не освоенных в рыбоводстве, оплодотворенную икру заготавливают на местах естественного нереста (терпуг, нерка, бычки и др.), для чего организуют временные рыбоводные пункты.

Личинок рыб также часто отбирают на рыбоводных заводах или после инкубации икры в питомниках. Личинок перевозят на дальние расстояния реже, чем икру, ввиду их повышенной требовательности к условиям перевозки, а также ввиду высоких темпов и особенностей развития (быстрое высасывание желточного мешка у кефалей, заполнение плавательного пузыря воздухом у полосатого окуня и др.).

**Молодь.** Отлов и перевозка молоди в естественных условиях более сложны и требуют выбора времени, орудий лова и специальную тару для транспортировки. Молодь кефалей, осетровых и других рыб легко переносит перевозку даже при значительных плотностях посадки в живорыбных вагонах или другой аэрируемой таре. Значительно менее транспортабельна молодь оксифильных рыб, поэтому их стараются перевозить в холодное время года.

**Производители.** Половозрелых рыб отлавливают для пересадки в период нерестового хода и для посадки в транспортную тару из улова отбирают наиболее жизнеспособных рыб.

**Способы перевозки.** Для перевозки живой рыбы используют живорыбные вагоны с аэрационными устройствами, подающими в резервуары с водой и рыбой воздух или

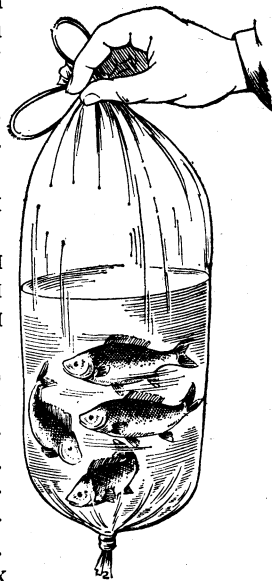


Рис. 42. Пакет для перевозки гидробионтов, заполненный водой и кислородом

кислород, а также пакеты из полиэтиленовой пленки и пенопластовые контейнеры, бидоны, канистры и др.

Большие партии производителей и молоди обычно перевозят в живорыбных вагонах системы ГосНИОРХа, а транспортировка личинок, молоди, сеголетков рыб осуществляется в полиэтиленовых пакетах, предложенных и внедренных ЦПАУ Главрыбвода (рис. 42). Нормы посадки рыб в полиэтиленовые пакеты определены главным образом при помощи расчетной формулы, в которой учитываются температура и влияние углекислоты, выделяемой организмами в замкнутом пакете, заполненном водой и кислородом.

$$B = LU/ДПК,$$

где  $B$  — общая масса рыбы, кг;  $L$  — количество воды, л;  $U$  — критический уровень свободной углекислоты в воде, мг/л;  $Д$  — длительность транспортировки, ч;  $П$  — выделение углекислоты, мг·л/ч;  $K$  — коэффициент растворения углекислоты в воде.

Значение коэффициента  $K$  изменяется с температурой: при  $5^{\circ}\text{C}$  — 0,58; при  $10^{\circ}\text{C}$  — 0,55; при  $15^{\circ}\text{C}$  — 0,5; при  $20^{\circ}\text{C}$  — 0,48;  $25^{\circ}\text{C}$  — 0,4.

Максимальные плотности посадки личинок и молоди рыб рассчитывают при помощи формулы, в которой учтен фактор пространственного расположения перевозимых организмов.

$$M = V/V_1n,$$

где  $M$  — количество организмов, шт.;  $V$  — объем воды, л;  $V_1$  — объем, занимаемый движущимися организмами, л;  $n$  — коэффициент свободного пространства.

Значение  $n$  для мелких водных организмов массой менее 1 г должно быть не менее 8—10, при массе более 1 г — 2—4, т. е. на один объем животного должно приходиться в первом случае 8—10, а во втором 2—4 объемов воды.

Т а б л и ц а 26

Плотность посадки рыб в стандартный полиэтиленовый пакет при температуре  $15^{\circ}\text{C}$ , экз.

Рыбы	Масса, г	Длительность транспортировки, ч						
		5	10	20	30	40	45	50
Карповые	2	1500	1500	900	600	500	445	400
	20	300	255	145	105	80	70	60
Осетровые	2	350	350	200	135	105	90	80
	20	90	50	28	19	14	12	11
Лососевые	2	350	350	330	220	165	150	135
	20	85	85	46	30	23	20	18
Окуновые	2	300	300	300	300	270	240	215
	20	75	75	55	39	29	26	23

При использовании этих формул следует учитывать вид транспортируемого объекта, температуру во время пути и другие факторы, для чего составлены специальные таблицы, позволяющие со значительной надежностью и экономностью загружать интродуцентами тару (табл. 26).

Для транспортировки молоди и рыб средних размеров используют полиэтиленовые пакеты вместимостью 40 л. Половина их объема заполняется водой, и в соответствии с расчетными формулами помещаются объекты перевозки, а остальное пространство пакета заполняется кислородом. Крупных рыб перевозят в индивидуальных, лучше двойных пакетах, изготовленных

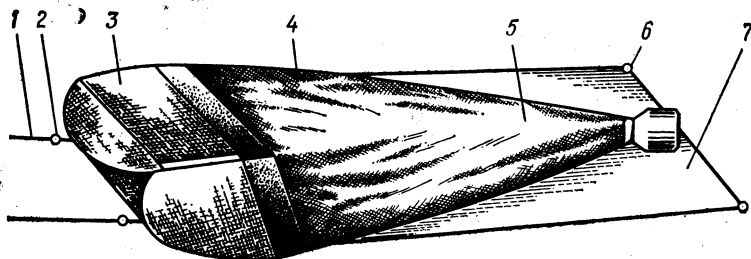


Рис. 43. Гидробиологический салазочный трал:

1 — ваер; 2 — вертлюг; 3 — обшивка каркаса трала из мешковины и полотна; 4 — мешок из капронового газа № 18; 5 — подставка трала из бязи для крепления к уловителю (стакан, 0,5-литровая банка); 6 — тормозной груз; 7 — фартук из бязи или листа железа для предохранения сетного мешка и уловителя

с учетом длины рыб. Так, при доставке белуг массой 80—100 кг используют пакеты вместимостью 300 л.

Полиэтиленовые пакеты помещают в пенопластовые термоизолирующие контейнеры, предохраняющие переселенцев от колебаний температуры, картонные коробки или ящики.

Заготавливать и транспортировать беспозвоночных труднее, чем рыб. В этом случае применяют многообразные методы отлова, очистки от биологических и механических примесей. Раньше при заготовке и транспортировке бокоплавов их помещали в корзины и перевозили во влажной атмосфере, как речных раков или омаров. При интродукции нерейд и моллюска абра в Каспийское море их отбирали из грунта и промывали. Промытых беспозвоночных размещали на противнях с очищенным от органики грунтом (песок, мелкая ракушка) с добавкой активированного угля и малым количеством морской воды. Противни помещали в изотермические контейнеры с двойными стенками, между которыми закладывался лед. Внутри контейнеров поддерживалась температура 5—10 °С.

В настоящее время живой груз перевозят на катерах, судах, по железной дороге и самолетами. При перевозке мизид их

отлавливают весной (апрель—май) салазочным тралом (рис. 43) в местах массовой их концентрации. Трал несколько измененной конструкции прикрепляют к раме, и он лежит на подстилке из железного листа. К кутку тралового мешка прикрепляют в качестве уловителя стеклянную банку. За 8—10 мин траления в местах больших скоплений мизид их отлавливают 10—20 тыс. особей. На заготовку партии числом 1—1,5 млн. мизид при слаженной работе требуется несколько часов. Отловленных мизид помещают в полиэтиленовые пакеты, заполненные водой и кислородом. Пакеты упаковывают в картонные или пенопластовые контейнеры с добавлением льда. Плотность посадки мизид зависит от объема кислородной прослойки в пакете, от температуры и длительности пути. Интенсивность потребления кислорода известна и позволяет рассчитать длительность выживания мизид в транспортной таре.

При интродукции калянипеды в Аральское море ее отлавливали в кубанских лиманах весной. Для этого использовали сетку Джеди. Затем калянипед помещали в канны из оргстекла. За несколько часов отлавливали сотни тысяч и даже миллионы калянипед.

Небольшую примесь пресноводных зоопланктеров осаждали на дно, повышая соленость воды до 7—8‰. Более стойкие особи калянипед оставались при этом в толще воды. Этих особей переливали сифоном в полиэтиленовые пакеты, заполненные чистой водой и кислородом. Плотность посадки рачков составляла 1 млн. шт. на пакет.

Попытки переселить камчатского краба в Баренцево море предпринимались неоднократно, но главным препятствием являлись длительность перевозки и отсутствие подходящих способов транспортировки. Взрослых крабов отлавливали сетями в заливе Петра Великого и в течение 5 сут содержали в плавучем садке размером  $2 \times 1 \times 0,7$  м. Затем в каннах из оргстекла вместимостью от 60 до 100 л при температуре воды 5—10°C и хорошем насыщении воды кислородом они транспортировались до побережья Баренцева моря на вертолетах, самолетах и катерах в течение 128 ч. При перевозке 115 молодых крабов (1—3-летки) из залива Петра Великого, содержащихся в одной канне объемом 40 л, 98 экз. из них благополучно перенесли путешествие и были выпущены в Баренцево море. Затем были перевезены 9970 шт. сеголетков и годовиков краба. Молодь перевозилась в каннах, вода в которых обогащалась кислородом, при температуре воды 12—15°C. Посадка молоди на одну канну объемом 40 л была: сеголетков, 1000 экз.; годовиков 600 шт. Отхода сеголетков не было, а отход годовиков за 130 ч перевозки составил 15%. Погибали главным образом линяющие особи.

Достаточно успешно была осуществлена перевозка 2,2 млн. икринок краба на рамках в изотермических ящиках при темпе-

ратуре 0—3 °С. После 135-часовой перевозки и 7-суточной инкубации выклюнулось 1,5 млн. личинок.

Мировой опыт, а также опыт СССР последних десятилетий показывают, что правильно подготовленные интродукции водных организмов завершаются натурализацией или поэтапной акклиматизацией хозяйственно-ценных видов с введением многих из них в аквакультуру. Это в свою очередь способствует улучшению качественного состава промысловой и кормовой фауны, повышению промысловой, а иногда и биологической продуктивности пресных и морских бассейнов, а также выростных полигонов. Рыбы и беспозвоночные — акклиматизанты вошли в практику рыбного хозяйства, работы приняли плановый характер и стали проводиться на научной основе, преследуя биологическую и хозяйственную целесообразность. Работы можно проводить только с разрешения консультативного совета МРХ СССР.

В целях получения большей пользы от интродукции гидробионтов необходимо обобщать мировой опыт и результаты современных и прошлых интродукций, углублять теорию акклиматизации и культивирования водных организмов, выявлять в мировой фауне и флоре обменный фонд — наиболее ценных и биологически продуктивных гидробионтов, изучать их потенциальные эколого-физиологические и биологические свойства и определять наиболее целесообразные пути их расселения.

## Глава 8

### **ОБОРУДОВАНИЕ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ХОЗЯЙСТВ МОРСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ**

Развитие современной морской аквакультуры немыслимо без соответствующего инженерного обеспечения. Буквально все этапы процесса разведения и выращивания объектов марикультуры — рыб, беспозвоночных и водорослей — связаны с использованием тех или иных инженерных сооружений, конструкций, аппаратов, приборов и т. д.

#### **§ 22. БИОТЕХНИЧЕСКАЯ МЕЛИОРАЦИЯ**

Морская аквакультура развивается в результате использования биопродукционных свойств естественных водоемов. В отличие от пресноводного прудового рыбоводства, для нужд которого создаются специализированные выростные и зимовальные водоемы, в большинстве хозяйств марикультуры преобладающая часть жизненного периода выращиваемых объектов проходит в условиях естественных водоемов, а усилия человека направлены в первую очередь на получение жизнестойкой молодежи (или сбор ее в естественных водоемах), а так-

же на создание оптимальных условий на подводных плантациях и фермах — соответствующей плотности посадки, предотвращения воздействия хищников и заболеваний и т. д.

При использовании обширных естественных регионов в условиях пастбищного выращивания особое внимание обращается на определение их потенциальных биопродукционных возможностей и прежде всего кормовой емкости.

В этих целях осуществляются разнообразные биомелиоративные и биотехнические усилия по созданию или улучшению условий нереста, воспроизводства и обитания многих рыб, беспозвоночных и водорослей в пределах их естественных ареалов. Создаются дополнительные нерестилища и укрытия, расширяются границы нагульных ареалов и создаются укрытия от хищников или применяются другие способы предохранения от их воздействия, улучшается гидрологический режим, снижается степень загрязненности районов обитания гидробионтов и т. д.

В последние годы у берегов создают подводные сооружения, так называемые искусственные рифы, различного рода плавучие и неподвижные искусственные нерестилища, плавучие укрытия, привлекающие в свою зону пелагических рыб и других морских обитателей.

**Искусственные рифы.** Многие морские объекты приурочены к определенным районам обитания: участкам подводных неровностей; рифовым образованиям; каменистым грунтам и т. д. Здесь они находят благоприятные условия для размножения и питания, укрываются от хищников, и поэтому в этих районах наблюдаются повышенные концентрации рыб и беспозвоночных животных. Между тем обширным площадям прибрежных мелководий свойственны малоизрезанный рельеф дна, песчаные и илистые грунты, отсутствие подводных зарослей, что делает их малообитаемыми. Создавая здесь подводные сооружения, получившие название «искусственные рифы», удалось повысить в этих местах рыбопродуктивность. Для этого можно использовать корпуса старых трамваев, автомашин, изношенные автопокрышки, бетонные конструкции, крупные камни и т. д. В настоящее время изготавливают бетонные цилиндры, призмы или полусферы размером 2,5—3 м, которые устанавливают на глубине до 150 м (рис. 44).

Искусственные рифы обрастают водорослями, и в их зоне увеличивается численность как собственно придонных обитателей — камбал, морских окуней, песчанок, терпугов и других рыб, а также креветок, крабов, морских ежей, моллюсков и других беспозвоночных, так и пелагических рыб. Уровень биопродуктивности и объем вылова возрастают в несколько раз.

Преобразование подводного ландшафта прибрежного мелководья приводит к наибольшей продуктивности при одновременном культивировании обитающих здесь рыб и беспозвоночных животных. Многие страны успешно работают над созданием

широких полос искусственных рифов вблизи своих берегов. У берегов Японии создаются многочисленные подводные убежища, которые в ближайшие 10—15 лет будут установлены на протяжении 5 тыс. км, что позволит повысить вылов рыбы на 250 тыс. т.

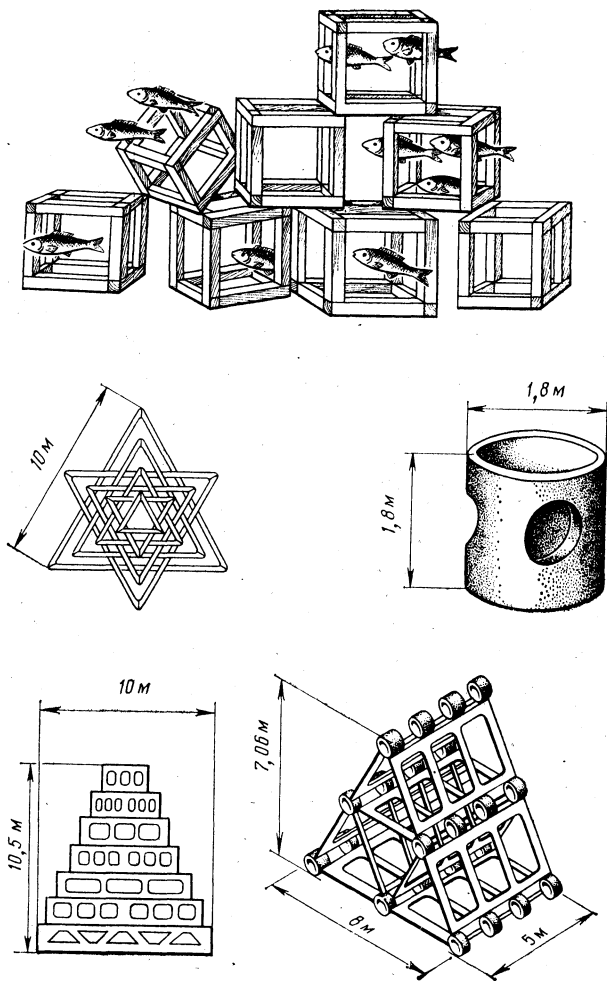


Рис. 44. Различные конструкции элементов искусственных морских донных рифов

Вдоль Адриатического побережья Италии устанавливают искусственные рифы в виде пирамид из бетонных блоков размером  $2 \times 2 \times 2$  м, отстоящих друг от друга на расстоянии 50 м,

а площадь каждого участка таких рифов составляет 3 га. Спустя 2—3 года после установки биопродуктивность этих зон заметно увеличилась. Продукция мидий, устриц и мелких гастропод возросла так же, как и численность рыб, и составляет для каждого участка 160 т мидий, 176 т гастропод и 20 т рыбы.

Вблизи Тихоокеанского и Атлантического побережий США созданы обширные участки искусственных рифов. Один из них, расположенный на глубине 10—12 м у берегов Южной Каролины (Атлантика), занимает площадь 35 тыс. м<sup>2</sup>, и в его пределах плотность рыб составляет 3,8 шт. на 1 м<sup>2</sup>, что в 1,8 раза больше, чем до создания рифов. Большие рифовые зоны созданы вдоль побережья Южной Кореи и Испании. Один из крупных рифов у берегов Испании расположен на глубине 110 м, имеет длину 1000 м, ширину 50 м, высоту 10 м и объем 250 тыс. м<sup>3</sup>.

В нашей стране подводные рифы создаются в Балтийском, Черном и Японском морях. Особенно они перспективны в районах обширных мелководий с песчаными и илистыми грунтами, где существует или предполагается промысел преимущественно крючковой снастью. Благоприятные условия для рыб складываются не только в пределах новых подводных ландшафтов, но и на расстоянии до 300 м от них. Затопление и размещение на песчаном дне Днестровского лимана автопокрышек привело к повышению в 160 раз концентрации бычков, а также плотвы, густеры и щуки. На покрышках активно нерестились бычки, откладывая до 40 тыс. икринок на каждой, а выживаемость икры составляла 90—97 %.

Все более широкое применение получают различного рода плавучие конструкции. У берегов Японии широкое распространение получили пелагические сооружения, напоминающие раскрытый зонтик. На пластиковые кольца разного диаметра (диаметр большего кольца 5—8 м) натягивают канаты из синтетического волокна. К кольцам и растяжкам прикрепляют искусственные водоросли. Риф закрепляют с помощью груза в 6—8 т, и он удерживается в вертикальном положении бум из пеностирена. В зоне десятков тысяч такого рода бுவ заметно возросла численность рыб.

В пределах шельфовых и открытых районов океана и особенно в субтропической зоне Тихого и Индийского океанов практикуется установка своеобразных плотов, снабженных гирляндами свисающих с них размочаленных веревок, создающих своеобразные убежища для мелких пелагических рыб (рис. 45). В свою очередь сюда привлекаются активные хищники — тунцы и прежде всего полосатые, которых успешно облавливают в радиусе до 5 км от плота, где средние уловы оказываются в 2—3 раза выше, чем обычно.

**Искусственные нерестилища.** Для создания лучших условий для нереста рыб, прикрепления личинок беспозвоночных или

спор водорослей в пределах районов их естественного воспроизводства широкое применение получают различного рода искусственные субстраты.

При сборе бурых водорослей — ламинарий вместе со слоевищем извлекается камень, к которому оно прикреплено. Оказалось необходимым для предотвращения утраты районов произрастания водорослей возвращать извлеченные камни на грунт, а для расширения площадей дополнительно создавать каменистые покрытия дна.

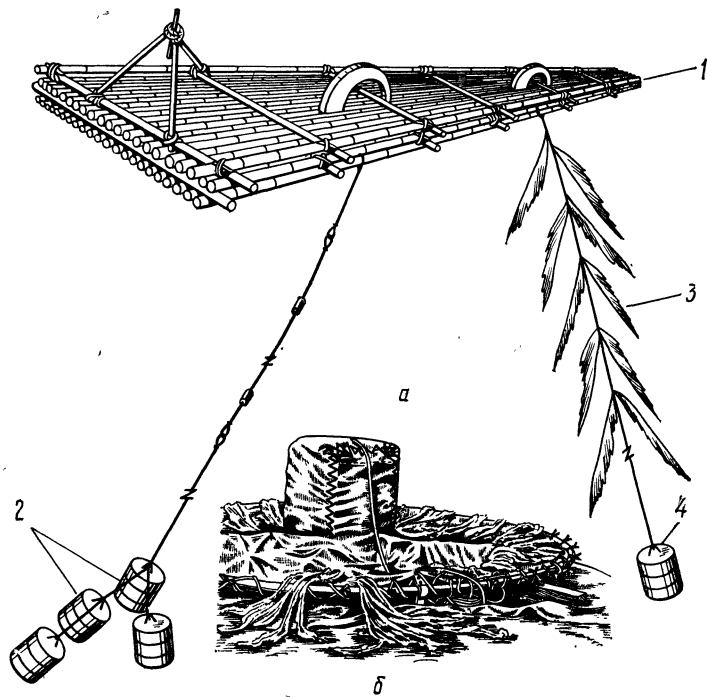


Рис. 45. Различные конструкции плавающих искусственных рифов:

*а* — бамбуковый плот (1), установленный на якорь (2) с подвешенными на канатах пальмовыми листьями (3) и грузом (4); *б* — плот из синтетического материала со свисающими искусственными водорослями

Существенные результаты по интенсификации нереста охотской сельди были получены путем создания искусственных нерестилищ. Эта популяция сельди нерестится в самой прибрежной зоне Охотского моря и прежде всего в районе заливов Алдома, Аян и др., а икру откладывает преимущественно на заросли зостеры. В результате загрязнения в последние годы эти заросли во многих районах Северной Пацифики почти пол-

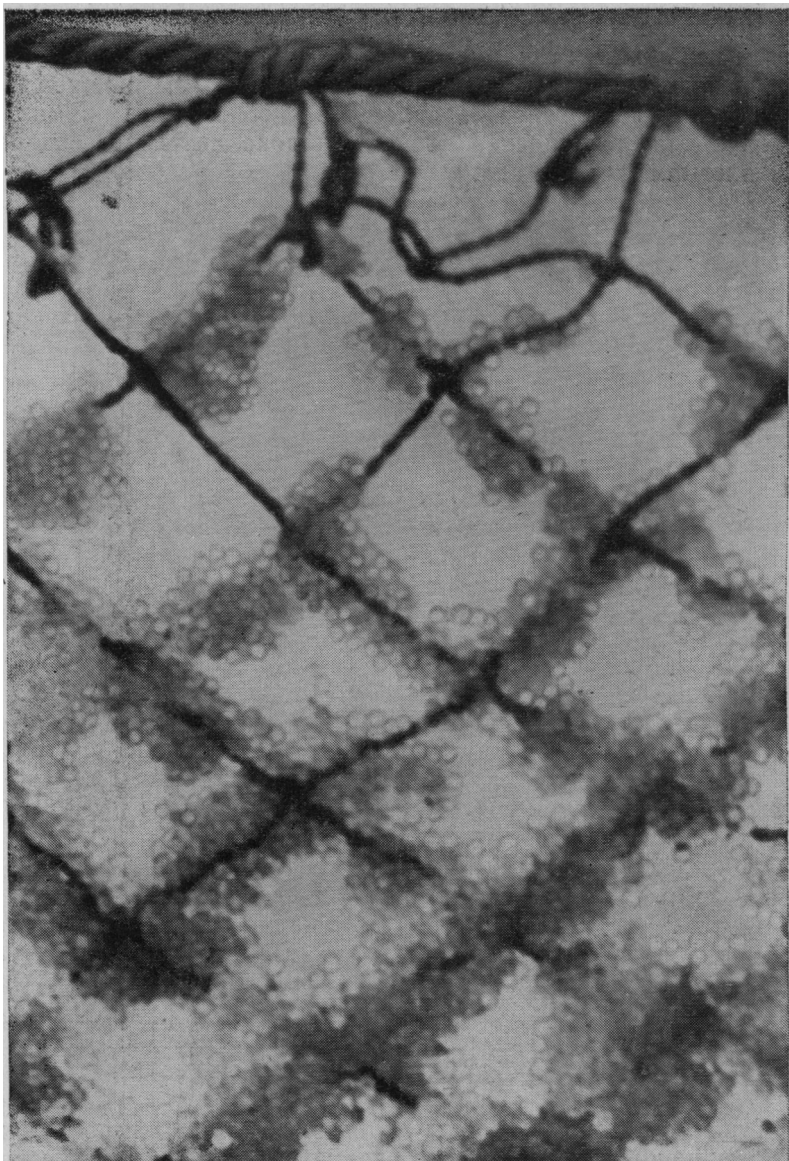


Рис. 46. Икра охотской сельди на сетном полотне искусственного нерестилища

ностью исчезли, что сделало невозможным результативный нерест этого стада сельди, обеспечивавшего ранее несколько сот тысяч тонн вылова. Сельдь выметывала икру на сетные крылья ставных неводов, на затопленные сети, различные неровности дна. Многие тысячи тонн икры выбрасывалось на берег и погибало. Результативность нереста резко снизилась, что в сочетании с чрезмерным промыслом привело к депрессивному состоянию запасов. Для избежания этого в районах нереста стали устанавливать плавучие сетные полотна из отслуживших свой срок синтетических рыболовных сетей. Искусственные нерестилища сельдь весьма интенсивно покрывала икрой (рис. 46), откладывая ее в несколько слоев. Икра обмывается водой и аэрируется, что обеспечивает хороший выклев жизнеспособных личинок. Одна такая сеть площадью 20 м<sup>2</sup> производит до 20 т возврата взрослой рыбы. Оказалось также возможным использовать для последующей инкубации выброшенную на берег икру, сохраняющую свою жизнедеятельность в течение 3 сут. В 1982—1983 гг. проинкубировано 200—300 млрд. икринок охотской сельди, и эти работы способствовали восстановлению численности популяции. Удачные попытки создания искусственных нерестилищ сельди сделаны и на Белом море.

Учитывая, что тихоокеанская сайра откладывает икру на плавающие предметы — водоросли, птичьи перья и ветви растений, а результативность воспроизводства зависит от степени засоренности водной поверхности, были проведены опыты по созданию искусственного плавающего субстрата, которые дали положительные результаты.

**Изменение океанического режима.** Во многих районах океанов и морей существует значительная диспропорция между потенциальными возможностями развития биопродукционных процессов в поверхностных слоях и в прибрежной зоне и фактическими объемами биопродукции, что в значительной степени объясняется недостаточным поступлением биогенных элементов, существенно лимитирующих упомянутые процессы.

Проведение вертикального и горизонтального перемешивания водных масс во многих случаях привело бы к существенному увеличению рыбопродуктивности прибрежных районов, где расположены хозяйства морской аквакультуры. Так, ограниченная проточность Японского моря, где выращивают устриц, абалоне, креветок и других гидробионтов, приводит к дефициту кислорода, а тем самым к снижению их продукции. Для предотвращения этого процесса углубляют пролив, чтобы обеспечить лучшую аэрацию, повысить насыщенность биогенными элементами.

Во многих случаях возникает необходимость изменения гидрологического режима прибрежных регионов с помощью создания молов и пирсов, путем углубления дна, строительством дамб, каналов и плотин или других гидротехнических сооруже-

ний. Существенное значение в создании благоприятных условий для развития марикультуры может иметь подъем в поверхностные слои глубинных вод, насыщенных биогенами, что позволит существенно повысить их продуктивность.

### § 23. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Хозяйства морской аквакультуры можно условно подразделить на три группы: хозяйства, где все этапы культивирования объектов проходят в естественных морских условиях (в заливах, бухтах, прибрежных участках моря или в значительном удалении от берегов); хозяйства, где размножение и выращивание объектов проводится частично в морских условиях, а частично в береговых сооружениях с использованием морской или пресной воды; хозяйства, где весь цикл рыбоводного процесса проходит в искусственных условиях на берегу (в бассейнах, каналах и других сооружениях, использующих морскую (частично пресную) воду. Часто такие хозяйства работают на замкнутом цикле водоснабжения, обеспечивающем оптимальные устойчивые параметры среды.

Для морской аквакультуры могут быть использованы как прибрежные, так и открытые районы моря. Наиболее часто хозяйства создают в береговой литоральной (приливной) и сублиторальной зонах. При этом объекты культивируют в поверхностных водах, средних слоях воды и на морском дне, где могут быть использованы различные подводные агрегаты (рис. 47).

Прикрепленные морские организмы (моллюски, водоросли и др.) можно выращивать на морском дне без ограждений, но для подвижных объектов — рыб, ракообразных, некоторых моллюсков и других беспозвоночных — требуются специальные ограждения, предотвращающие уход выращиваемых объектов в море и проникновение в хозяйства хищников. Ограждения могут быть водонепроницаемыми — это разного рода дамбы и плотины (земляные, каменные, бетонные), образующие пруды или отделяющие от моря часть бухты или залива. В таких водоемах водообмен обеспечивается через шлюзы или с помощью системы насосов. Дамбы, шлюзы и насосные станции — это сложные и часто дорогостоящие сооружения (рис. 48). Показанное на рис. 48 морское прудовое хозяйство по выращиванию кефали имеет 250 прудов площадью по 0,5 га. Снабжение прудов морской водой осуществляется через морской шлюз. Конструкция шлюзов для морских рыбоводных хозяйств является одним из важнейших факторов, обеспечивающих успешность работы хозяйства. Шлюз занимает всю ширину дамбы. За 2 ч до того, как уровень приливного течения достигнет дальнего конца шлюза (с сетной решеткой со стороны пруда), затворы шлюза приподнимают, чтобы вода выходила из пруда. Привле-

ценная, этим потоком молодь кефали заходит из моря в шлюз. Когда в шлюзе окажется достаточное количество молоди, со стороны моря опускают решетку, чтобы рыба не ушла обратно в море. Как только уровень прилива станет выше уровня воды в пруду, сетчатую решетку, закрывающую вход в пруд, поднимают, и молодь проходит в выростные пруды. В прудах молодь кефали нагуливается до товарных размеров, питаясь преимущественно перифитоном. Вместе с молодью кефали в пруды заходит и молодь угря. Рыбопродуктивность прудов составляет 120 кг/га кефали и 50 кг/га угря.

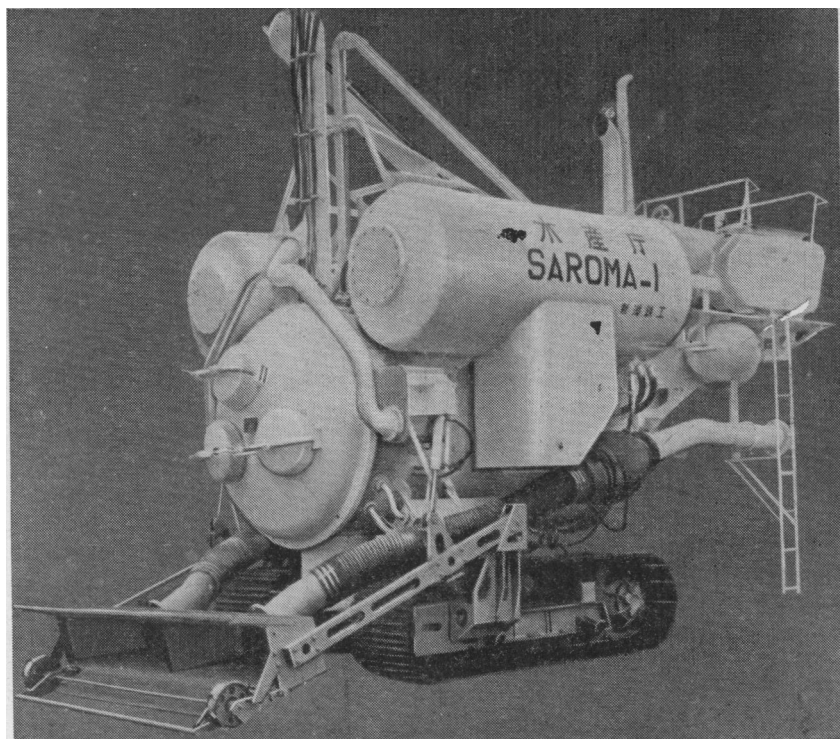


Рис. 47. Агрегат для проведения работ под водой

При выращивании в фьордах лососевых рыб широко используют сетные ограждения, которые устанавливают на шестах в виде подковы. Обычно сеть состоит из двух отрезков: большого вертикального (8 м) и малого горизонтального (1 м), которые сходятся под прямым углом. Разделяющий отрезки трос крепят

к шесту с помощью скоб на уровне морского дна. В этом случае вертикальная часть сети остается натянутой, она ограничивает возможность ухода рыбы из заграждения и попадание извне хищных рыб. Горизонтальный отрезок сети, придавленный тросом, следует рельефу дна, прикрывает пространство между дном

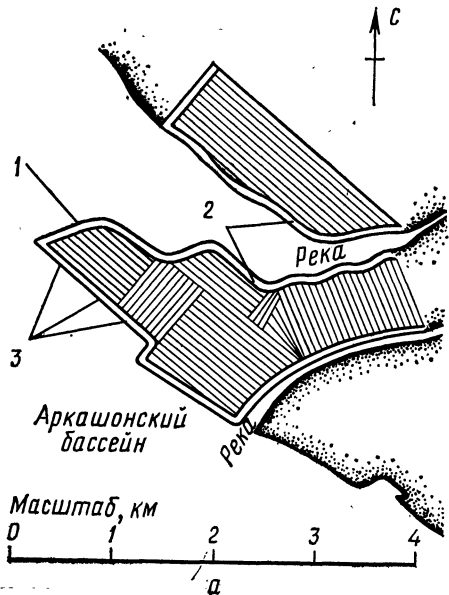
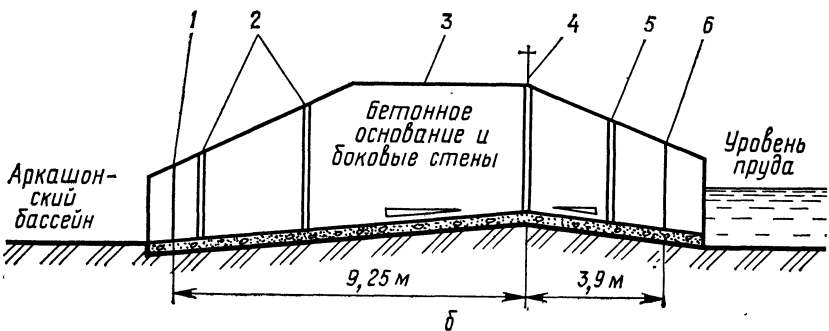


Рис. 48. Морское прудовое хозяйство для выращивания кефали и угря во Франции:

*а* — общая схема: 1 — морская дамба; 2 — внутренние каналы; 3 — шлюзы; *б* — схема морского шлюза: 1 — сетной экран со стороны моря; 2 — пазы, в которые вставляется сетка для вылова угря; 3 — гребень дамбы; 4 — чугунные заборы; 5 — сетной рукав; 6 — сетной экран со стороны пруда



и вертикальным отрезком сети (рис. 49). Наиболее надежны двойные сети. Обе сети идентичны, их располагают параллельно друг другу, но горизонтальные их отрезки от общих шестов направлены в противоположные стороны. С помощью специального кольцевого троса можно поднимать нижний конец сети для осмотра без необходимости демонтировать всю сеть. Иногда

да в качестве ограждения используют алюминиевые щиты или стальные прутья, укрепленные на бетонных балках. Для улучшения водообмена в сетных ограждениях применяют механические аэраторы или подают воду насосами.

Для содержания и выращивания рыб разработаны различные системы садков. Использование садков позволяет быстро и без больших затрат создавать промышленные рыбоводные хозяйства в бухтах, заливах и прибрежных районах моря. По характеру использования различают садки для кратковременного использования или длительного содержания рыб (разного возраста и размера), моллюсков, ракообразных, иглокожих и других беспозвоночных (молоди и товарных объектов).

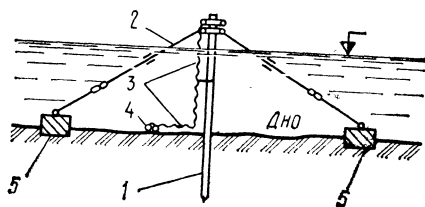


Рис. 49. Сетной барьер:

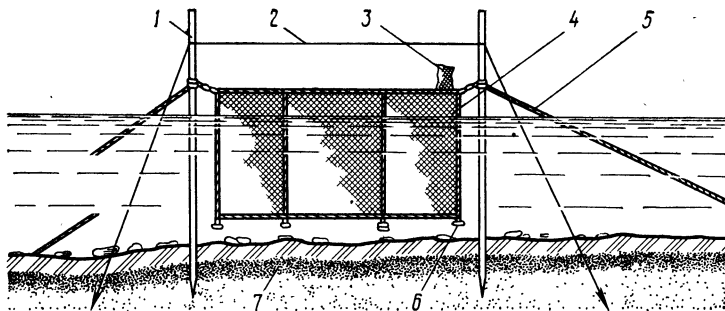
1 — бетонная свая; 2 — стальной трос; 3 — сеть; 4 — цепь; 5 — морские якоря

По способу крепления садков к грунту выделяют стационарные, плавающие и донные садки. Сетная часть садка может крепиться к жесткой или мягкой раме, или поддерживаться на плаву различными буями, бочками, кранцами и т. д. Садки могут быть выполнены из различных проницаемых для воды материалов — сетей из искусственных волокон (капрона, нейлона и др.), металлических сеток (нержавеющей стали, гальванизированной проволоки, покрытых различными пленками металлических сетей, перфорированных металлических, пластмассовых или иных искусственных плотных материалов), а также непроницаемых для воды пленок, иногда используют различные комбинации названных материалов.

Садки могут быть установлены на одном месте на весь сезон выращивания объектов. Так, стационарные садки крепятся к грунту при помощи шестов, бревен (гундер), иногда дополнительно имеется проволочная рама. Вся система крепления в этом случае напоминает установку ставных неводов (рис. 50). Садки используют в относительно слабо защищенных участках морского побережья, такая система, хорошо отработанная при установке ставных неводов, позволяет создавать простые, надежные в эксплуатации штормоустойчивые садки. Такого типа садки уже несколько лет применяют при выращивании осетровых (преимущественно бестера) в Таганрогском заливе Азовского моря. Однако обслуживать и устанавливать эти садки труднее, чем плавающие, поэтому в бухтах и заливах, где есть защита от штормовых волн и достаточная глубина, обычно применяют плавающие садки различной конструкции.

Одним из простейших типов садков является плавающий

садок на жесткой раме — бамбуковый плот и прикрепленный к нему сетной мешок, вся конструкция удерживается на якорях (рис. 51). Такой садок использовался в Японии для выращивания форели, лосося, тая. Размеры садка от 16 до 100 м<sup>2</sup> при глубине 4—8 м. Бамбуковая рама выдерживает значительную нагрузку, и по такому садку можно ходить, что облегчает его обслуживание и кормление рыб.



а.



б

Рис. 50. Стационарные садки:  
а — конструкция садка: 1 — гундера; 2 — проволочная рама; 3 — сетной рукав для посадки в садок рыб и раздачи корма; 4 — садок; 5 — трос, крепящий гундеры; 6 — грузы; 7 — грунт; б — общий вид

В нашей стране, например в Прибалтике, для выращивания рыб применяли плавающие садки на деревянной раме. Такие садки дешевы и просты в изготовлении. Рама садка состоит из двух венцов брусев толщиной 10×10 см, которые укреплены вставками и соединяются между собой болтами. Размер рамы 5×6 м. На раме укреплен сетчатый садок размером 5×4×2,5 м, ячей сети от 5 до 20 мм в зависимости от размеров выращиваемых рыб. Крышка садка поддерживается железными трубами. В крышке имеется сетной рукав, через который задается корм рыбам, проводится наблюдение за рыбами и т. д. Но более удобны в эксплуатации плавающие садки на железной раме, которые собираются из труб, углового железа и деревянных брусев в виде прямоугольного параллелепипеда, с двух сторон установленного на понтоны, функции кото-

рых выполняют полиэтиленовые бочки или полистироловые плиты, укладываемые внутри деревянных мостков (рис. 52). В раме укрепляют делевой садок размером 3,5×3,5 м. Глубина садка 3 м. На понтонных мостках могут при любой погоде работать 2 человека. Разработан также садок на пенопластовых буйх (рис. 53).

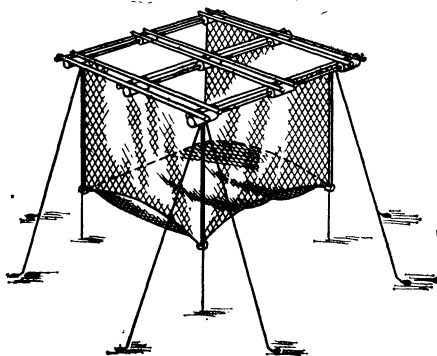


Рис. 51. Садок на бамбуковой раме

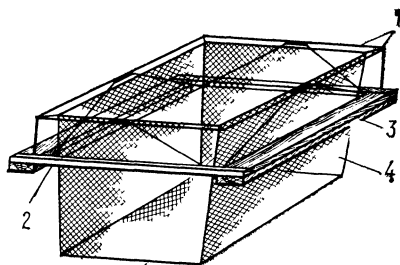


Рис. 52. Плавающий садок на понтоне:

1 — рама из железных труб; 2 — деревянные брусья; 3 — полистироловые плиты в деревянном каркасе; 4 — делевой садок размером 3,5×3,5×3 м

Садки на железных рамах следует устанавливать в защищенных от ветра и волн бухтах. Их удобно обслуживать и заменять в них сетную часть садка, кроме того, конструкция таких садков позволяет устанавливать автоматические кормораздатчики.

Садки на деревянной раме можно использовать как в защищенных от волнения бухтах, так и в открытой части заливов. Такие садки просты в изготовлении, долговечны, обладают малой парусностью, но их сложнее обслуживать.

Для открытых участков моря применяют штормоустойчивые погруженные садки с мягкой рамой, которая представляет собой три соединенных между собой кольца диаметром около 6 м (рис. 54). Два кольца — верхнее и расположенное на глубине 3 м — изготавливают из пластмассовых труб, третье, находящееся на глубине 6 м, — железное. Сетная часть садка крепится по периметру колец, таким образом создается емкость цилиндрической формы с полезным объемом около 150 м<sup>3</sup>. К верхнему кольцу прикрепляется сетчатый конус, соединенный со специальным устройством, состоящим из жерди на одном конце, наплавам посередине и веревочной петли, прикрепленной к вершине конусообразной сетной крышки садка. При штилевой погоде или слабом ветре сетчатый конус фиксируется в надвод-

ном положении, что дает возможность форели иметь доступ к атмосферному воздуху, который она периодически заглатывает. При усилении ветра сильное натяжение якорного устройства преодолевает массу груза, закрепленного на одном конце жерди, и жердь меняет на-

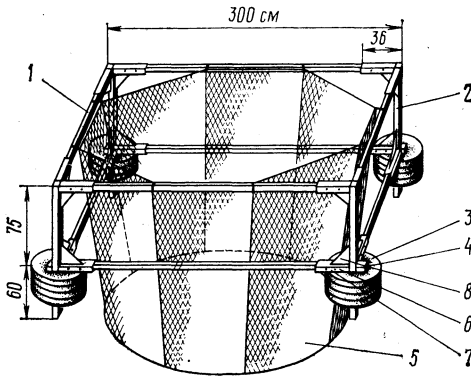


Рис. 53. Садок на поплавках:

1 — 4-гранная труба 25×28 мм; 2 — угловая стойка из 4-гранных труб; 3 — поплавок из пенопласта; 4 — разъемные звенья; 5 — сетная часть садка; 6 — болт 50×12 мм; 7 — горизонтальные трубчатые гнезда угловых стоек; 8 — связующий стальной треугольник

клонное положение на почти горизонтальное. Таким образом конус опускается, и парусность садка снижается до минимума. В Черном море хорошо зарекомендовал себя морской садок, сделанный на основе рассмотренной конструкции. Полезный объем садков 80—140 м<sup>3</sup>. С одного садка можно получить за сезон до 1000—1500 кг товарной форели. Садки испытывались в бухтах Черного моря, они выдерживали штормы со скоростью ветра до 40 м/с и высотой волны до 3 м.

Однако контроль за рыбой в таких садках затруднен, а в случае повреждения быстрая смена сетной части практически невозможна.

В небольших бухтах и заливах, защищенных от штормов, применяются садки, поддерживаемые на плаву понтонами. Наличие понтонов облегчает обслуживание садков, кормление и уход за рыбой. Иногда имеется центральный понтон, к которому подвижно крепятся садки (рис. 55). Такие установки чаще всего используются в закрытых бухтах, озерах. Иногда садки имеют многогранную форму и соединяются в комплексы. Такие установки применяются в Норвегии, Швеции для выращивания товарной форели или лосося (рис. 56). Иногда садки объединяются в большие комплексы при помощи понтонных секций с металлическим покрытием, соединенных подвижно так, что образуется большое по площади водное хозяйство.

Садковые комплексы обычно закрепляют на одном месте на весь сезон, поэтому влияние их на окружающую среду более сильное, чем при установке садков на одном якорю, когда садки одиночно или группами по 5—10 шт. крепятся к одному якорю и, свободно разворачиваясь по ветру, используют большую площадь, описываемую радиусом, равным длине всей установки (рис. 57).

В защищенных бухтах применяются также открытые садки

без жесткого каркаса, поддерживаемые поплавками из пенопласта, резины и других материалов (рис. 58). В таких крупных садках ( $50 \times 25$  м) при глубине до 8 м выращивают желтохвоста—быструю крупную рыбу, обитающую в открытых районах океана.

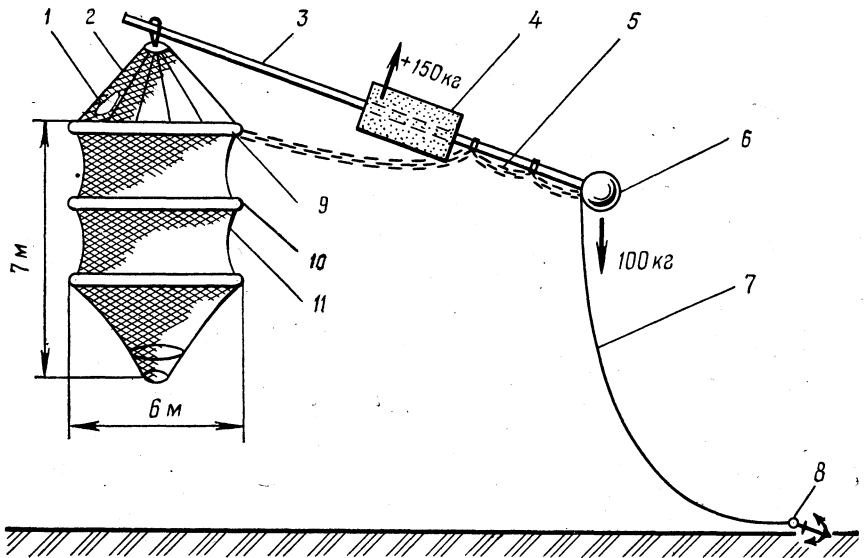


Рис. 54. Цилиндрический садок с балансиром:

1 — кормовое отверстие; 2 — конус; 3 — бревно-баланси́р; 4 — пенопластовый буй; 5 — цепь; 6 — груз; 7 — канат; 8 — якорь; 9 — полиэтиленовые рамы; 10 — поддерживающие рамы (полые); 11 — делевый садок

Для установки в море вдали от берегов применяются самопогружающиеся садки, опускание и подъем которых осуществляются при помощи буюв с переменной плавучестью (рис. 59). Несколько таких садковых комплексов расположено в нашей стране в Черном море и на Балтике. Система имеет шесть садков. Садок размером  $10 \times 10 \times 10$  м состоит из стальной рамы квадратной формы, которую собирают на берегу. Все стальные элементы рамы оцинковываются во избежание коррозии. Рама несет различные поплавки, служащие для облегчения массы садка, удерживания садка на определенной глубине при погружении, и, наконец, поплавки с переменной плавучестью, которые при выпускиании воздуха из резинового резервуара, находящегося в них, позволяют садку плавно, но достаточно быстро (5—6 мин) опуститься на глубину 10 м или подняться на поверхность, в последнем случае воздух из специальных резервуаров, где он находится под давлением, поступает в поплавок.



Рис. 55. Плавающий садковый комплекс с центральным понтоном

По внутреннему краю рамы садка подвешивается сетной кубической формы садок, где и выращивается рыба. Сеть выполняется из различных синтетических материалов, пропитывается противообрастающим составом. В таких садках, установленных в открытых районах морского побережья, выращивают товарных рыб, в том числе и крупную радужную форель. Имеется набор из сетей трех размеров: для рыб массой 50—100 г применяются сети с ячеей 27 мм; для рыб от 300 до 1000 г — 43 мм; а для товарных объектов массой 1—3 кг — 60 мм. В каждом из

шести садков, имеющих объем 1000 м<sup>3</sup>, можно вырастить 10—15 т форели или 7—8 т лососей.

Погружение и всплытие садка осуществляются через систему радиоуправления, которая включает в себя береговую станцию и морскую станцию-буй. Береговая станция имеет передатчик мощностью 0,5 Вт и генератор сигнала вызова тотального типа

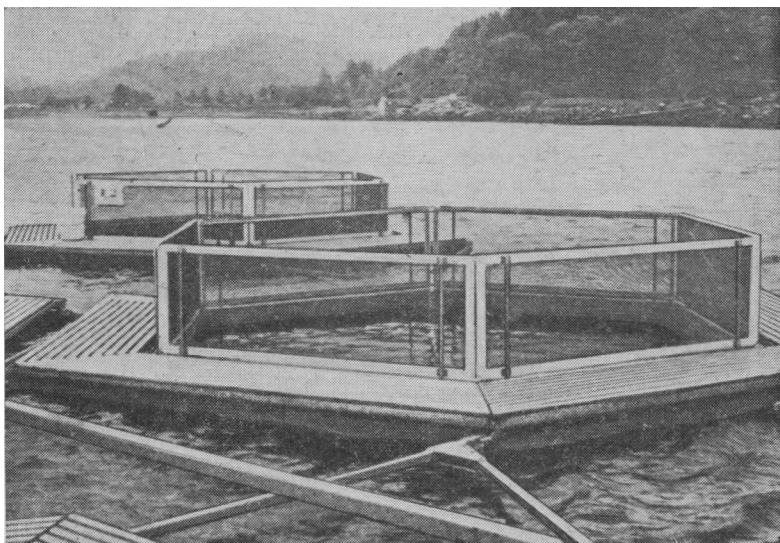


Рис. 56. Многогранные садки для выращивания радужной форели и лосося

четырёх последовательных частот. Она может находиться от садка на расстоянии до 15 км. Морская станция представляет собой буй с вмонтированным приемником чувствительностью выше 20 дБ для приема радиоволн, посылаемых с берега, а также клапан с электрическим приводом, который открывается или закрывается при сигнале с берега. Морская станция работает от никель-кадмиевых аккумуляторных батарей, подзарядка ее производится один раз в два месяца. При сигнале к погружению клапан открывает шланг, соединенный с поплавками переменной плавучести, расположенный по четырем углам садка, находящийся в них под давлением воздух выходит, и садок равномерно опускается под воду. При сигнале к всплытию через шланг подается воздух из специальных емкостей, где он находится под давлением, в буй переменной плавучести. Иногда подача воздуха осуществляется через шланг, протянутый по дну моря к садку от расположенной на берегу компрессорной станции.

Разработана также система садков, которая опускается или поднимается путем механического удлинения или укорачивания (наматыванием) натяжных канатов. По этому же принципу работают и отдельные садки, устанавливаемые в море на расстоянии до 5 км от берега над глубинами до 60 м (рис. 60). Садок может быть опущен под воду на глубину до 40 м путем наматывания удерживающего садок троса на лебедку, находящуюся на самом садке. Приказ о погружении или всплытии подается на приемное устройство, вмонтированное в буй. Диаметр садка 10 м, высота 5 м. В садках такого типа выращивают товарных рыб, в том числе лососевых.

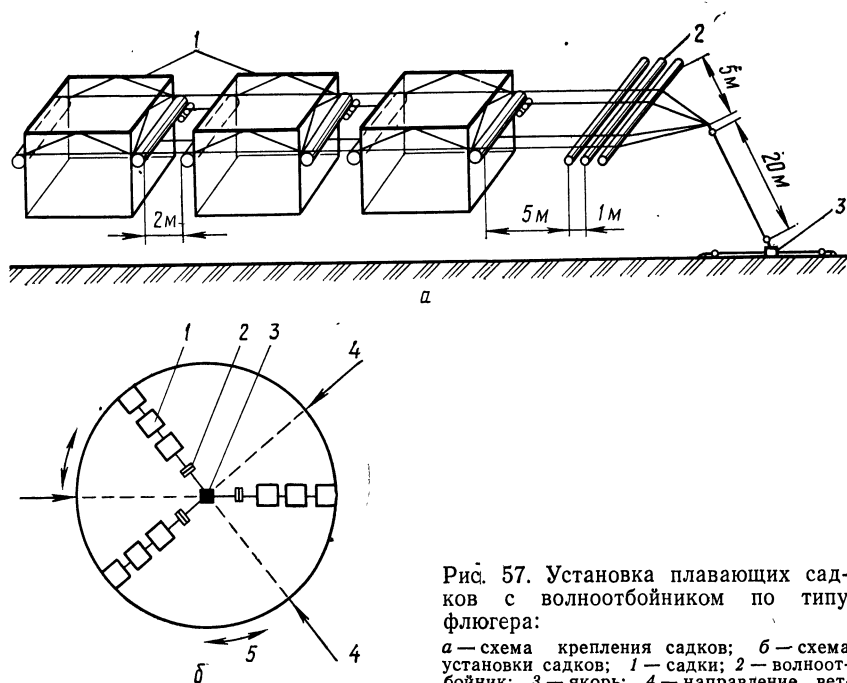


Рис. 57. Установка плавающих садков с волноотбойником по типу флюгера:

*a* — схема крепления садков; *b* — схема установки садков; 1 — садки; 2 — волноотбойник; 3 — якорь; 4 — направление ветра; 5 — перемещение садков

Для работы с крупными рыбами, обитающими в открытых районах океана, например тунцами, лососевыми и т. д., создан дельевый садок диаметром 55 м, который может выдерживать морские штормы и устанавливаться в открытом море (рис. 61).

В последнее время создано несколько конструкций садков из непроницаемого для воды материала (рис. 62). Такие садки могут быть установлены в прибрежной зоне с повышенным загрязнением вод, например вблизи больших городов, где потребность в свежей рыбе особенно велика. Если садки исполь-

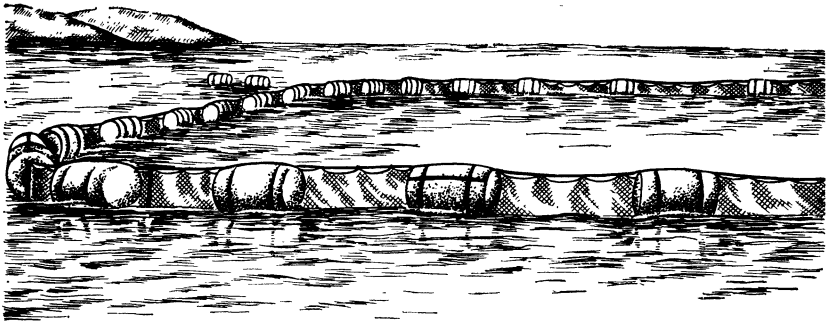


Рис. 58. Садки на буйах для выращивания желтохвоста

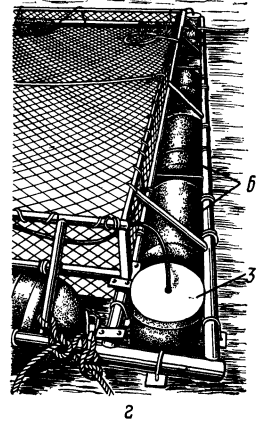
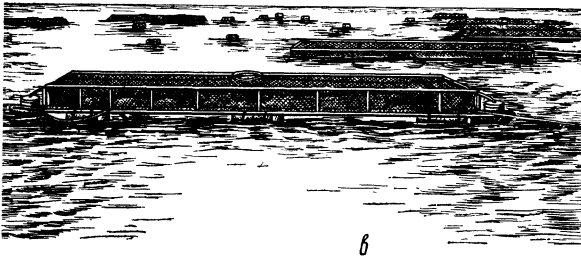
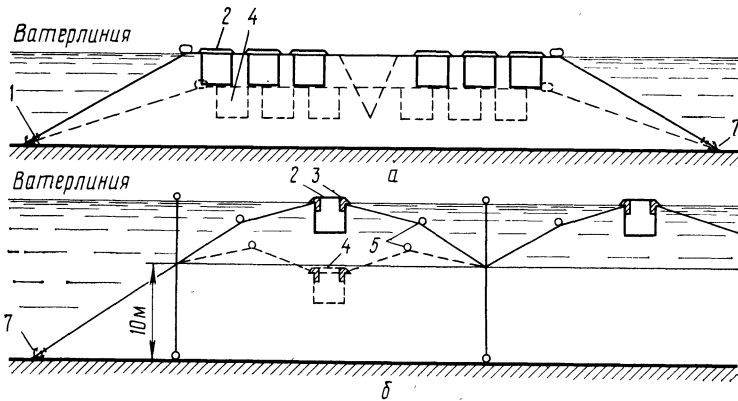


Рис. 59. Линии погружающихся садков:

*a* — схема опускания всех садков при наматывании несущих тросов на лебедку; *б* — схема опускания отдельных садков при выпуске воздуха из буйев-регуляторов; *в* — размещение садков в море; 1 — лебедка; 2 — садок, плавающий у поверхности воды; 3 — буй переменной плавучести; 4 — садок, опущенный на глубину 10 м; 5 — стабилизирующие буй; 6 — поддерживающие буй; 7 — якорь

зуются для кратковременного содержания рыб (по типу живорыбных баз), то они обычно оборудуются аэрационными установками, наполняются чистой морской водой. В садках, установленных в море, сохраняется температурный режим окружающей воды. Садки из непроницаемой для воды ткани могут быть применены для длительного выращивания рыб и других морских объектов. В этом случае садки оборудуются системой

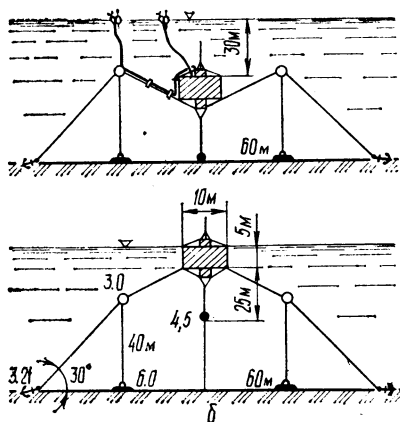
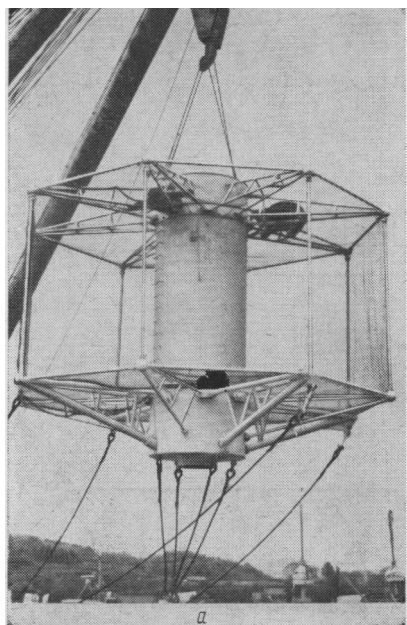


Рис. 60. Погружающийся одиночный садок:

а — общий вид; б — схема погружения и всплытия

принудительного водообмена (прямоточной или замкнутой системы). Непроницаемая ткань может применяться в обычных садках в тех случаях, когда есть опасение нападения на выращиваемых рыб хищников. В этом случае непрозрачная ткань покрывает только часть садка. Было отмечено, что некоторые рыбы в таких полужакрытых садках чувствуют себя спокойнее и лучше растут. И в обычных делевых садках, например при выращивании форели, рекомендуется применять затенение садков, что снижает агрессивность крупных рыб, способствует более равномерному росту стада и повышает в конечном счете выживаемость рыб, улучшает их физиологическое состояние и повышает выход продукции.

Для рыб и донных беспозвоночных разработаны садки, устанавливаемые на дне (рис. 63). В простейшем случае, если глу-

бина установки не превышает 10—20 м, корм подается через специальный рукав, но могут применяться подъемные кормушки часто весьма сложного устройства. Следует еще отметить донные садки-убежища, устанавливаемые в районе нерестилищ рыб или беспозвоночных на короткое или длительное время. Они могут быть выполнены из металла или бетона. При помощи небольших отверстий в садке создается вертикальный конвективный поток, образуются небольшие водовороты, способствующие развитию внутри садка фито- и зоопланктона, что привлекает сюда молодь рыб. Наряду с искусственными рифами, описанными выше, такие донные садки-убежища могут оказать существенное влияние на повышение эффективности размножения морских рыб.

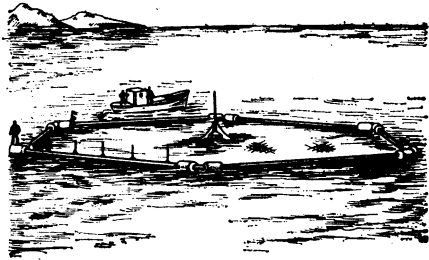


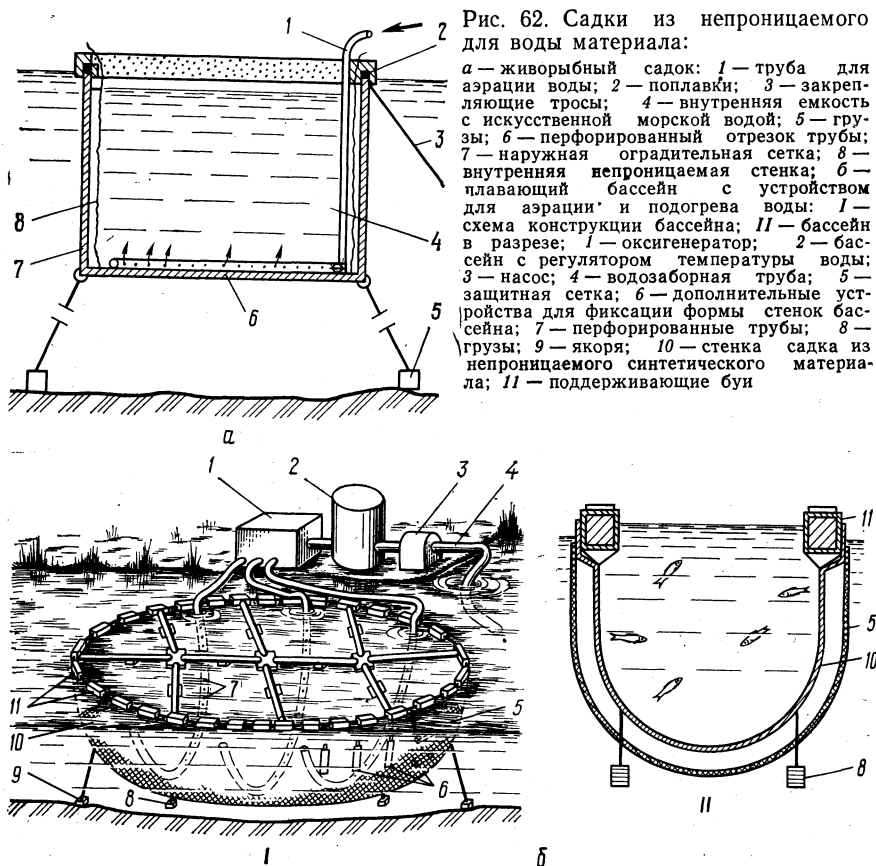
Рис. 61. Садок на эластичных трубах для выращивания рыб в открытом море

При культивировании беспозвоночных также применяются различные садки. Так, выращивание молоди и товарных морских гребешков проводится в садках с квадратным основанием, связанных в гирлянду, или в круглых садках, имеющих несколько поперечных сетчатых оснований (рис. 64). Иногда применяются садки с карманами, в которых выращивают товарных гребешков и устриц.

Морские прибрежные районы, где обычно расположены садковые хозяйства, имеют благоприятный гидрологический режим, но именно эти районы в наибольшей степени страдают от волнения, что связано с особенностями взаимодействия морских волн с дном. При подходе к мелководью изменяются форма и структура волн — гребни заостряются, а впадины делаются более пологими. На глубинах менее половины длины волны гребни начинают забуруниваться, волны становятся короче и крутизна их возрастает. При достижении глубин, равных одной-двум высотам волн, гребни запрокидываются, волны разрушаются и образуются мощные волноприбойные потоки. Для этих потоков характерно резко выраженное возрастание местных давлений, сопровождаемых сильными ударами о преграду. Заякоренные садки, представляющие собой преграду на пути такого потока, испытывают большое давление и могут быть сорваны с якорей или повреждены. Штормы, нарушающие нормальную эксплуатацию рыбоводного хозяйства на открытых акваториях, во многих районах делят значительную часть года. Поэтому прибрежные зоны морей, отведенные для хозяйств

марикультуры, необходимо защитить от штормовых волн (рис. 65).

Большое разнообразие гидрологических и биологических условий используемых акваторий и особенностей применяемых садков привели к разработке различных конструкций волноломов. Использование того или иного типа обосновывается техно-



экономическими соображениями. Во всех случаях конструкция волноломов должна отвечать следующим основным требованиям: не нарушать естественный, установившийся режим водной среды и геологические условия на защищаемой акватории; обеспечивать необходимую степень гашения волны; не сказываться на рентабельности хозяйства; допускать увеличение размеров акваторий без роста дополнительных капитальных вложений; обеспечивать нормальную эксплуатацию садковых хозяйств при различной ледовой обстановке.

В той или иной мере этим требованиям могут отвечать стационарные волноломы волнонепроницаемой и сквозной конструкции, волноломы качающиеся и плавучие, пневматические и гидравлические. Наиболее надежным средством защиты от штормовых волн являются гравитационные волноломы, выполняемые в виде сплошной стенки (каменная наброска, бетонные блоки, массивы-гиганты и др.). Но полностью отражая волны,

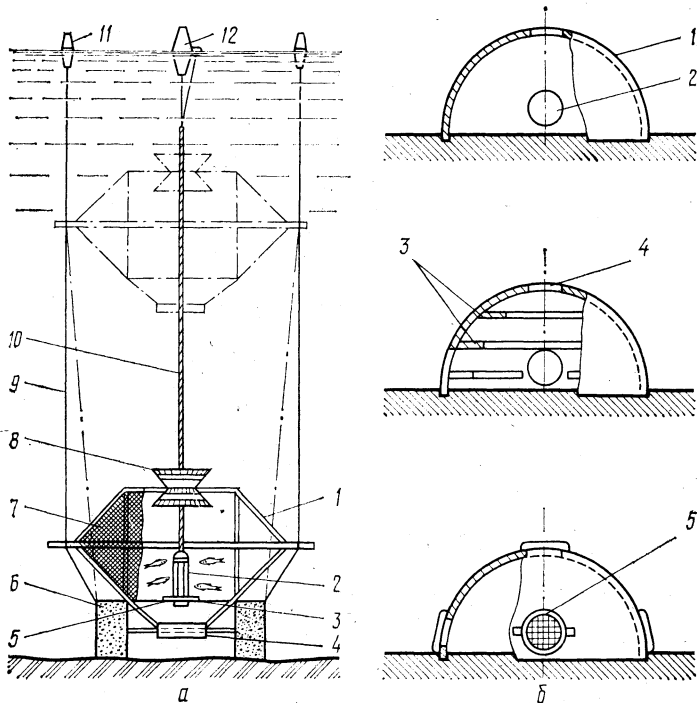


Рис. 63. Донные садки:

*a* — глубоководный металлический садок: 1 — каркас; 2 — ковшка; 3 — крестовина; 4 — камера для хищных рыб; 5 — опущенный до крестовины нижний клапан замыкателя; 6 — бетонные столбы опорной площадки; 7 — металлическая сеть; 8 — замыкатель с закрытым верхним клапаном; 9 — кабели, поднимающие садок; 10 — кабель; 11 — периферийные буй; 12 — центральный буй; *б* — садок для выращивания молоди морских рыб: 1 — куполообразный корпус садка; 2 — боковое отверстие; 3 — перегородки внутри садка; 4 — верхнее отверстие; 5 — сетчатая съемная крышка

такие волноломы способствуют изменению условий обитания морских организмов на огражденной акватории, что приводит к нежелательным последствиям. Кроме того, являясь препятствием на пути перемещений наносных грунтов вдоль берега, волноломы могут служить причиной переформирования береговой линии и нарушать нормальную эксплуатацию береговых

объектов. Использование таких волноломов в морской аквакультуре, видимо, будет ограничено.

Стационарные волноломы сквозной конструкции обеспечивают необходимую степень гашения волны и не изменяют биологических режимов защищаемой акватории, почти не влияют на перемещение наносных грунтов. Сквозной волнолом состоит

из волногасителя, располагаемого в верхнем слое воды, и опорных конструкций (свай, оболочек и др.). В качестве волногасителя применяются экраны, понтоны, решетки и другие конструкции. Эти волноломы несколько дешевле гравитационных, однако жесткое крепление стационарного волнолома усложняет эксплуатацию его в зимний период, когда на акватории образуется ледовый покров, а также в случае необходимости расширения садкового хозяйства или увеличения площади, занимаемой садками.

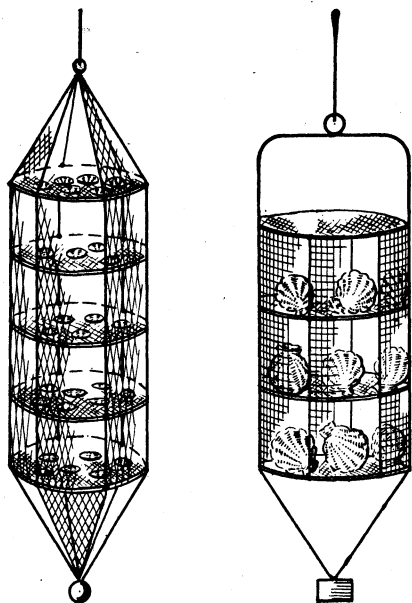


Рис. 64. Садки для выращивания моллюсков на горизонтальных плоскостях и в сетчатых карманах

волногасящие качества таких волноломов, но их установка связана с большими трудностями.

Волнолом, состоящий из платформы-понтон и волногасящего щита, наклоненного к горизонту под углом  $30^\circ$ , может гасить волны высотой 2 м на глубине 4,5 м. С заполненными водой понтонами, погруженными на дно, волнолом работает как стационарный, но при необходимости понтоны продувают воздухом и волнолом можно транспортировать. Для защиты хозяйств морской аквакультуры могут применяться пневматические волноломы, состоящие из компрессорной установки с необходимым комплексом механизмов, устройств и приборов, ресивера, перфорированных рабочих труб, магистрального трубопровода, соединяющего компрессорную (воздухонагнетающую) установку с перфорированными трубами. Сжатый воздух в рабочие трубы подается только в период волнения, представ-

ляющего опасность для защищаемого объекта. Воздух, выходя из отверстий в рабочих трубах в виде огромного количества небольших пузырьков, образует по всей длине волнолома конусообразную завесу. Роль пузырьков воздуха заключается в основном в создании восходящего потока воды, вызывающего образование поверхностного течения, которое и является основным волногасящим фактором. Такие волноломы лучше рабо-

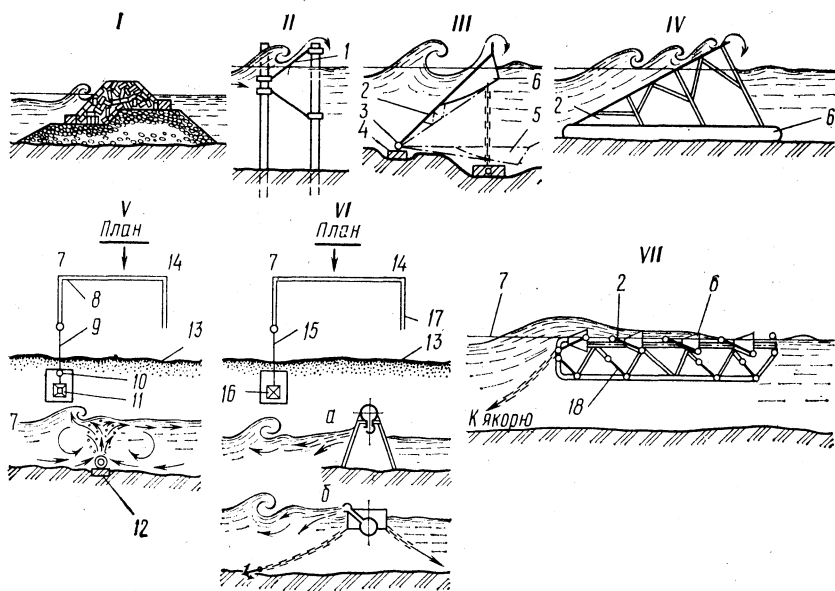


Рис. 65. Различные типы волноломов:

I — волнолом из гравия; II — стационарный сквозной конструкции; III — качающийся; IV — с наклонным волногасителем; V — пневматический; VI — гидравлический; а — стационарный; б — плавучий; VII — плавучий; 1 — волногасящий экран; 2 — волногаситель; 3 — шарнир; 4 — опора; 5 — волнолом опущен на дно; 6 — плавучесть; 7 — уровень воды; 8 — перфорированная труба; 9 — магистральный трубопровод; 10 — ресивер; 11 — компрессор; 12 — фундамент; 13 — берег; 14 — волны; 15 — соединительный трубопровод; 16 — насос; 17 — рабочий трубопровод; 18 — стабилизаторы качки

тают на относительно глубоких участках. Принцип разрушения волн встречным потоком использован и в гидравлических волноломах. В последнее время предложены волноломы из мягких оболочек.

Плавучие волноломы имеют значительные эксплуатационные и экономические преимущества перед другими типами волноломов. Они особенно эффективны при гашении коротких и крутых волн, которые главным образом и мешают нормальной эксплуатации садковых хозяйств. Принцип гашения волн плавучими волноломами основан на явлении концентрации большей

части волновой энергии в верхних слоях воды и ее резком уменьшении с глубиной, заякоренные плавучие волноломы разрушают энергию волнового потока слоев воды, а незначитель-

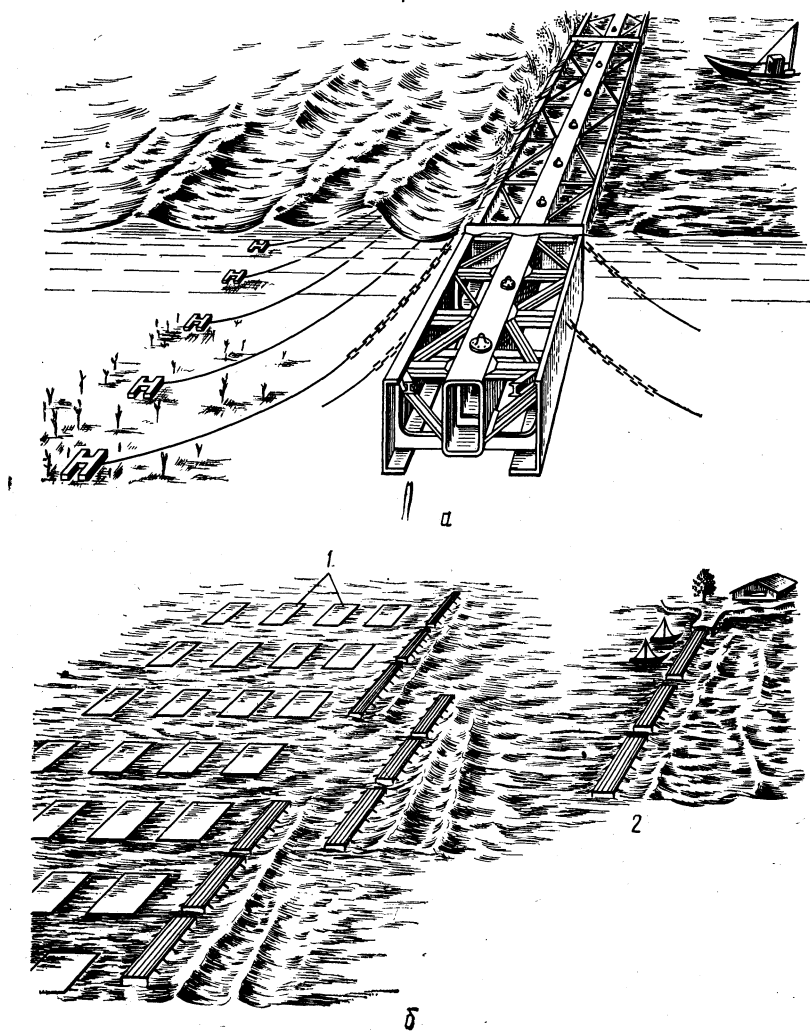


Рис. 66. Плавучий волнолом (Япония):

*а* — схема волнолома; *б* — схема применения: 1 — садковое хозяйство; 2 — стоянка судов в море

ная часть энергии волнового движения глубинных слоев воды не вызывает опасного волнения. Плавучие волноломы гасят волновую энергию отражением, разрушением гребневой волны,

а также при помощи явления резонанса. Считается, что наиболее перспективны плавучие волноломы, приспособленные для разрушения волн. Волногасящие элементы перехватывают часть волнового потока, преобразуют его в поток со струйным течением и отклоняют в нижележащие слои воды, создавая глубоко проникающие течения различных направлений и мощные вихревые образования, что приводит к сильнейшей турбулизации и аэрации масс жидкости по глубине, к активному разрушению орбитальных колебательных движений частиц жидкости в волне.

Плавучие волноломы успешно применяют для защиты от

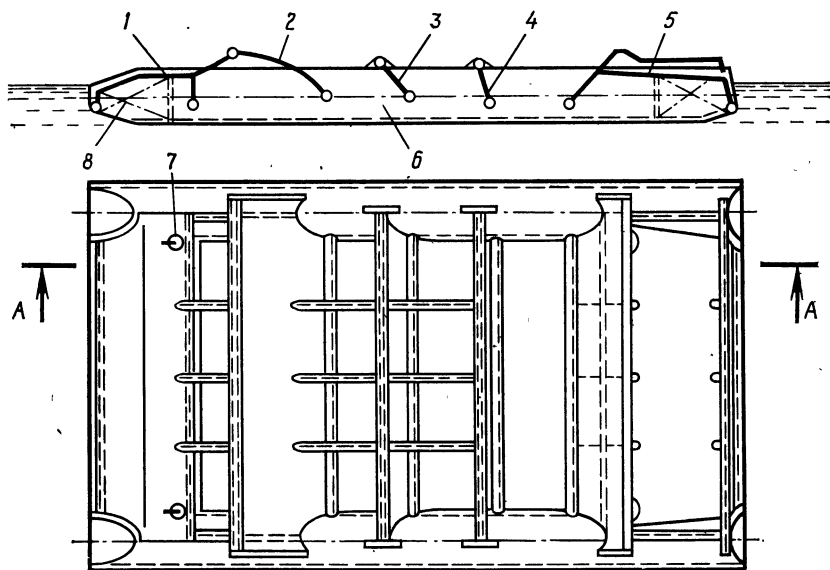


Рис. 67. Плавучий волнолом конструкции ЦНИИСа:

1 — носовой вакуумный стабилизатор; 2 — потоконаправляющий элемент; 3, 4 — вихреобразующие плоскости; 5 — кормовой вакуумный стабилизатор; 6 — трубчатые плавучести; 7 — обратные клапаны для пропуска воздуха; 8 — балластные цистерны

волн акваторий хозяйств марикультуры (рис. 66). Для садковых хозяйств в Таганрогском заливе Азовского моря разработана конструкция плавучего волнолома, рассчитанного на гашение волн высотой до 1,5 м и длиной до 12 м (рис. 67). Волнолом состоит из однотипных звеньев, соединяемых шарнирами и оборудованных устройствами для заякоривания, буксировки и швартовки. При волнении за волноломом образуется волновая тень параболического очертания, в пределах которой высота волны составляет 30—35 % исходной. Глубина волновой тени составляет примерно 1,2—1,5 длины волнолома по фронту волны. Волнолом имеет малую осадку, хорошие волногасящие

свойства при относительно малой массе, приемлемые якорные нагрузки и недорог в изготовлении. Использование волноломов позволит сделать садковые хозяйства и другие хозяйства марикультуры, расположенные в прибрежных районах, более надежными.

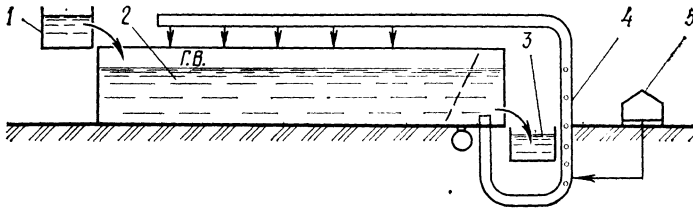


Рис. 68. Примерная схема системы оборотного водоснабжения отдельных рыбоводных бассейнов в хозяйстве «Гиршфельде» (ГДР):

1 — водоподающий лоток; 2 — рыбоводный бассейн; 3 — водосбросной лоток; 4 — эрлифт; 5 — воздушный компрессор; Г. В. — горизонт воды.

В морском товарном рыбоводстве посадочный материал выращивается в морской или пресной воде. Так, например, главные объекты морского отечественного товарного рыбоводства — лососевые и осетровые — на ранних стадиях развития (иногда до года) содержатся в пресной воде. Большая потребность в посадочном материале диктует необходимость интенсификации промышленного осетроводства и лососеводства. Но при этом требуется значительное количество чистой воды, в которой во многих районах ощущается недостаток. В связи с этим перед рыбоводством поставлена задача экономного использования воды, в том числе создание хозяйств, работающих на оборотном водоснабжении или с применением рециркуляции воды. В хозяйствах интенсивного типа применяются многократное и повторное использование воды, циркуляционные и рециркуляционные системы.

В. В. Лавровский выделяет следующие системы использования воды.

Повторное использование воды — прямоточное зависимое водоснабжение нижерасположенных прудов или бассейнов из вышерасположенных, а также использование воды из одного рыбоводного водоема в другом с механической перекачкой.

Многократное использование воды — последовательное использование воды по прямоточному или замкнутому циклу несколько раз (более двух).

Оборотное водоснабжение — вода используется два или более раз по замкнутому циклу, т. е. в системе оборотного водоснабжения (СОВ).

При наличии чистой воды можно применять простейший вид оборотного водоснабжения, когда вода без очистки используется до трех раз, что позволяет экономить воду. Более эффективным являются применение системы оборотного водоснабжения с частичным улучшением качества воды, например аэрацией, терморегуляцией, осветлением.

При аэрации воды при помощи насосов поднимают на высоту нескольких метров и пропускают через простейшие аэрационные установки типа градирни или лестничного каскада, где происходит насыщение воды кислородом. Могут применяться и более сложные системы. Так, в нагульном хозяйстве «Гиршфельде» (ГДР) используется гидропневматическая система автономного оборотного водоснабжения каждого рыбоводного бассейна, а не всего хозяйства. Циркуляционная система состоит из двух эрлифтов, расположенных по бокам на вытоке, которые поднимают отработанную воду на высоту 0,5 м над бассейном и возвращают в распределительные лотки, откуда она тонкими струями поступает в бассейны (рис. 68). Насыщение оборотной воды в эрлифтах до 100 % позволяет использовать ее до 8 раз. При этом на 1 ц товарной рыбы расходуется всего 0,2 л/с свежей воды при общем расходе в микросистеме бассейна 1,7 л/с на 1 ц товарной рыбы. Максимальная продукция 272 кг карпа с 1 м<sup>3</sup> бассейна. Такие системы применяются и в форелевых хозяйствах.

При использовании чистых, но холодных вод (родники, горные речки) для повышения эффективности рыбоводного процесса прибегают к подогреву воды, особенно в системах оборотного водоснабжения инкубационно-мальковых цехов. Так как теплоемкость воды очень велика, то тепловая энергия в системе оборотного водоснабжения в значительной мере сохраняется и затраты на подогрев воды снижаются. Для улучшения температурного режима в выростных и нагульных прудах форелевых хозяйств используют пруды-согреватели, которые одновременно могут играть роль отстойников, позволяя осветлять поступающие в хозяйство мутные воды рек, особенно во время паводка.

Наиболее сложные системы оборотного водоснабжения с очисткой и регенерацией воды открытого типа. В зависимости от уровня нагрузки — количества выращиваемой рыбы на единицу рабочего объема систем — и соотношения рабочего объема с объемом очистных сооружений системы качество очистки воды и сложность системы могут быть различными. При низком уровне кормления и плотности посадки до 1 кг/м<sup>3</sup> достаточно иметь биофильтр и аэратор для очистки оборотной воды. В промышленных системах, где рыбу активно кормят, а плотность посадки рыбы достигает 100—200 кг/м<sup>3</sup>, системы очистки усложняются и могут включать кроме биофильтров и аэратора коагуляторы для осветления воды, отстойники нескольких ступеней, механические фильтры и адсорбционные (угольные)

фильтры, озонаторы, установки для ультрафиолетового облучения воды. На рис. 69 представлена схема системы оборотного водоснабжения с биоочисткой и терморегуляцией.

В нашей стране первая автоматизированная экспериментальная установка с оборотным водоснабжением, предназначенная для выращивания форели, была разработана специалистами рыболовческого колхоза им. Кирова Эстонской ССР. Уста-

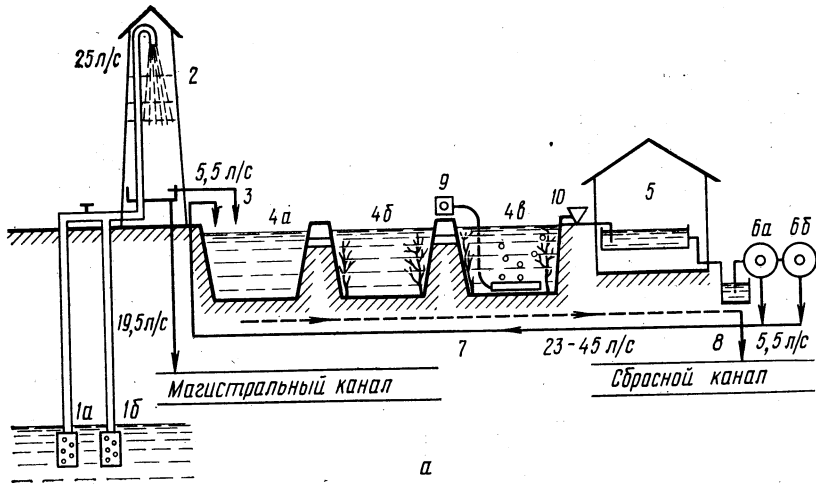


Рис. 69. Схема оборотного водоснабжения форелевого хозяйства «Сходня»:

а — система оборотного водоснабжения инкубационно-малькового цеха из артезианских скважин с очисткой загрязненной воды в биологических прудах; 1а, 1б — артезианские скважины; 2 — градирня-аэратор; 3 — трубопровод артезианской воды; 4а, 4б, 4в — биологические пруды; 5 — инкубационно-мальковый цех; 6а, 6б — насосы оборотного водоснабжения; 7 — трубопровод и лоток оборотной воды; 8 — переливная труба для отработавшей воды; 9 — аэратор; 10 — автоматический сигнализатор уровня режима; б — водообмен в системе оборотного водоснабжения

новка, получившая название Биорек, включает следующие основные узлы: шесть бассейнов для выращивания рыбы; два циркуляционных насоса; бойлер для подогрева воды; пластинчатый биофильтр; вертикальный отстойник; система аэрации

техническим кислородом и сжатым воздухом; компрессор и пульт управления. Оборудование размещается на площади 40 м<sup>2</sup> (рис. 70).

Техническая характеристика систем: объем рециркулирующей воды — 40 м<sup>3</sup>; скорость рециркулирующей воды 10 м<sup>3</sup>/ч; замена воды в течение суток 2—10 % объема рециркулирующей

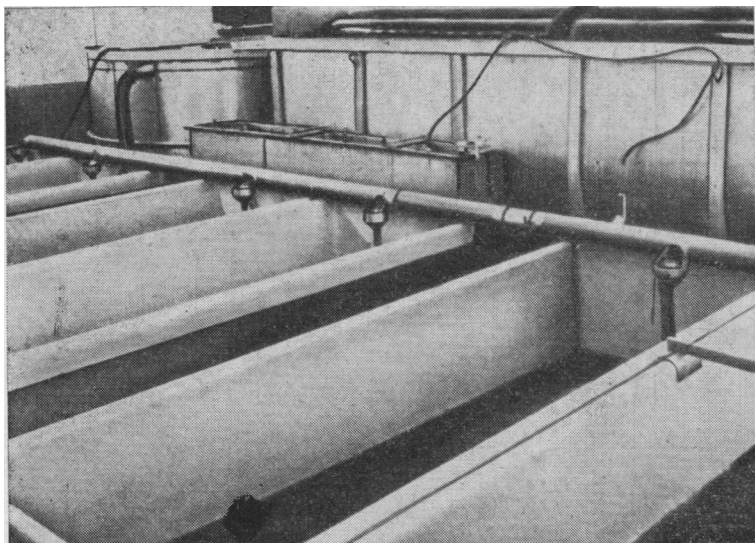


Рис. 70. Опытная циркуляционная установка «Биорек-2»

воды; предел регулирования температуры 12—28 °С с точностью  $\pm 1$  °С; содержание кислорода в воде на входе при температуре 18 °С 16 мг/л; общая потребная мощность 15 кВт; биологически активная площадь 470 м<sup>2</sup>; максимальная (достигнутая) икhtiо-масса форели 900 кг; объем воды в рыбоводных бассейнах 12 (6×2) м<sup>3</sup>. Установка работает следующим образом — загрязненная продуктами жизнедеятельности рыб и остатками корма вода из рыбоводных бассейнов стекает в приемный канал и амортизатор-приямок, из которого циркуляционным насосом перекачивается через бойлер в пластинчатый биофильтр, насыщенная органикой вода в биофильтре перемешивается и аэрируется. Барабан с пластинчатым биофильтром, медленно вращаясь, захватывает воздух и погружается в воду. При этом создаются благоприятные условия для жизнедеятельности бактерий, закрепленных с биоактивным илом на пластинах биофильтра. Продукты обмена и остатки корма перерабатываются бактериями в нетоксичные для рыб соединения. Взвешенные

частицы органики и отработавший биоактивный ил удаляются в вертикальном отстойнике. Твердый осадок из нижних слоев периодически удаляется в специальную емкость. Осветленная вода из верхней части отстойника собирается кольцевым лотком и направляется в аэратор, где содержание кислорода повышается до 14—16 мг/л. В 3 бассейнах системы мальки форели средней массой 12,5 г за 110 сут кормления полноценными гранулированными кормами достигли массы 138 г при нагрузке

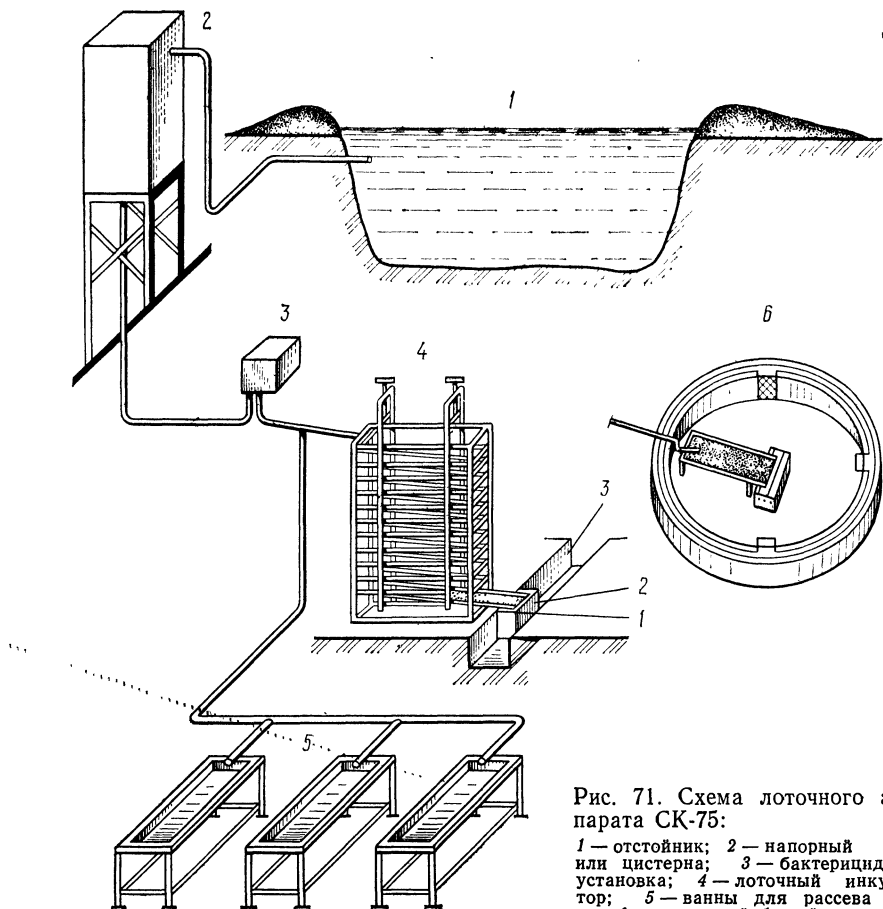


Рис. 71. Схема лоточного аппарата СК-75:

1 — отстойник; 2 — напорный бак или цистерна; 3 — бактерицидная установка; 4 — лоточный инкубатор; 5 — ванны для рассева икры; 6 — выростной бассейн

300 кг ( $50 \text{ кг/м}^3$ ). Создание автоматизированной системы оборотного водоснабжения «Биорек-2» имеет большое значение. Такие системы — это прообраз автоматизированных живорыбных заводов будущего, действующих круглогодично с минимальной затратой чистой воды, не зависящих от климатических и погодных условий.

При разведении рыб, беспозвоночных и даже водорослей применяются различные аппараты для инкубации икры и содержания объектов на ранних стадиях развития. Инкубация икры рыб проводится в различных по конструкции инкубационных аппаратах. В одних имитируются условия естественных нерестилищ, а в других развитие икры происходит при режиме, значительно отличающемся от естественного. Икра осетровых при естественном нересте развивается на каменисто-галечном грунте в приклеенном состоянии. Такой способ инкубации икры применен в аппарате И. А. Садова и Е. М. Кожанской (рис. 71). Оплодотворенная икра при помощи специальной сеялки помещается на лотки, где приклеивается ко дну. Лотки размером  $150 \times 40 \times 180$  см (площадь  $0,6 \text{ м}^2$ ) установлены лесенкой с различным направлением уклона. Вода из флейты, закрепленной на раме первого лотка, сбегает последовательно по всем установленным лоткам, омывая икру. Раз в сутки икру промывают от осевшего ила. Суммарная полезная площадь инкубационного аппарата  $11-12 \text{ м}^2$ . Здесь можно инкубировать  $600-640$  тыс. икринок белуги,  $670-690$  тыс. икринок осетра или  $740-770$  тыс. икринок севрюги.

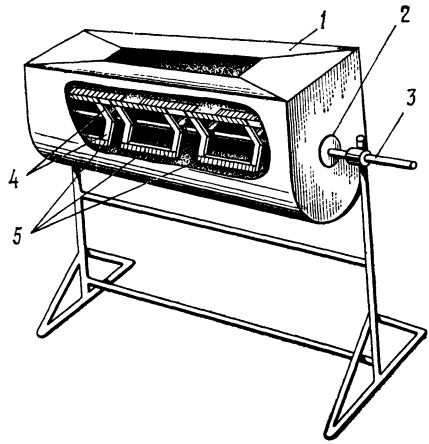


Рис. 72. Аппарат для обесклеивания икры Р. К. Латыпова:

1 — крышка; 2 — сальник; 3 — приводной вал; 4 — деревянные рамки; 5 — резиновые лопасти

Перед выклевом лотки с икрой переносят в выростные бассейны, где выклюнувшиеся эмбрионы сначала попадают в ловушки, установленные поперек лотка, затем выносятся током воды в бассейн. В данной конструкции инкубационного аппарата применяется вода, стерилизованная в малогабаритной бактерицидной установке (МБУ-3), сконструированной Е. М. Кожанской и В. А. Теодоровичем. Однако на рыбоводных заводах чаще применяется инкубация предварительно обесклеенной икры осетровых. Это очень трудоемкий и тяжелый процесс. Разработано несколько аппаратов для обесклеивания икры. В аппарате Р. К. Латыпова икра обесклеивается в барабане, где ее перемешивание осуществляется с помощью четырех трехлопастных резиновых мешалок. Объем барабана  $33 \text{ л}$ , расход воды  $2-2,5 \text{ л/мин}$  (рис. 72). Применяются аппараты, где икра перемешивается пузырьками воздуха, например аппараты

Э. В. Орлова и АОИ. Аппарат Э. В. Орлова представляет собой цилиндр с двойным дном, сюда по системе шлангов подается воздух от компрессора (рис. 73). Пузырьки воздуха перемешивают обесклеивающую жидкость и икру. Разработанный ТехрыбводоМ Министерством рыбного хозяйства аппарат АОИ состоит из трубчатой рамы, на которой расположено 5 сосудов

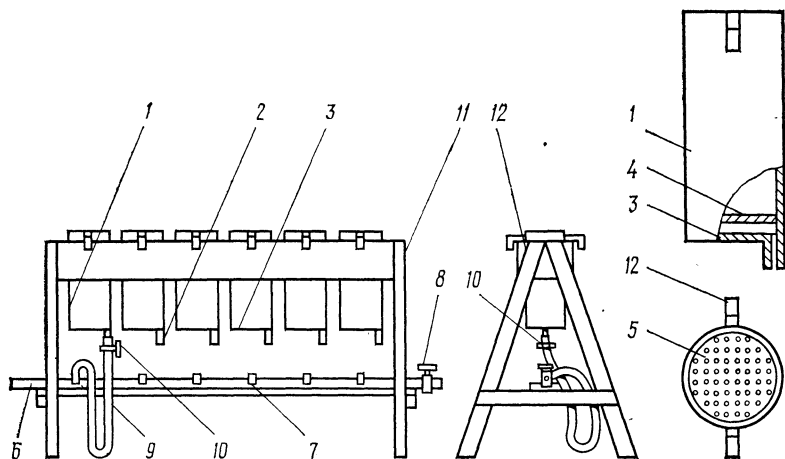


Рис. 73. Аппарат для обесклеивания икры Э. В. Орлова:

1 — цилиндрическая емкость с двойным дном; 2 — патрубок для подачи воздуха; 3 — наружное дно; 4 — вкладыш; 5 — отверстия для прохода воздуха; 6 — труба; 7 — отводы; 8 — кран для понижения давления в системе; 9 — резиновый шланг; 10 — винтовой зажим; 11 — стойка; 12 — рукоятка

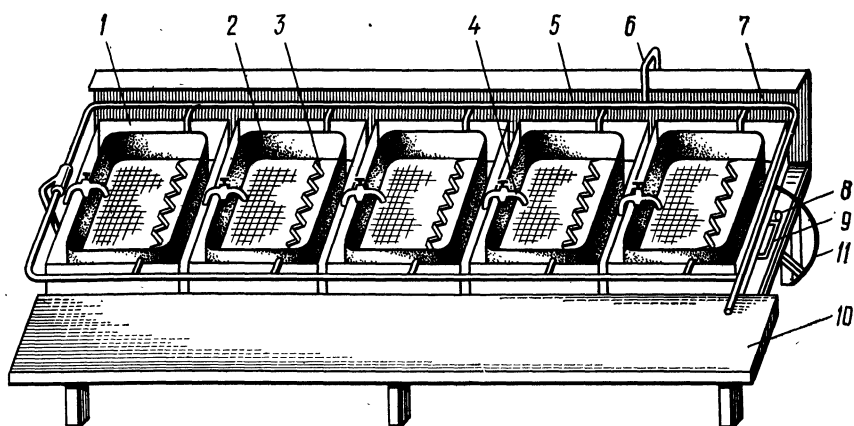
объемом по 11 л. Одновременно в аппарат можно поместить 2—3 кг икры. Воздух и вода в сосуды подаются по гибким шлангам. Обесклеивание осуществляется барботированием обесклеивающей жидкости и икры с помощью подаваемого снизу воздуха.

Аппарат АОИ отличается от других систем тем, что в нем нет движущихся механических частей, которые могли бы травмировать икру.

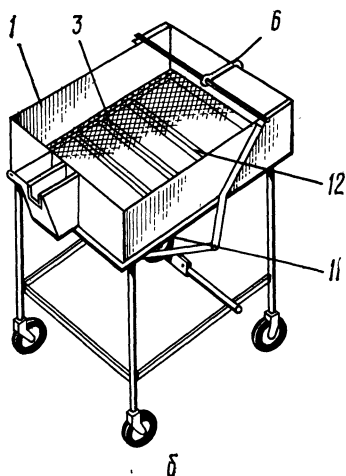
Обесклеенную икру осетровых чаще всего инкубируют в аппаратах П. С. Ющенко (рис. 74). Наибольшее распространение получили вторая и третья модификация. Аппараты состоят из наружного и внутреннего ящиков и лопасти с зигзагообразной пластиной. Внутренний ящик изготавливается из нержавеющей стали, дно его обтянуто латунной сеткой. Наружный ящик изготавливается из оцинкованного железа. Аппараты по четыре штуки монтируются на деревянном столе или устанавливаются на колесиках. Икра инкубируется во взвешенном состоянии, что достигается периодическими движениями лопасти с зигзагообразной пластинкой. Движение рамы с лопастями

происходит вследствие наполнения ковша водой, после опрокидывания ковша противовес возвращает раму в исходное положение. Движение лопасти создает вихревые потоки воды, проникающие через сетчатое дно внутреннего ящика и перемешивающие икру таким образом, чтобы она не опускалась на дно.

В аппарате А. Н. Щеколкина перемещение икры происходит не только в горизонтальной, но и в вертикальной плоскости (рис. 75). В инкубационном аппарате Астраханского отделения



а



б

Рис. 74. Инкубационные аппараты конструкции П. С. Ющенко:

а — стационарные; б — передвижные; 1 — наружный ящик; 2 — внутренний ящик; 3 — лопасть; 4 — водоподающий кран; 5 — подвижная рама; 6 — регулятор движения лопасти; 7 — борт; 8 — водоподающая труба; 9 — водоотводящий лоток; 10 — стол; 11 — тяга; 12 — сетка

Гидрорыбпроекта имеется возможность производить отбор выклюнувшихся личинок автоматически. Использование этого аппарата позволяет увеличить производственную мощность цеха за счет снижения отхода икры в период инкубации и уменьшить трудоемкость обслуживания аппаратов. В инкубационном аппа-

рате «Осетр» конструкции В. М. Федченко осуществляется не только инкубация икры осетровых, но и отбор жизнестойких предличинок. Инкубация икры производится в специальных ящиках, размещенных в лотке. Благодаря колебательным движениям ящиков в вертикальной плоскости создаются условия для хорошего омыwania икры и постоянного нахождения ее во взвешенном состоянии. В каждом аппарате имеется по восемь ящиков, каждый из которых вмещает по 140—180 тыс. икринок. Во время инкубации мертвая и поврежденная икра выносятся к сливной стенке и смывается. Выклюнувшиеся эмбрионы попадают в лоток, где установлено специальное сортировочное устройство.

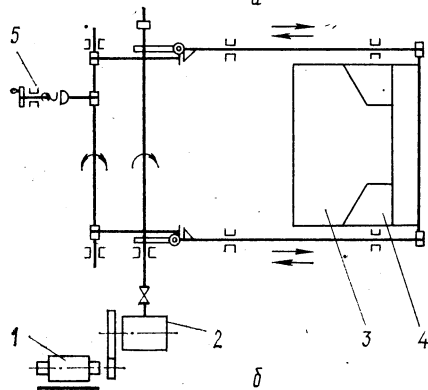
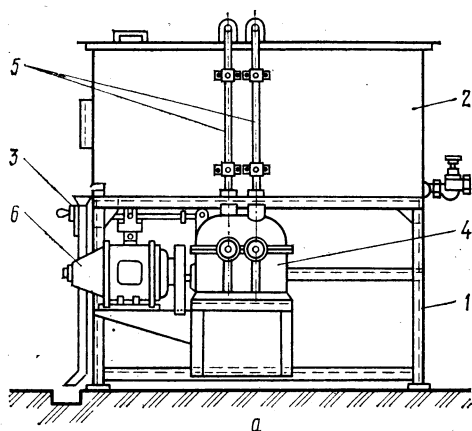


Рис. 75. Инкубационный аппарат конструкции А. Н. Щеколкина:

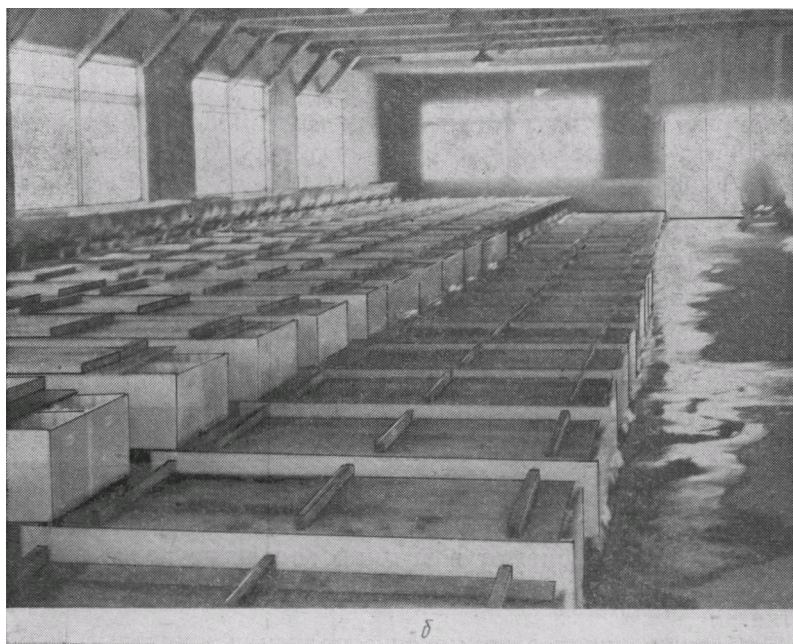
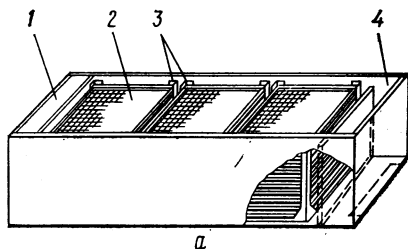
*а* — схема устройства аппарата (вид сбоку): 1 — станина; 2 — бак; 3 — механизм отключения; 4 — редуктор; 5 — толкатели; 6 — электродвигатель; *б* — кинематическая схема: 1 — электродвигатель; 2 — редуктор; 3 — конвейер; 4 — решето; 5 — механический выключатель

тянуто латунной сеткой. Между дном инкубационных емкостей и дном бассейна имеется свободное пространство 50 мм для вращения лопастей пропеллера, которые приводятся в движение с помощью механической системы (ковш, противовес, коромысло и блок конических шестеренок). Система приводится в движение водой, поступающей в ковш, а затем в центральную часть

Универсальный аппарат для инкубации икры осетровых конструкции Н. А. Заманова и М. А. Касимова устанавливается не в инкубационном цехе, как рассмотренные выше аппараты, а помещается в бассейн для выращивания личинок осетровых. Аппарат представляет собой круглый металлический каркас диаметром 2,2 м и высотой 0,2 м. Икра инкубируется в металлических съемных ящиках, расположенных вдоль внутренних стенок каркаса. Дно ящиков об-

аппарата, при этом вода омывает икру в инкубационных ящиках. До выклева эмбрионов вода, прошедшая через аппарат, сбрасывается в канализацию, а после появления свободных эмбрионов стекает в бассейн. Один аппарат обеспечивает предличинками 30 бассейнов.

Рис. 76. Инкубационный аппарат Аткинса:  
*а* — схема аппарата: 1 — водоприемная камера; 2 — сетчатая рама для икры; 3 — металлические стойки; 4 — водосливная камера; *б* — инкубационный цех, оборудованный аппаратами Аткинса



Совсем по другому принципу работает водоструйный аппарат системы проф. Б. Н. Казанского. Этот аппарат также устанавливается вне инкубационного цеха, обычно возле бассейнов. Расположение аппаратов вблизи бассейнов снимает необходимость в транспортировке личинок, кроме того, при использовании таких аппаратов можно не создавать специального инкуба-

ционного цеха. Водоструйный аппарат состоит из стеклянных баллонов, имеющих водосборное кольцо с водосливом в верхней части баллона и водоструйную головку в нижней части аппарата. В водоструйной головке струя воды разбивается на центральную, идущую вертикально вверх, и шесть боковых струй, подходящих к боковым стенкам в нижней части сосуда под углом 15°. Центральная струя поднимает икру в вертикальном направлении, а боковые струи не дают икре быстро осесть, препятствуют ее застаиванию на сетчатом вкладыше. Из одного аппарата можно получить до 50 тыс. предличинок осетра или 70—75 тыс. личинок севрюги.

Инкубационные аппараты для лососевых рыб подразделяются по конструктивным особенностям и принципу работы на два типа: горизонтальные и вертикальные. Из группы горизонтальных аппаратов, где рамки с икрой располагаются последовательно в горизонтальной плоскости, чаще всего используются аппараты Аткинса или модификации этой системы.

Аппарат Аткинса (рис. 76) представляет собой лоток, шириной и высотой 33—35 см и длиной от 80 до 210 см (иногда до 400 см), в который помещают от 2 до 8 рамок с икрой. Размеры рамок 32×32 см. Рамки на специальном каркасе собираются в стопку по 8—10 шт. Между рамками имеется пространство 0,5—0,8 см. В передней части аппарата расположена шандора (поперечная перегородка), отделяющая водоприемную камеру. Шандора на 2 см не достигает дна аппарата, что обеспечивает поступление воды снизу через щель. В задней части аппарата также имеется перегородка, отделяющая водосбросную камеру. Эта перегородка устанавливается от дна, но не достигает уровня бортов аппарата на 5—6 см, поэтому вода переливается через перегородку сверху. Все пространство между перегородками занимают стопки с икрой. Вода проходит в промежутках между рамками с икрой. Обычно аппараты соединяются попарно и устанавливаются последовательно по 2—4 шт. в ряд. На одну рамку раскладывают до 2,5—3 тыс. икринок. В зависимости от длины аппарата вместимость его составляет от 50 до 150 тыс. икринок. Иногда на рыбоводных заводах США и Канады икру инкубируют в этих аппаратах не на рамках, а в сетчатых корзинах, которые подвешиваются к стенкам внутри лотка.

В Японии широкое применение получили ящичковые инкубационные аппараты, представляющие собой прямоугольные пластмассовые емкости длиной 90 см, шириной 65 см и высотой 55 см (рис. 77). Здесь икра инкубируется без рамок, ее насыпают слоем до 45 см (500 тыс. икринок кеты). Вода поступает в переднюю водоприемную камеру, отгороженную от помещения для икры перегородкой, не достигающей дна на 5 см, затем проходит через сетчатое дно, омывая икру, и переливается через верхний вырез в задней стенке аппарата. Устанавливается аппа-

раты парами по 4 шт. в ряд. Каждая последующая пара ставится на 10 см ниже предыдущей.

В последние годы все шире стали применять аппараты вертикального типа. Здесь рамки с икрой расположены одна под другой в несколько рядов. Такие аппараты, имея большой объем, занимают незначительную площадь инкубационного цеха.

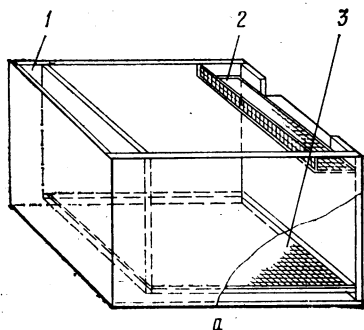
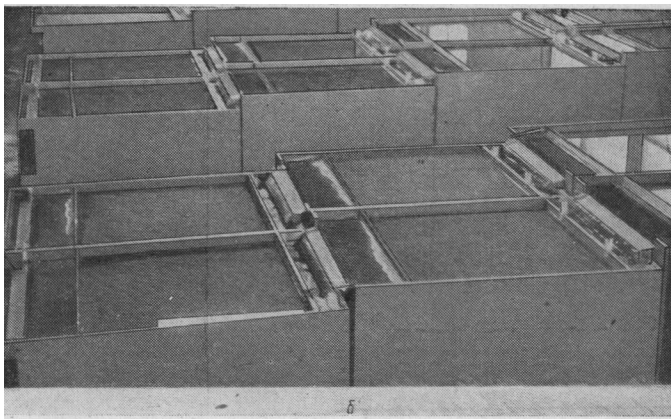


Рис. 77. Ящичковый инкубационный аппарат:

*a* — схема аппарата; 1 — водопримемная камера; 2 — предохранительная сетка; 3 — сетчатая рамка; *b* — инкубационный цех, оборудованный ящичковыми инкубационными аппаратами



Из отечественных аппаратов данного типа наибольшее распространение получили инкубационные аппараты ИВТ-1 и ИМ (рис. 78, 79).

Инкубационный аппарат ИВТ-1 представляет собой затемненный шкаф этажерочного типа. Внутри шкафа имеется 14 инкубационных аппаратов (кювет с рыбоводными рамками), сгруппированных в две секции. Кюветы крепятся на роликоопорах. Аппарат снабжен съемными столиками, которые могут быть установлены против каждой кюветы, что улучшает условия

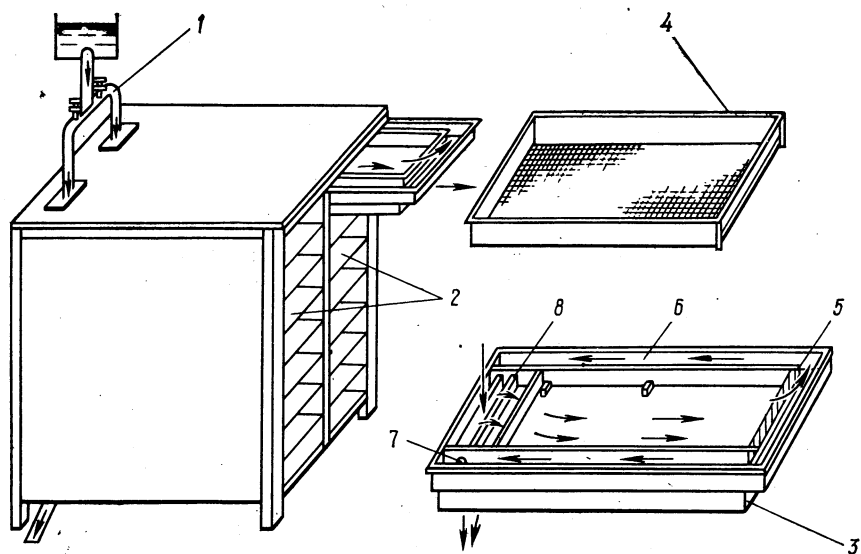


Рис. 78. Аппарат вертикального типа ИВТ-1:

1 — водоподача; 2 — каркас; 3 — кюветы; 4 — рамка; 5 — сетка; 6 — водосброс; 7 — сбросная система; 8 — перегородка

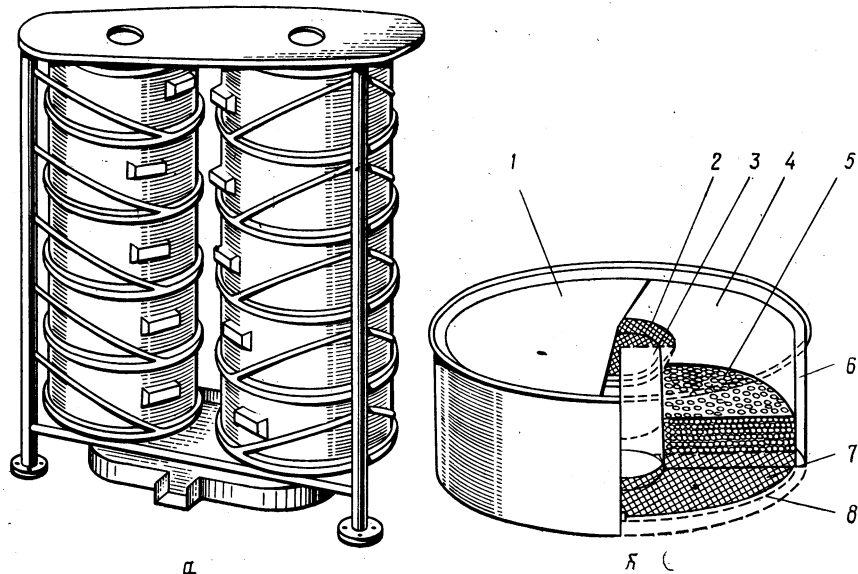


Рис. 79. Инкубационный аппарат вертикального типа ИМ:

а — общий вид; б — емкость для икры: 1 — крышка; 2 — сетчатый колпак; 3 — водосливная труба; 4 — внутренняя емкость; 5 — икра; 6 — наружная емкость; 7 — сетчатое дно; 8 — пространство между сетчатым дном и наружной емкостью

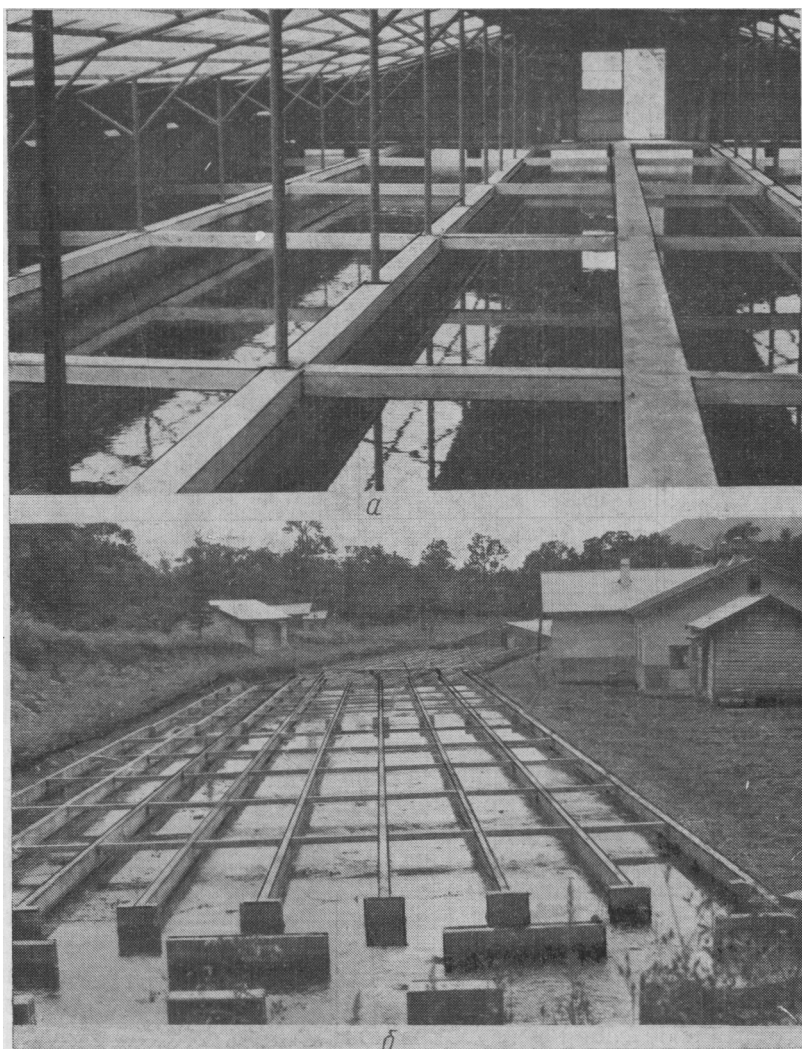


Рис. 80. Стандартные питомники для выращивания молоди тихоокеанских лососей:

*a* — закрытого типа; *b* — открытого типа

осмотра и отбора погибших личинок, очистки икры от оболочек и т. д. Каждая секция имеет независимую систему водоснабжения. Икра размещается на сетках рыбоводных рамок. Вода подается сверху вниз последовательно через все инкубационные аппараты секции и отводится в канализацию. Выклюнувшиеся из икры эмбрионы проходят через ячейки сеток в кюветы.

В один инкубатор системы ИВТ-1 можно одновременно заложить 200—280 тыс. икринок. Расход воды на одну секцию до 30 л/мин.

В инкубационных аппаратах икру на рамках размещают в 1—2 слоя, вода, омывающая икру, подается в горизонтальной плоскости. Исследования структуры нерестовых бугров, где икра располагается кучно в несколько слоев, показало, что вода, поступающая к икре, движется снизу вверх под углом к горизонту, что и обеспечивает при относительно низкой интенсивности циркуляции воды в гнезде нормальное развитие эмбрионов. Это было учтено при разработке вертикального инкубатора ИМ.

Инкубационный аппарат ИМ состоит из 10 спаренных емкостей, установленных одна над другой в едином каркасе. При высоте 1,2 м, длине 0,8 м и ширине 0,4 м аппарат занимает площадь всего 0,5 м<sup>2</sup>. Одновременно в 10 емкостях может инкубироваться до 300 тыс. икринок лососевых. Каждая емкость — секция инкубационного аппарата состоит из двух цилиндрических сосудов, вложенных один в другой. Внутренний сосуд служит для инкубации икры, он имеет сетчатое дно и закрывается крышкой. Внешний сосуд предназначен для приема воды. В центре его имеется труба для сброса воды и подачи ее в нижележащий сосуд. Труба закрывается сетчатым колпаком.

В каждый сосуд помещают по 30 тыс. икринок, которые располагаются вокруг водосливной трубы в 10—15 рядов. Заполненные икрой сосуды накрываются крышками и устанавливаются в соответствующие секции каркаса инкубационного аппарата на специальные площадки, имеющие боковую ось поворота, что позволяет при осмотре икры выдвигать цилиндрические емкости с икрой вместе с площадкой и проводить осмотр икры и необходимые работы. После выклева эмбрионы остаются в этих же емкостях до наступления личиночной стадии.

Выращивание молоди лососевых производится в питомниках, бассейнах, прудах или выростных каналах. Питомники представляют собой неглубокие каналы с бетонными или деревянными стенками, разделенные вдоль на узкие секции (рис. 80). Ширина секции от 1,5 до 3 м, глубина 0,4—0,5 м, слой гальки от 10 до 15 см. Площади питомников колеблются от 100 до 1000 м<sup>2</sup>. Для улучшения условий развития эмбрионов и личинок и повышения жизнестойкости молоди в последние годы на ряде питомников стали применять фонтанирующие устройства. В бетонное дно каждой линии укладывают две трубы с отверстиями через каждые 200 мм диаметром 2 мм. Через эти отверстия поступает вода, подающаяся в трубы под небольшим давлением. Слой гальки и фонтанирующая через нее из отверстий трубы в дне питомников вода имитируют естественные условия нерестовых гнезд с выходами грунтовой воды.

После наступления личиночного периода молодь тихоокеанских лососей переводят для дальнейшего выращивания и интенсивного кормления в питомники второго порядка, где отсутствует галька и глубина выше — до 40 см. В питомниках, покрытых слоем гальки, при кормлении молоди на дне могут накапливаться остатки корма, которые, разлагаясь, ухудшают условия среды, что может отрицательно сказываться на состоянии и качестве молоди. В питомниках второго порядка также имеются

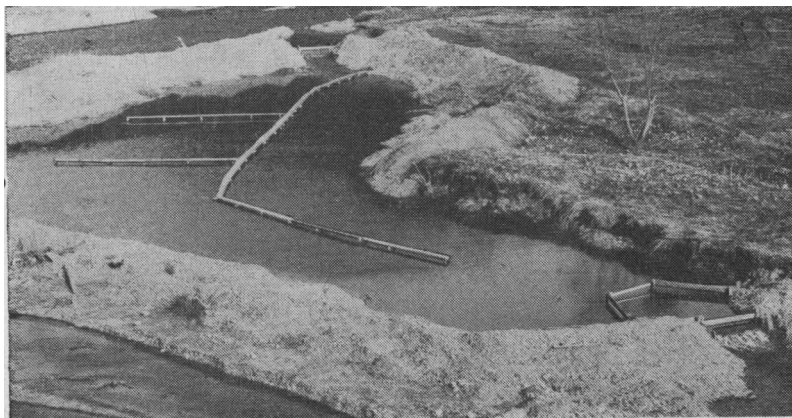


Рис. 81. Пруды для выращивания молоди лососевых рыб

фонтанирующие устройства, описанные выше. Фонтанирующая со дна вода, имитируя условия естественных нерестилищ, повышает пищевую активность, темп роста и развития молоди и ускоряет процесс смолтификации. Кроме труб, уложенных на дне питомника, имеются еще трубы, расположенные по внутреннему периметру на уровне верхнего края. Диаметр труб 100 мм, отверстия в трубах имеют диаметр 2 мм, они создаются через каждые 150 мм в боковой стороне этих труб. Вода, поступающая через эти отверстия, создает водяную завесу, маскирующую движения обслуживающего персонала, разбрасывание корма, чистку бассейнов и т. д.

Питомники обычно снабжаются подземной водой, но весной температура воды в реке повышается быстрее, чем в питомнике, поэтому целесообразно в это время использовать речную воду. Для выращивания молоди на речной воде создают пруды-питомники, представляющие собой продолговатые копаные водоемы размером 0,6—1 тыс. м<sup>2</sup> и глубиной 25—50 см (рис. 81).

В прудах-питомниках содержат молодь при плотности посадки до 3 тыс. шт./м<sup>2</sup>. Питается молодь в основном задаваемым искусственным кормом, который раскладывается на кор-

мовые столики. На каждые 50 тыс. мальков устанавливают один столик (рис. 82). В таких прудах-питомниках, снабжаемых речной водой, молодь значительно обгоняет в росте и развитии ту молодь, которую выращивали в стандартном крытом питомнике, обводняемом подземной водой. Перед выпуском в реку молодь в пруде-питомнике имеет навеску 750—800 мг и серебристую окраску, характеризующую покатное состояние.

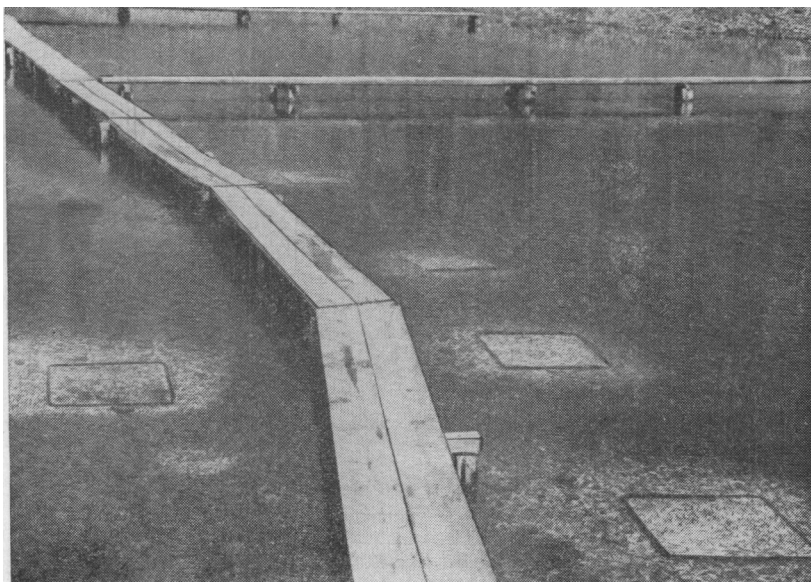


Рис. 82. Кормовые столики для молоди лососевых рыб

На осетровых рыбоводных заводах выращивание молоди производится либо в прудах площадью 2 га, либо в бассейнах до стандартной навески или до устойчивого перехода на активное питание с последующим выращиванием в прудах. Для выращивания ранней молоди применяются бассейны различной конструкции (рис. 83).

Бассейн ВНИРО бетонный, круглый, с двумя стоками: центральным и периферийным, которые могут действовать независимо один от другого. В бассейне имеется две стенки, отстоящих друг от друга на 10 см. Во внутренней стенке имеется шесть прямоугольных окон, затянутых мелкой сеткой. Вода поступает через сетку в пространство между стенками (кольцевую канавку) и затем сбрасывается через специальную сливную трубу. Сетки на окнах препятствуют выходу из бассейна выращиваемой молоди и живого корма. Кроме этого периферийного

стока имеется и центральный сток, который состоит из сливной трубы, уходящей под дно бассейна, уральной трубки, обеспечивающей минимальный уровень воды в бассейне при чистке, а также более широкой трубки с отверстиями у дна бассейна для сброса нижних слоев. Отверстие центральной сливной трубы закрыто и сетчатым цилиндром, предупреждающим уход или вынос молоди. Вода в бассейн подается с помощью горизонтальной трубы (флейты) длиной 1120 мм и диаметром

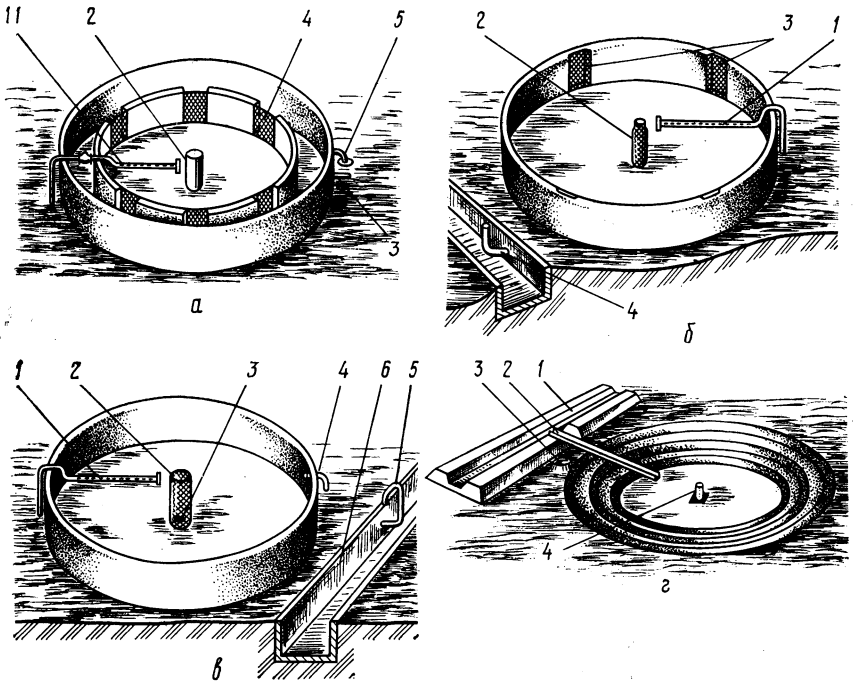


Рис. 83. Бассейны для выращивания молоди осетровых:

*а* — бассейн с круговым током воды системы ВНИРО: 1 — флейта; 2 — центральный сток; 3 — периферийный сток; 4 — сетка; 5 — аварийный сток; *б* — бассейн конструкции П. А. Улановского: 1 — флейта; 2 — сетчатый цилиндр; 3 — периферийный сток; 4 — сброс; *в* — бассейн конструкции Бакидроррыбпроекта: 1 — флейта; 2 — сетчатый цилиндр; 3 — центральный сток; 4 — аварийный сток; 5 — регулятор сброса; 6 — сбросной канал; *г* — грунтовый бассейн с круговым током воды конструкции Аралрыбвода: 1 — водоподводящий канал; 2 — водоподводящий лоток; 3 — бак для дафний; 4 — центральный сток

38 мм, в которой имеется 11 отверстий. Один конец трубы соединен с водоподводящей системой, а другой закрыт. Флейта может вращаться в горизонтальной плоскости и вокруг своей оси, что дает возможность подавать в бассейн воду под разными углами для создания различных скоростей течения воды. Каждый бассейн имеет самостоятельную подачу и сброс воды. Бассейны устанавливают под навесами, что предохраняет пере-

грев воды. В некоторых хозяйствах бассейны устанавливают на бетонных опорах высотой 50 см, в результате чего облегчается их обслуживание и ремонт.

Бассейн П. А. Улановского одностенный, периферийный сброс воды осуществляется в нем через 4 сетчатых окна, забранных с внутренней стороны сетками, к которым подключены 4 сбросные трубы, соединенные с центральным стоком. Подача воды осуществляется, как и в бассейне ВНИРО, через флейту. Уровень воды регулируется коленчатой трубой, установленной на вытоке из бассейна. Диаметр бассейна 2,5 м.

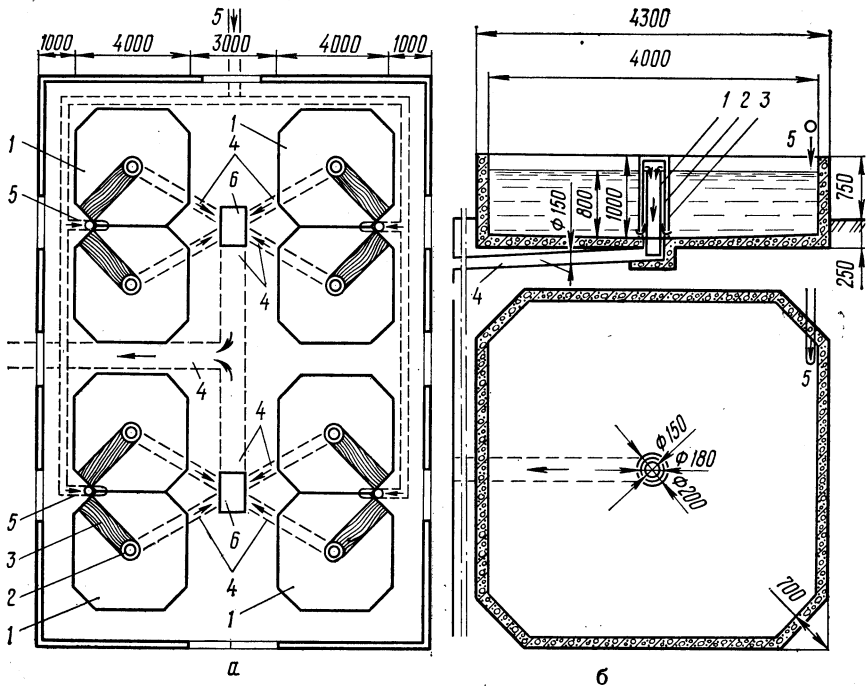


Рис. 84. Квадратные бассейны для выращивания молоди и взрослой форели: а — схема размещения: 1 — бассейн; 2 — уровень, спусковое и оградительное устройство; 3 — мостики обслуживания; 4 — канализационные трубы; 5 — водоподводящие трубы; 6 — колодец и решетчатый контейнер для сбора и выгрузки рыбы; б — конструкция бетонного бассейна для взрослой форели: 1 — уровеньный стакан; 2 — кожух уровняного стакана; 3 — оградительная решетка; 4 — сбросная труба; 5 — водоподающая труба

Бассейн конструкции Бакгидрорыбпроекта имеет диаметр 2,5 м, одностенный, имеет только центральный сток.

В отличие от рассматривенных выше бетонных бассейнов бассейн конструкции Аралрыбвода строится непосредственно в грунте без дополнительного крепления откосов и дна. В бетонных бассейнах глубина слоя воды практически одинакова по

всему бассейну, а в земляном бассейне имеется широкая мелководная зона — 39 % общей площади зеркала воды. Кормление рыб осуществляется на мелководе. Бассейн заполняется водой через подающий лоток.

Кроме круглых бетонных бассейнов для выращивания рыб используются и прямоугольные бассейны с соотношением сторон до 1 : 8. К таким бассейнам относятся лотки и желоба, где создается прямое движение воды от водоподающей трубы до водослива. Однако наиболее экономичны и удобны

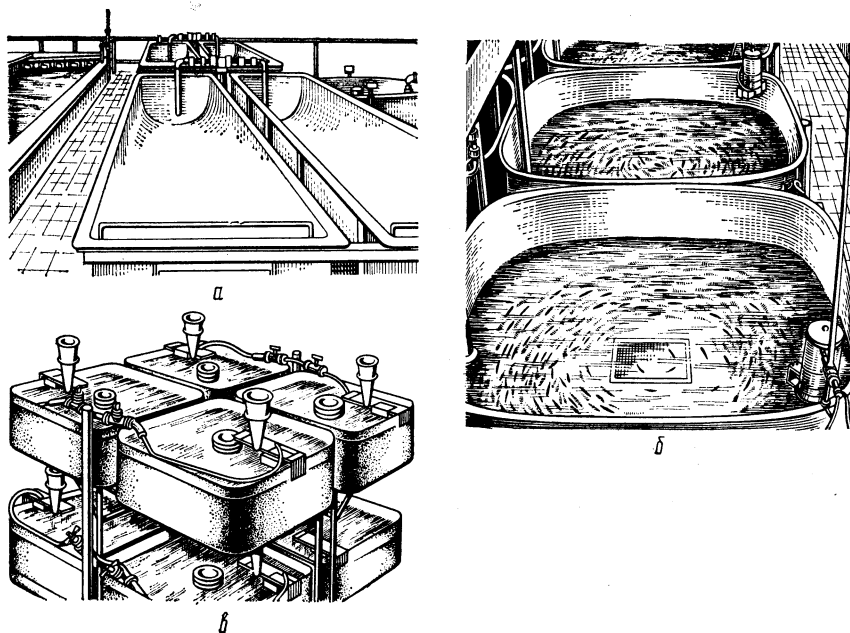


Рис. 85. Бассейны для выращивания личинок мальков и сеголетков лососевых рыб:

а — прямоугольные; б — круглые; в — двухъярусное расположение бассейнов

в обслуживании бассейны квадратные и круглые (овальные), имеющие центральный слив и круговое движение воды. Они вместительнее прямоугольных бассейнов. Опыты по выращиванию форели в бассейнах с круговым и прямым током воды показали, что в бассейнах, где движение воды идет по кругу, эффективность выращивания рыб на 50 % выше. В круглых бассейнах вода распределяется более равномерно, здесь почти нет застойных зон. Соответственно этому и молодь рыб держится более равномерно по всей площади бассейна.

Для выращивания товарной форели Е. Ф. Титаревым рекомендуются бетонные бассейны площадью от 16 до 120 м<sup>2</sup> при уровне воды 0,8—1 м. Бассейны размещают группами (рис. 84).

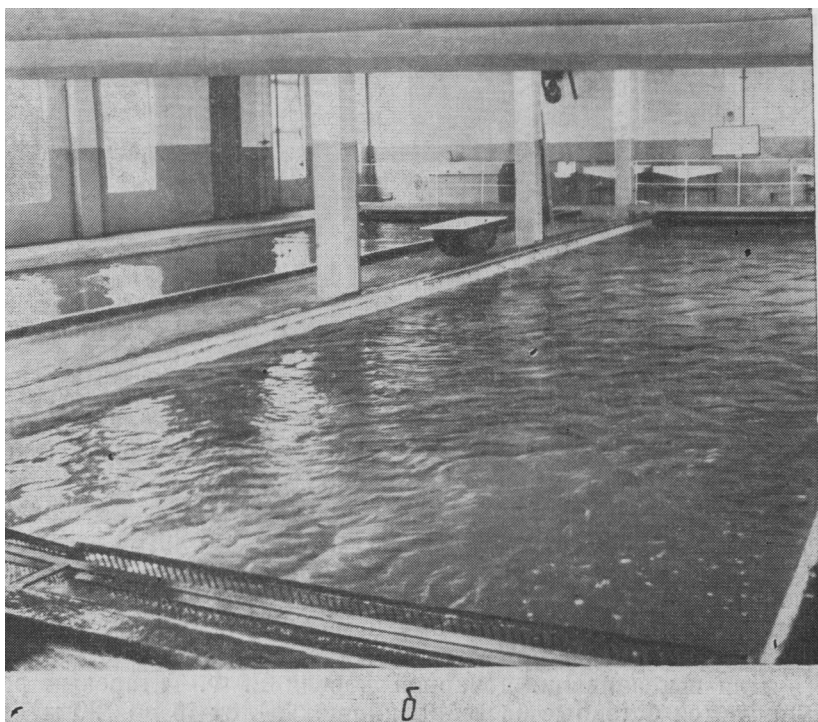
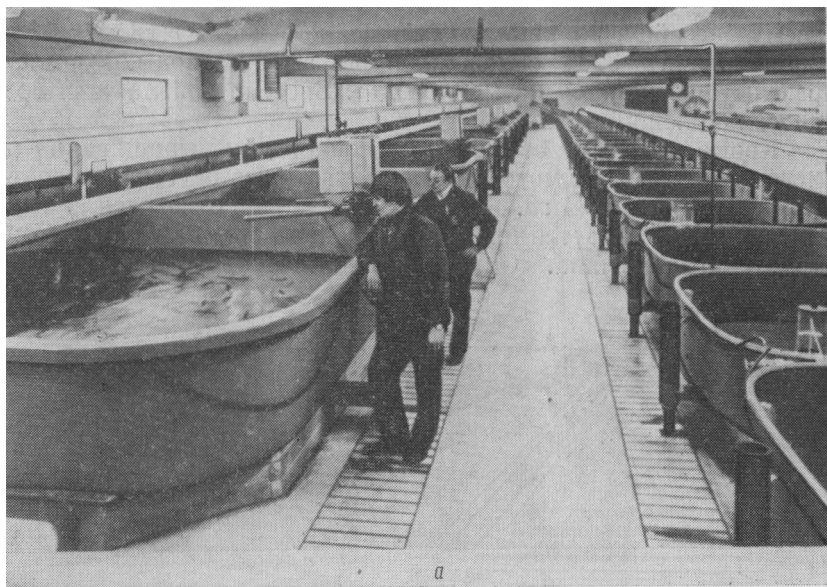


Рис. 86. Бассейны для выращивания производителей и товарных лососевых рыб:  
а — для форели; б — для белорыбцы

В последние годы большое распространение получили бассейны из искусственных материалов (металлов, стекловолокна и др.). Они удобны в эксплуатации и относительно недороги. Бассейны могут устанавливаться в один или два яруса (рис. 85, 86). Для выращивания лососевых А. Н. Канидьевым предлагается использовать квадратные бассейны с центральным сливом следующих размеров: для содержания свободных эмбрионов, личинок и мальков  $1 \times 1 \times 0,4$  м, для мальков и сеголетков массой до 15—20 г  $1,5 \times 1,5 \times 0,6$  м и для выращивания более крупных рыб, в том числе и товарных, бассейны размером  $4 \times 4 \times 1$  м.

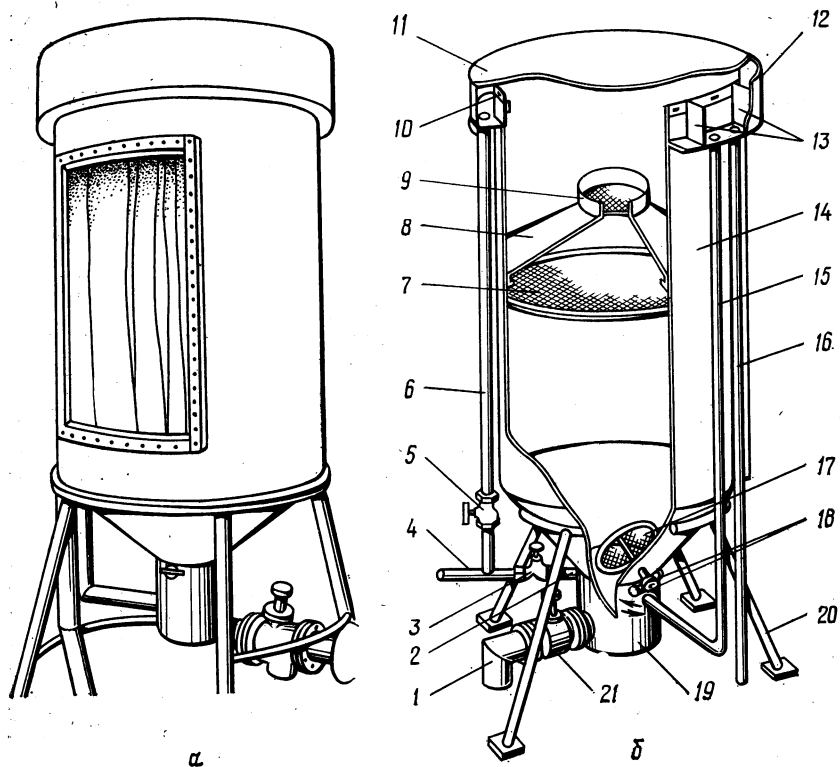


Рис. 87. Вертикальная цилиндрическая установка ИУФ для выращивания рыб:

*а* — общий вид в рабочем состоянии; *б* — конструктивные особенности; 1 — труба для выпуска рыбы и отходов; 2, 4, 6 — трубы для подачи воды; 3 — вентиль для подачи воды в нижнюю часть установки; 5 — вентиль для подачи воды в верхнюю часть установки; 7 — сетчатое съемное дно для свободных эмбрионов и личинок; 8 — съемное сетчатое ограждение; 9 — рамка для инкубации икры; 10 — экран для направления воды на инкубируемую икру; 11 — крышка; 12 — желоб для распределения воды; 13 — шандоры; 14 — стенка цилиндрической емкости; 15, 16 — трубы для отвода воды; 17 — подвижная сетка; 18 — фиксатор подвижной сетки; 19 — конусообразное дно; 20 — стойки; 21 — вентиль для спуска воды

Выращивание рыб возможно проводить также в цилиндрических емкостях. Для предприятий индустриального типа в нашей стране создан ИУФ — рыбоводный бассейн в виде вертикальной цилиндрической установки (рис. 87). В таком бассейне на 1 м<sup>2</sup> площади можно выращивать до 200 кг форели при расходе воды 0,014 л/с на 1 кг массы. Темп роста рыб был здесь выше, а расход корма ниже, чем в стандартных прямоточных бассейнах (Канидъев, Назаров, Сычев, 1978).

В последние годы все большее развитие приобретает выращивание объектов марикультуры в расположенных на берегу береговых хозяйствах, снабжаемых морской водой. Здесь чаще всего применяется механическая подача морской воды, что связано с использованием мощных, сложных установок, а иногда и со строительством специальных электрических подстанций. Хозяйства такого типа дорогостоящие, и рентабельность их обеспечивается высокой степенью интенсификации рыбоводных процессов. Береговые морские хозяйства могут иметь пруды или бассейны для выращивания рыбы, имеются и комбинированные прудово-бассейновые комплексы. Морские хозяйства, расположенные на берегу, имеют ряд преимуществ по сравнению с садковыми, так, в прудах или в бассейнах удобнее содержать и кормить рыб, чем в морских садках, где при шторме приходится прекращать кормление, что отрицательно сказывается на приросте рыб. Береговые хозяйства не подвержены влиянию штормов, что часто губительно отражается на садковых хозяйствах.

В Эстонии вступило в строй прудовое морское хозяйство «Пяриспеа». Оно расположено в северной части Эстонии на берегу Финского залива (рис. 88). Хозяйство специализируется на выращивании крупной товарной форели (0,8—2 кг). Рыбопродуктивность составляет 17 кг/м<sup>2</sup>, что значительно выше, чем в других промышленных форелевых хозяйствах. Хозяйство имеет 18 прудов для выращивания товарной форели размером 115×12 м и глубиной 1 м. Стены прудов выложены железобетонными плитами, дно покрыто гравием. Вода подается в пруды хозяйства с помощью восьми насосов производительностью по 0,9 кВт каждый. Для бесперебойного снабжения хозяйства электроэнергией имеются еще 4 дизельных мотора. При необходимости подаваемую в пруды воду аэрируют. Прошедшая через пруды вода через сливной канал уходит в море. Водообмен в прудах происходит 22—28 раз в сутки. Кроме нагульных прудов имеются также выростные пруды площадью до 500 м<sup>2</sup>.

Приготовление и раздача кормов в хозяйстве механизированы. Поскольку соленость морской воды в этом районе невелика, зимовку товарной рыбы осуществляют в нагульных прудах, хотя слой льда может достигать 0,5 м и температура воды понижаться до 0 °С. Хозяйство «Пяриспеа» является одним из

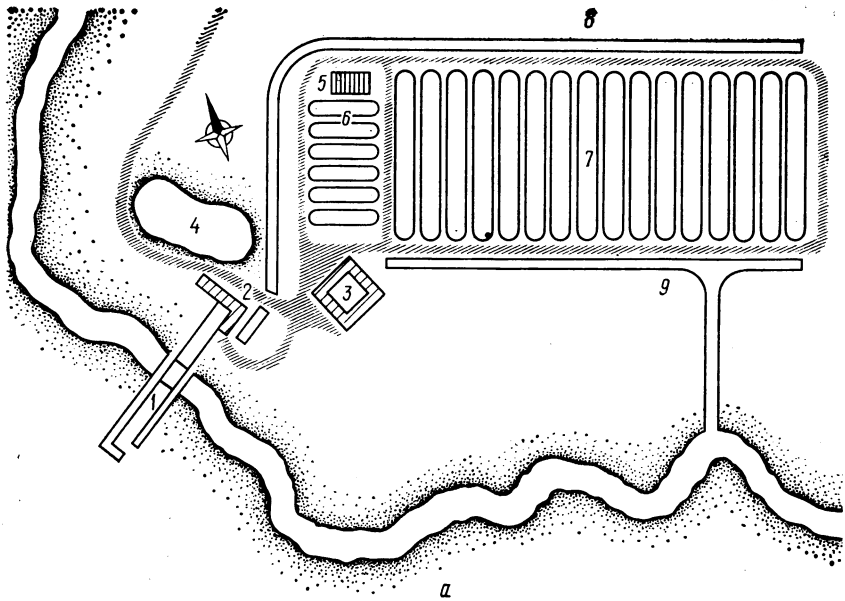


Рис. 88. Нагульное приморское форелевое хозяйство «Пяриспеа» эстонского рыболовецкого колхоза им. С. М. Кирова:

*a* — схема хозяйства: 1 — водозабор; 2 — насосная станция; 3 — административно-бытовой центр; 4 — пруд для спортивной ловли; 5 — опытные пруды; 6 — выростные пруды; 7 — нагульные пруды; 8 — водоподающий канал; 9 — сливной канал; *b* — нагульные пруды

наиболее крупных форелевых хозяйств нашей страны, производственная мощность его 300 т товарной форели в год.

В настоящее время в Латвии завершается строительство экспериментального морского бассейнового хозяйства по выращиванию товарных лососевых (стальноголового лосося, форели). Хозяйство оборудуется различными по величине циркуляционными бассейнами с оборотным водоснабжением. Насосная станция будет подавать 4,2 м<sup>3</sup>/с морской воды, которая после прохождения через бассейны будет очищаться и вновь посту-

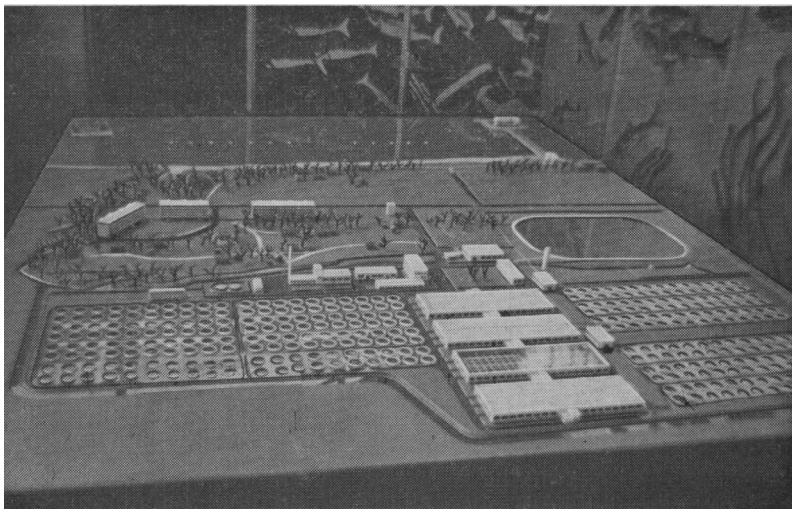
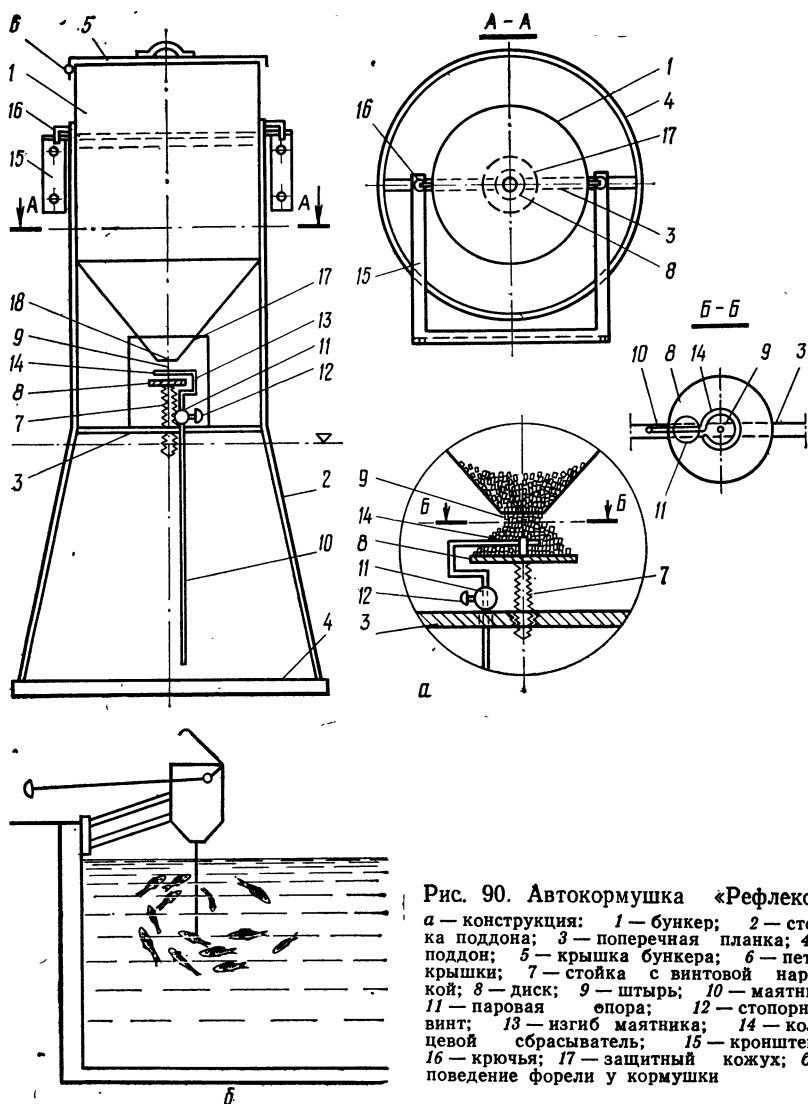


Рис. 89. Макет бассейнового хозяйства для выращивания лососевых рыб

пать в систему водоснабжения прудов. После пятикратного использования вода будет сбрасываться в отводящую систему. На каждые 100 кг рыбы, выращенной в бассейнах, будет расходоваться от 1 до 3 л морской воды. На заводе сооружается 348 бассейнов общим объемом 32 тыс. м<sup>3</sup>. Бассейны будут расположены как в специальных цехах, так и под открытым небом. При полной нагрузке завод будет выращивать 700 т товарных лососевых в год (рис. 89). Несмотря на высокую стоимость береговых морских хозяйств, они, видимо, будут в дальнейшем играть большую роль в марикультуре.

В рыбоводных хозяйствах индустриального типа выращивание рыб производится с использованием искусственных кормов. В последнее время все большую роль стали играть сухие гранулированные корма, сбалансированные по основным элементам питания. Такие корма от самых мелких — стартовых, используемых при кормлении ранних личинок, до крупных гранул,

которыми кормят товарных рыб, вырабатываются на специализированных комбикормовых заводах, оснащенных сложнейшим оборудованием и автоматическими регуляторами технологиче-



ского процесса. В нашей стране вступили в строй два мощных комбикормовых завода, обеспечивающих высокоценными кормами выращиваемых рыб.

Для улучшения техники кормления рыб и снижения трудовых затрат на этот процесс в хозяйствах все большее применение получают различного рода кормушки. Для гранулированных кормов при выращивании как молоди, так и товарных рыб чаще других используют механические кормораздатчики с часовым устройством или автокормушки. В первом случае корм задается в определенное время четко дозируемыми порциями.

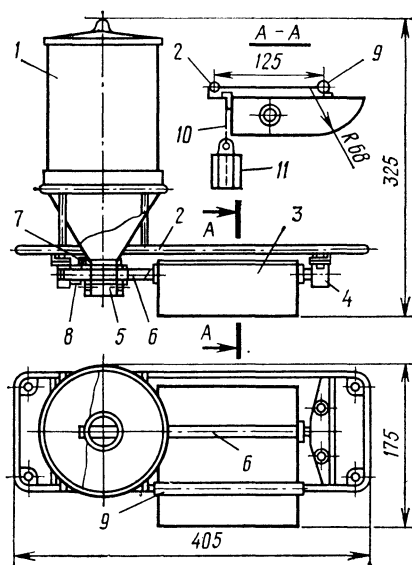


Рис. 91. Схема кормушки для кормления молоди и взрослой форели сухим гранулированным кормом:

- 1 — бункер; 2 — рама с кольцевым упором; 3 — отсекаль-дозатор частоты выдачи корма; 4 — подшипники; 5 — стакан-дозатор порции корма; 6 — полый шток; 7 — хомут; 8 — втулка; 9 — амортизатор; 10 — тросик груза; 11 — груз-противовес

ятника, ведут себя у автокормушки не беспорядочно, а образуют подвижное скопление, перемещаясь по кругу (по часовой стрелке), в котором рыбы, захватившие гранулу корма, возвращаются к автокормушке по кругу большого диаметра на ходу заглатывая корм, а рыбы, которым корма не досталось, — по кругу меньшего диаметра. Благодаря упорядоченному круговому движению производительность автокормушек велика: одна автокормушка обслуживает около 20 тыс. годовиков или 10 тыс. двухлетков форели. При приучении к получению корма мелкой молоди сначала применяют многомаятниковую универсальную кормушку «Рефлекс МТ-У». Автокормушки маятниковой системы могут быть использованы в прудах, каналах и садках.

Количество выдаваемого корма рассчитывается заранее. При использовании автокормушек рыба сама приводит в действие кормушку и получает корм «по аппетиту». Из отечественных кормушек наибольшее распространение получили кормораздатчики БалтНИИРХа с электроприводом и ВНИИ-ПРХа с гидроприводом, но, видимо, наиболее приемлемые при выращивании рыб могут стать автокормушки, например «Рефлекс», оборудованные специальными маятниками (одним или несколькими на кормораздатчик) (рис. 90). Как отмечает В. В. Лавровский, при использовании автокормушек фронт кормления рыбы значительно увеличивается благодаря упорядоченному движению рыбы вокруг них. Рыбы, привыкая к получению корма при касании маятника,

Из механических кормораздатчиков рассмотрим рекомендуемую Е. Ф. Титаревым кормушку для кормления молоди или взрослой форели. Такие кормораздатчики устанавливаются в бассейнах, лотках, прудах (рис. 91). Кормушка имеет бункер, куда предварительно засыпают корм. Для выдачи в определенное время требуемого количества корма рассчитывают необходимый режим расхода воды и интервал выдачи очередной порции корма. Корм в выростные емкости подается в момент наполнения и опрокидывания ковша-отсекателя. При опрокидывании ковш-отсекатель поворачивает полый шток, на котором имеется вырез клапана. Совмещение отверстий стакана-дозатора и клапана обеспечивает выдачу очередной запрограммированной порции корма. Опрокинувшийся ковш возвращается в исходное положение под действием груза-противовеса. Очередная порция корма поступит в выростную емкость после того, как ковш будет вновь наполнен водой и под силой тяжести опрокинется.

Молодь рыб быстро привыкает к регулярной выдаче порций корма и держится в районе его выброса. Одна кормушка может обеспечить гранулированным кормом 10—25 тыс. личинок форели. Эти кормораздатчики могут быть использованы для раздачи корма также и более старшим рыбам, включая и товарных.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Бардач Дж., Ритер Дж., Макларни У. Аквакультура. — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 291 с.
- Виноградов А. К. Как пополнить кладовые Нептуна? — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 202 с.
- Канидцев А. Н. Основы управляемого воспроизводства тихоокеанских лососей. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 212 с.
- Карпевич А. Ф. Теория и практика акклиматизации водных организмов. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 432 с.
- Лавровская Н. Ф. Выращивание водорослей и беспозвоночных в морских хозяйствах. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 123 с.
- Лавровский В. В. Пути интенсификации форелеводства. — М.: Пищевая промышленность, 1981. — 167 с.
- Милн Ц. Х. Морские хозяйства в прибрежных водах. — М.: Пищевая промышленность, 1978. — 197 с.
- Мильштейн В. В. Осетроводство. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 151 с.
- Моисеев П. А. Перспективы развития морской аквакультуры в СССР. — В кн.: Биологические ресурсы гидросферы и их использование. Биологические ресурсы Мирового океана. М., 1979, с. 201—208.
- Справочник по акклиматизации водных органов [А. А. Козлов, Е. И. Кружалина, О. А. Лейс, Ю. И. Орлов]. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 176 с.
- Шалбурн Дж. Искусственное разведение морских рыб. — М.: Пищевая промышленность, 1971. — 84 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение . . . . .	3
<b>Часть I. МОРСКОЕ РЫБОВОДСТВО</b> . . . . .	<b>20</b>
Глава 1. <i>Пастбищное рыбоводство</i> . . . . .	20
§ 1. Разведение морских рыб . . . . .	20
§ 2. Разведение лососевых рыб . . . . .	26
§ 3. Разведение осетровых рыб . . . . .	36
Глава 2. <i>Товарное рыбоводство</i> . . . . .	48
§ 4. Товарное лососеводство . . . . .	49
§ 5. Товарное осетроводство . . . . .	67
Глава 3. <i>Рыбоводство в водоемах с морской водой</i> . . . . .	77
§ 6. Рыбоводство в лагунах, лиманах и отгороженных участках моря . . . . .	77
§ 7. Рыбоводство в прудах . . . . .	88
<b>Часть II. МАРИКУЛЬТУРА БЕСПОЗВОНОЧНЫХ И ВОДОРΟΣЛЕЙ</b> . . . . .	<b>90</b>
Глава 4. <i>Разведение и выращивание моллюсков</i> . . . . .	93
§ 8. Выращивание устриц . . . . .	99
§ 9. Выращивание мидий . . . . .	109
§ 10. Выращивание морских гребешков . . . . .	117
§ 11. Разведение и выращивание морского ушка . . . . .	120
Глава 5. <i>Выращивание ракообразных и иглокожих</i> . . . . .	122
§ 12. Характеристика ракообразных . . . . .	122
§ 13. Выращивание креветок . . . . .	127
§ 14. Разведение и выращивание омаров, langустов и крабов . . . . .	135
§ 15. Выращивание иглокожих . . . . .	138
Глава 6. <i>Выращивание морских водорослей</i> . . . . .	142
§ 16. Выращивание бурых водорослей . . . . .	145
§ 17. Выращивание красных водорослей . . . . .	158
§ 18. Выращивание зеленых водорослей . . . . .	165
<b>Часть III. ПРОБЛЕМЫ, СОПРЯЖЕННЫЕ С РАЗВИТИЕМ МОРСКОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ</b> . . . . .	<b>166</b>
Глава 7. <i>Роль акклиматизантов в экосистемах и аквакультуре</i> . . . . .	166
§ 19. Основные понятия акклиматизации . . . . .	167
§ 20. Результативность интродукций . . . . .	180
§ 21. Использование интродуцентов для повышения продуктивности аквакультуры . . . . .	186
Глава 8. <i>Оборудование и устройства для хозяйств морской аквакультуры</i> . . . . .	197
§ 22. Биотехническая мелиорация . . . . .	197
§ 23. Инженерное обеспечение . . . . .	204
Список рекомендуемой литературы . . . . .	252

**Петр Алексеевич Моисеев,  
Александра Федоровна Карпевич,  
Ольга Дмитриевна Романьчева,  
Екатерина Ивановна Блинова,  
Николай Евгеньевич Сальников**

#### **МОРСКАЯ АКВАКУЛЬТУРА**

Зав. редакцией *Н. Г. Ланда*  
Редактор *С. Б. Макарова*  
Художественный редактор *В. В. Зеркаленкова*  
Технический редактор *Г. Г. Хацкевич*  
Корректоры *И. В. Мельникова, О. И. Галанова*

#### **ИБ № 38**

Сдано в набор 02.01.85. Подписано к печати 29.04.85. Т-08767. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага кн.-журн. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 16. Усл. кр. отг. 16. Уч.-изд. л. 17,02. Издат. № 033. Тираж 1600 экз. Заказ № 19. Цена 90 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО «Агропромиздат»,  
107807, ГСП, Москва, Б-53, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 6 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли  
109088, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.