

## АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК 639.4:639.5:639.6

### МАРИКУЛЬТУРА В ПРИМОРЬЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

© 2010 г. В.А. Брыков

*Институт биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН,  
Владивосток 690041*

Поступила в редакцию 26.08.2008 г.

Окончательный вариант получен 29.06.2009 г.

Рассматривается состояние и обсуждаются основные проблемы, сдерживающие становление и развитие промышленной марикультуры в Приморском крае. Делается заключение о глубоком системном кризисе этой перспективной отрасли рыбохозяйственного комплекса. Обосновывается необходимость и предлагается комплексное решение первоочередных задач, направленных на развитие марикультуры в Приморье.

*Ключевые слова:* аквакультура, марикультура, Приморский край, беспозвоночные, водоросли.

Аквакультура или (применительно к морским организмам) марикультура – это обособленная отрасль хозяйственной деятельности, которая, в отличие от традиционных форм рыболовства, предполагает практическую реализацию комплекса биологических и инженерно-технических мероприятий, направленных на максимизацию продукции гидробионтов с целью последующей устойчивой эксплуатации водных биологических ресурсов, используемых обществом для удовлетворения пищевых или технологических потребностей.

Несмотря на такое многословное определение, эта сфера производственной деятельности в общих чертах представляет собой аналог сельскохозяйственного производства. Основное различие состоит в том, что в сельском хозяйстве объектами культивирования (будь то растениеводство или животноводство) служат наземные виды растений и животных, тогда как в аквакультуре – водные организмы, т.е. гидробионты.

История возникновения, становления и развития сельскохозяйственного производства аккумулирует опыт мировых цивилизаций, накопленный за период, превышающий 10 тыс. лет. К сожалению, аквакультура не развивалась такими же темпами, как сельское хозяйство. Использование научных и технических знаний для культивирования водных организмов отставало по целому ряду объективных причин.

Прежде всего, следует отметить, что водная стихия представляет для человека гораздо более «агрессивную», чем суша, среду. Это обстоятельство ограничивало возможность его проникновения в водный мир и усложняло изучение биологии гидробионтов. С древнейших времен человек бороздил на судах поверхность морей и океанов, однако, до середины XIX века никому не удавалось увидеть и узнать, что происходит даже на такой небольшой глубине, как 40-50 метров. Вплоть до начала XX века ученым удавалось получать лишь незначительные и фрагментарные сведения о биоте прибрежных мелководных зон моря. Проникновение человека в подводный мир для его планомерного изучения стало возможным только после создания соответствующих технических средств, таких как микроскоп, планктонная сеть, дночерпатели, драги, водолазное вентилируемое снаряжение, акваланг, подводные обитаемые аппараты, подводные автономные и буксируемые фото- и телесистемы (Диомидов, Дмитриев, 1969; Кенни, 1977).

Следующим важным обстоятельством представляется специфичность функционирования водных (особенно прибрежных морских) экосистем. Последние

характеризуются сложностью структурной организации, высокой динамичностью и, соответственно, слабой прогнозируемостью происходящих в них процессов.

Наконец, многие морские организмы отличаются весьма сложными и пока еще недостаточно изученными жизненными циклами. Например, у травяной креветки *Pandalus kessleri*, обычного обитателя прибрежных вод зал. Петра Великого, выделяют семь сопровождающихся линьками стадий раннего развития, из которых четыре – личиночные (Ефимкин, Микулич, 1987).

Таким образом, развитие аквакультуры (марикультуры) сдерживается рядом факторов, и прежде всего недостатком научных и технических знаний, позволяющих создавать рентабельные хозяйства для культивирования гидробионтов.

Все известные технологические схемы (системы) культивирования гидробионтов могут быть сведены в три типа: открытые, полужамкнутые и замкнутые (Уитон, 1985). В открытых системах весь производственный цикл осуществляется в естественном водоеме, например, на акватории какого-либо залива или бухты. В полужамкнутые системы культивирования вода поступает из природного водоема после предварительной обработки или без нее и вновь возвращается в водоем. В замкнутые системы вода подается один раз и больше не замещается или заменяется через значительные интервалы времени. Каждая из трех рассматриваемых систем культивирования имеет свои достоинства и недостатки.

Наибольшие объемы выращивания на сегодняшний день обеспечивают открытые системы культивирования. Например, в Японии, являющейся одним из лидеров в области марикультуры, в природных условиях ежегодно выращивается свыше 220 тыс. т устриц, более 210 тыс. т приморского гребешка, примерно 400 тыс. т водорослей (FAO, 2000). Все используемые в Японии технологические схемы культивирования гидробионтов в открытых системах рентабельны и обеспечивают достаточно высокую норму прибыли.

Примером полужамкнутых систем культивирования могут служить лососевые рыбободные заводы, некоторые технологии выращивания моллюсков и иглокожих в той же Японии, Республике Корея, Китае. Часто полужамкнутые системы используются для культивирования рыб, беспозвоночных и водорослей только на протяжении незначительной по времени, но наиболее уязвимой стадии их жизненного цикла. В частности, современные заводы Китая, специализирующиеся на разведении дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus*, в контролируемых условиях полужамкнутых систем осуществляют процесс культивирования, начиная от гамет производителей, изъятых из природной среды, до получения молоди голотурий, которую после подращивания в проточных бассейнах вскоре вновь помещают в море (т.е. в открытые системы), где она собственно и достигает товарных размеров (Арзамасцев и др., 2001).

Аналогичная по замыслу полужамкнутая система культивирования была предложена сотрудниками ТИПРО для получения молоди трепанга в заводских условиях (Мокрецова, 1987). В подобных системах возможно стабилизировать и регулировать некоторые параметры среды. В частности, в бассейнах можно контролировать температуру, соленость, освещенность, насыщение воды кислородом, интенсивность водообмена и прочие физические и химические параметры. Однако, создание подобных систем требует решения комплекса достаточно сложных биологических и инженерно-технических задач, связанных с энергоснабжением, водоснабжением и водоподготовкой, кормами для гидробионтов – объектов

культивирования. Большинство полужамкнутых систем функционируют в специализированных помещениях, строительство которых требует значительных капитальных вложений. Весьма существенными, особенно в климатических условиях Приморья, оказываются затраты на нагрев или охлаждение воды, отопление помещений в зимний период, прокачку воды, освещение и пр. При высокой, по сравнению с открытыми системами, плотности посадки культивируемых организмов в бассейны существенно увеличивается риск массовых заболеваний, что повышает вероятность их гибели.

Примеры экономически целесообразных (рентабельных) технологий промышленного выращивания морских организмов в замкнутых системах, за исключением декоративных и демонстрационных аквариумов, нам не известны. Рассчитывать на высокую экономическую эффективность применения подобных технологических схем в климатических условиях Приморья в ближайшие годы сложно.

Марикультура в Приморском крае имеет короткую историю. К началу 70-х годов прошлого столетия в прибрежных водах Приморья было отмечено практически повсеместное снижение промысловых запасов морской капусты *Laminaria japonica* и бентосных беспозвоночных, таких как дальневосточный трепанг, приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis*, мидия Грея *Crenomytilus grayanus*. Это послужило основанием для длительного запрета на промышленную добычу этих объектов и, одновременно, стимулировало теоретические и прикладные исследования, направленные на их выращивание.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию технологий промышленного культивирования ряда видов беспозвоночных в прибрежных водах зал. Петра Великого Японского моря были начаты сотрудниками ТИНРО МРХ СССР (ныне ФГУП «ТИНРО-Центр») в конце 60-х годов. В 1971 г. в зал. Посъета производственным объединением «Приморрыбпром» было организовано первое опытно-промышленное хозяйство марикультуры (впоследствии Экспериментальная морская база «Посъет»), на котором приступили к разработке технологий выращивания нескольких видов двустворчатых моллюсков. При этом был заимствован практический опыт культивирования, накопленный к тому времени соседними странами азиатско-тихоокеанского региона, закуплено в Японии необходимое для этих целей оборудование.

В 1972 г. на базе рыбозавода «Валентин» сотрудники ТИНРО приступили к экспериментальным работам по выращиванию бурых водорослей (*Laminaria japonica*) в подвесной культуре в двухгодичном цикле. Учитывая достижения зарубежных специалистов (Япония, КНР, КНДР), с 1979 г. на водорослевом участке рыбозавода «Каменский» параллельно были предприняты попытки выращивания этих водорослей в годичном производственном цикле. Экспериментальные работы в этом направлении в дальнейшем были продолжены в пос. Глазковка, где был построен большой производственный цех для выращивания рассады ламинарии. В результате этих работ были подготовлены временные инструкции по выращиванию морской капусты в двухгодичном и одногодичном циклах. К началу 90-х годов общая площадь плантаций морской капусты в Приморье превышала 100 га, а ее средняя урожайность (при двухгодичном производственном цикле) составляла 70 т/га (Буянкина, Крупнова, 1987).

Таким образом, в результате совместных усилий рыбохозяйственной науки и производственных предприятий в Приморье к началу 90-х годов в минимальном объеме была получена биологическая информация, показана практическая

возможность реализации некоторых технологических схем, разработаны временные инструкции по выращиванию ламинарии, гребешка, устрицы и тихоокеанской мидии (Культивирование ..., 1987).

За последние 20 лет предложенные технологические схемы культивирования не претерпели существенных изменений, а масштабы выращивания морских организмов в Приморье так и не достигли промышленных. В условиях изменившихся в последнее десятилетие социально-экономических обстоятельств особую актуальность приобретает не принципиальная возможность демонстрации того или иного способа выращивания морских организмов, а экономическая целесообразность реализации таких технологических схем культивирования гидробионтов, которые способны обеспечить промышленные объемы и приемлемую рентабельность деятельности хозяйств марикультуры.

По сведениям Управления «Приморрыбвод» в Приморском крае, в 2001 г. было зарегистрировано всего 19 хозяйств марикультуры, большая часть которых находилась в стадии организации и не производила товарной продукции. В настоящее время число специализированных хозяйств увеличилось до 37, однако, это не привело к заметному росту объемов производства (Гайко, 2006).

Сложившаяся в последние 20 лет ситуация и нынешнее состояние всех структурных компонентов, необходимых для развития марикультуры в Приморском крае (начиная от фундаментальных исследований и заканчивая материально-техническим оснащением хозяйств марикультуры), свидетельствуют о глубоком системном кризисе этой перспективной отрасли рыбохозяйственной деятельности. Особенно удручающее впечатление возникает при сравнении масштабов и темпов развития марикультуры в Приморье с положением дел в этой сфере в соседнем Китае.

В 2000 г. продукция марикультуры в КНР достигала почти 11 млн. т, при этом объемы выращивания морских организмов, по сравнению с предыдущим 1999 г., увеличились более чем на 9%. В настоящее время доля марикультуры в общем объеме производства рыбной продукции в этой стране превысила 39%. Только за десятилетие (с 1990 по 2000 гг.) объемы выращивания морских организмов в Китае увеличились почти в 7 раз. При этом примерно 81% от общего количества выращенной в КНР продукции приходилось на долю моллюсков, т.е. организмов, богатых белком животного происхождения, что весьма важно и жизненно необходимо для этой густонаселенной страны.

Основные объемы культивирования в 2000 г. в КНР обеспечили устрицы – 3 291 929 т, морские гребешки – 919 591 т, мидии – 534 503 т и морские черенки (сем. Solenidae) – 552 792 т. Китай длительное время занимает первое место в мире по выращиванию морских водорослей, которых только в 2000 г. было произведено 1,2 млн. т (FAO, 2000).

Парадоксальность ситуации, сложившейся с марикультурой в Приморском крае, заключается еще и в том, что именно в этом регионе имеются практически все предпосылки, необходимые для ее успешного развития. Необходимо подчеркнуть, что юг Дальнего Востока (Приморский край и Сахалинская область) – единственные в России регионы, где возможно эффективное и масштабное ведение деятельности в области марикультуры. Суровый климат, ледовый режим, значительные приливно-отливные колебания уровня моря и прочие обстоятельства существенно осложняют возможности масштабного культивирования морских организмов в более высоких широтах.

В столице Приморья г. Владивостоке расположены крупнейшие в стране научные морские биологические учреждения: ФГУП «ТИНРО-Центр», Институт биологии моря имени А.В. Жирмунского ДВО РАН. Здесь же сконцентрированы основные учебные заведения, традиционно осуществляющие подготовку морских биологов и специалистов рыбной промышленности, такие как Дальневосточный государственный университет (ДВГУ) и Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет (ДАЛЬРЫБВТУЗ). Приморье располагает сравнительно развитой прибрежной инфраструктурой: крупными портами, рыбоперерабатывающими предприятиями, судостроительными и судоремонтными заводами, электрическими сетями, железнодорожными коммуникациями и автомобильными дорогами, средствами связи, избыточными трудовыми ресурсами и т.д.

Попытаемся кратко рассмотреть основные, на наш взгляд, проблемы и причины, сдерживающие развитие марикультуры в Приморском крае.

*Биологические проблемы.* Важнейшим и необходимым условием для введения в культуру любого вида морских организмов оказывается глубокое и всестороннее знание его биологии. Очевидно, что полнота и качество научной информации являются определяющими условиями, необходимыми для разработки и оптимизации технологических схем культивирования любых гидробионтов.

Целенаправленное и целесообразное воздействие на процесс формирования продукции объектом выращивания (здесь под объектом имеются ввиду надорганизменные биологические системы, обычно представляющие собой значительные по численности масштабные пространственные группировки особей определенного вида морских организмов) осуществляется по двум основным каналам управления: регулированием динамики численности и воздействием на рост массы особей. При этом под управлением понимается прогнозирование возможных (т.е. наиболее вероятных) ситуаций поведения подобных систем.

Специфические особенности муссонного климата Приморского края оказывают существенное (в некоторой степени взаимное) влияние на гидрологический режим прибрежных мелководных зон моря. Очевидно, что обусловленные неустойчивостью климата межгодовые вариации многих параметров среды, таких как температура, соленость, освещенность и пр., наряду с их сезонными изменениями, воздействуют на многие биологические события и процессы, происходящие в прибрежных сообществах. Именно поэтому заимствование (копирование) и перенос технологий выращивания морских организмов в другие регионы в открытых (природных) системах часто оказывается неудачным. Не случайно, что в Японии технологические схемы промышленного культивирования приморского гребешка в региональном плане существенно различаются. Например, если в зал. Муцу на севере о. Хонсю выращивание этих моллюсков осуществляется преимущественно в садках (подвесная культура), то в прибрежных водах охотоморского побережья о. Хоккайдо гребешка в основном культивируют на грунте, т.е. в донной культуре (Ventilla, 1982).

Очевидно, что технологические схемы культивирования морских организмов, сезонные графики работ и продолжительность производственных циклов должны быть адаптированы к условиям конкретных акваторий. Решение этих задач требует выполнения комплекса сложных и затратных экологических (популяционно-экологических) исследований, изучения всех деталей и особенностей жизненного цикла объекта культивирования.

Подобный подход был реализован нами при разработке технологий выращивания тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* в подвесной культуре (Брыков и др., 1986, 1996, 2004). Отметим, что тихоокеанская мидия не образует массовых поселений, а природные группировки этих моллюсков в прибрежных водах Приморья приурочены к литоральной зоне. Поэтому этот объект ранее никогда не рассматривался здесь в качестве промыслового.

Вероятностный характер многих биологических событий и процессов, происходящих в прибрежных акваториях, при разработке технологий культивирования предполагает последовательное поэтапное решение серии оптимизационных или, выражаясь языком математики, экстремальных задач. Решение подобных задач заключается в определении совокупности условий, в пределах которых реализуется наиболее благоприятный результат. Например, наши экспериментальные работы показали, что в зал. Восток зал. Петра Великого Японского моря максимальная вероятность сбора молоди приморского гребешка для его дальнейшего выращивания достигается при выставлении коллекторов в море во второй половине июня и расположении их в диапазоне глубины 6-12 м, что определяется температурно-соленостной структурой вод залива в летние месяцы (Брыков и др., 2003).

Успех культивирования морских организмов в условиях полузамкнутых систем, в которых возможно регулирование некоторых параметров внешней (по отношению к объекту выращивания) среды, также в значительной мере определяется глубиной научных знаний и квалификацией персонала, сопровождающего весь технологический процесс. В этом случае на первый план выступают проблемы биологии размножения и развития, а также эколого-физиологического уровня исследований, связанные, например, с необходимостью обеспечения развивающихся личинок морских беспозвоночных кормом (как правило, это культуры микроводорослей определенных видов), а после их метаморфоза – другими пищевыми компонентами. Необходим контроль и поддержание в определенных диапазонах абиотических параметров среды (температура, соленость, концентрация кислорода, освещенность и пр.), обеспечивающих оптимальные условия метаболизма, развития и выживаемости организмов. Остро стоят вопросы, связанные с профилактикой инфекционных болезней и паразитарных инвазий объекта выращивания. Этим не исчерпывается весь спектр проблем, сопряженных с выращиванием морских организмов в проточных бассейнах, однако даже их поверхностное рассмотрение свидетельствует о сложности и многоплановости научных задач, решение которых необходимо для успешной реализации технологического цикла.

Таким образом, все технологии культивирования морских организмов, независимо от использования систем выращивания, относятся к области наукоемких и требуют квалифицированного научного обеспечения и сопровождения. Вместе с тем теоретические и прикладные исследования, а также экспериментальные работы в этой области, несмотря на актуальность, сложность и продолжительный комплексный характер подобных работ, в последние годы практически не финансируются. Отсутствие достаточных финансовых ресурсов, направляемых на фундаментальные биологические исследования, экспериментальные и опытно-конструкторские работы, негативно отражается на состоянии и темпах развития марикультуры в Приморском крае. Очевидно, что развивать наукоемкие производства при практически полном прекращении теоретических, поисковых и экспериментальных исследований в

области экологии и популяционной биологии морских организмов, представляется бесперспективным занятием.

*Инженерно-технические проблемы.* Достаточно посмотреть на морскую карту северо-западной части Японского моря и ознакомиться с лоцией этой акватории, чтобы отметить очевидный факт: практически все заливы и бухты Приморья открыты с юга и отличаются слабой изрезанностью (за исключением, пожалуй, зал. Посъета) береговой линии. Следовательно, при выращивании любых морских организмов в открытых системах остро стоит проблема надежности (штормоустойчивости) используемых для этих целей гибких гидротехнических сооружений, т.е. установок.

В условиях летнего муссона, когда преобладают ветры южных направлений, установки будут подвергаться интенсивному воздействию ветровых волн и зыби, поступающей из центральной части Японского моря. В зимний период практически все закрытые и полузакрытые акватории зал. Петра Великого покрываются льдом, что также требует определенных технических решений, направленных на сохранение установок от их разрушения. Обычно для этого все элементы плавучей системы гибких гидротехнических сооружений на зимний период заглубляют на несколько метров от поверхности воды, а после схода ледового покрова вновь выводят на поверхность, что приводит к дополнительным материальным и трудовым затратам.

С теоретическими основами конструирования гибких гидротехнических сооружений, применявшихся в Приморье, можно ознакомиться в специальной литературе (Стоценко, 1984). В нашей практической работе мы использовали в достаточно «жестких» гидрологических условиях, например, в открытой б. Соколовская для выращивания тихоокеанской мидии в подвесной культуре, простые и технологичные установки линейного типа, показавшие в процессе натурных испытаний вполне удовлетворительные эксплуатационные качества (Брыков и др., 2004).

В отличие от проблем биологического плана, инженерные решения, т.е. конструктивные особенности установок, могут заимствоваться. В этом случае мы имеем дело с физическими факторами среды, поэтому гидродинамические воздействия на установки могут быть сравнительно легко измерены, смоделированы и рассчитаны. Однако, при копировании и тиражировании гибких гидротехнических сооружений следует учитывать не только положительный опыт эксплуатации установок и экономические соображения, но и специфические региональные особенности конкретного района их использования: максимальную степень волнения, направление преобладающего фронта волн, уровень приливо-отливных колебаний, характер донных отложений и их мощность, ледовый режим и пр. Важное значение имеют прочностные характеристики материалов, применяемых для изготовления установок, их однородность, надежность всех узлов соединения элементов конструкции.

Конструктивные особенности используемых в марикультуре установок постоянно совершенствуются. При этом обычно их устройство представляет собой своеобразный компромисс между необходимыми материальными затратами и надежностью конструкции, при обязательном преобладании последнего. Разрушение установок приводит не только к утрате потенциального урожая гидробионтов, но и к невозобновимым материальным потерям, поэтому их штормоустойчивость представляется определяющим качеством.

Как уже отмечалось, выращивание морских организмов в полужамкнутых системах, для обеспечения надежности их функционирования, предполагает решение спектра достаточно сложных инженерно-технических задач. Выход из строя любого

из элементов технической системы неизбежно вызывает нарушение технологического цикла, а часто и гибель объекта культивирования. В практической деятельности повышение надежности функционирования подобных систем обычно достигается за счет дублирования основных технических агрегатов и устройств, что, соответственно, приводит к существенному увеличению себестоимости выращиваемой продукции.

Все оборудование, используемое для культивирования морских организмов в полужамкнутых системах, должно отличаться устойчивостью к воздействию морской воды и при этом быть нетоксичным для объекта культивирования. Электротехнические и электронные блоки подобных систем длительное время эксплуатируются в условиях повышенной влажности, что также предъявляет специфические требования к их устройству.

Таким образом, конструирование, проектирование, строительство и эксплуатация полужамкнутых систем культивирования морских организмов, учитывая отсутствие практического опыта создания подобных объектов в Приморском крае, представляется весьма сложной и достаточно дорогостоящей задачей.

*Экономические проблемы.* Целью деятельности коммерческого предприятия является получение прибыли. Инвестирование новых наукоемких производств само по себе сопряжено со значительным финансовым риском. Применительно к марикультуре экономическая ситуация существенно усложняется еще и достаточно длительным инвестиционным периодом. Например, при самом благоприятном прогнозе, первый доход от выращивания приморского гребешка может быть получен только через три года. Это объясняется особенностями биологии этого объекта, который в любых условиях культивирования достигает промысловых размеров (высота раковины свыше 100 мм) лишь в конце третьего года жизни.

Инвестор, оценивая перспективность вложения средств, обычно рассматривает несколько возможных вариантов. Понятно, что предпочтение отдается наиболее рентабельному проекту, обеспечивающему максимальную норму расчетной прибыли.

Суть проблемы выбора вариантов инвестирования заключается в том, что деньги всегда имеют относительно высокую «стоимость» в данный момент времени, чем в отдаленной на ряд лет перспективе. Поэтому сравнительная эффективность инвестирования долговременных проектов оценивается делением потенциальной прибыли, сформированной спустя ряд лет, на «сложенный процент» за этот же промежуток времени, который может быть получен от альтернативного рода деятельности.

Этим объясняется, почему при благоприятной рыночной конъюнктуре на выращиваемую продукцию, марикультура в Приморье не развивается и не играет заметной роли в экономике края. А также позволяет понять, почему, несмотря на резкое снижение промысловых запасов ценных видов прибрежных биологических ресурсов (морские ежи, дальневосточный трепанг, приморский гребешок, крабы и пр.), степень их эксплуатации в последние годы не ослабевает, а скорее усиливается. Ответ прост: в прибрежном рыболовстве и браконьерском промысле, в отличие от марикультуры, работают «короткие» деньги. Поэтому делать ставку на развитие марикультуры в Приморском крае за счет реинвестирования части прибыли рыбодобывающих предприятий, несмотря на очевидные резоны, не приходится. Тем более, что рыбохозяйственный комплекс Приморья переживает сейчас не лучшие времена (Жук, Распутный, 2004).

Важной проблемой экономического плана представляется пока еще низкая результативность (эффективность) используемых технологий выращивания морских



организмов. Научность технологий культивирования, комплексный характер производственной деятельности, региональные особенности, межгодовая вариабельность биотехнологических параметров и прочие условия затрудняют предварительную оценку экономической эффективности проектов в области марикультуры на единой методической основе (Жук, 2004). Практически каждое предприятие пытается самостоятельно (порой весьма самобытно) решать проблемы биотехнологического плана и проводить собственную экономическую политику.

Поэтому, на наш взгляд, весьма актуальным представляется создание (разработка) серии типовых или базовых для Приморья экономически целесообразных технологий культивирования наиболее перспективных объектов. К числу последних мы относим в первую очередь прошедшие производственные проверки технологии выращивания тихоокеанской мидии в подвесной культуре, приморского гребешка в донной культуре и морской капусты в двухгодичном производственном цикле. Биотехнологии культивирования прочих объектов: тихоокеанской устрицы, дальневосточного трепанга, морских ежей, креветок и крабов, а также ряда перспективных видов морских водорослей-макрофитов, на сегодняшний день еще не вышли за рамки экспериментальных (а зачастую – и поисковых) научно-исследовательских работ, т.е. ни биологически, ни технологически, ни экономически еще не обоснованы (Габаев, 2005; Гаврилова и др., 2005).

Наличие базовых для Приморья технологий культивирования морских организмов позволило бы корректно оценивать экономическую эффективность как вновь разрабатываемых биотехнологий, так и улучшенных модификаций уже существующих. Это даст возможность на единой методической основе проводить предварительную экономическую экспертизу различных проектов в области марикультуры, сравнивать результативность (качество) научно-технических разработок. Отметим, что первые шаги в этом направлении экономистами уже предприняты (Жук, 2004).

Решение этой задачи в перспективе позволит создать конкурентную среду между научно-техническими коллективами разработчиков технологий выращивания, что несомненно будет способствовать прогрессу в этой наукоемкой отрасли хозяйственной деятельности.

*Юридические проблемы.* Для осуществления производственной деятельности в области марикультуры как в открытых, так и в полужамкнутых системах культивирования любому предприятию необходим определенный участок акватории. Согласно статье 34 Водного кодекса Российской Федерации от 16 ноября 1995 г. (Водный кодекс..., 2001) устанавливается государственная собственность на водные объекты. Этим исключается право любой другой формы собственности на прибрежную морскую акваторию, т.е. водную поверхность, водную толщу и подстилающее ее дно.

Исключается и право длительного временного пользования (аренды) морских прибрежных акваторий. Предметом временного пользования по существующему законодательству могут быть лишь земельные участки и другие обособленные природные объекты (Гражданский кодекс..., 1996). Поэтому остается последняя и, на сегодняшний день, единственная возможность ведения производственной деятельности в области марикультуры – выделение и временное закрепление на невятных правовых основаниях так называемого рыбопромыслового участка (РПУ), или части такового. В этом случае предприятие или предприниматель приобретает

юридически аморфный статус природопользователя, а заодно и право ведения хозяйственной деятельности на ограниченный период.

Некоторые береговые предприятия (рыболовецкие колхозы и рыбокомбинаты) традиционно пользуются закрепленными за ними рыбопромысловыми участками. Однако, несмотря на возможность ведения на них многопрофильной деятельности, по вышеизложенным экономическим соображениям, предпочитают использовать их только для прибрежного рыболовства и промысла. Параллельное ведение хозяйственной деятельности специализированных хозяйств марикультуры на таких акваториях практически невозможно по причине последующего перманентного конфликта административных и коммерческих интересов между двумя пользователями.

Для ведения эффективной производственной деятельности любому хозяйству марикультуры, наряду с водным участком, необходима береговая производственная база, т.е. земельный участок, непосредственно прилегающий к закрепленному за ним рыбопромысловому. При этом территория береговой базы предприятия должна удовлетворять ряду необходимых требований. Земельный участок должен (как минимум) иметь источник пресной питьевой воды, подъездную дорогу, энергоснабжение (электрические сети или автономную электростанцию), обеспечивать возможность подхода к берегу маломерных плавсредств и их укрытие на случай непогоды, быть достаточным по площади для размещения бытовых и производственных помещений и пр.

В принципе отвод и закрепление в аренду земельного участка, несмотря на сложность и бюрократичность этого процесса, возможно. Однако, вновь организуемым специализированным хозяйствам марикультуры совместить эти два необходимых для эффективной работы условия: выделение рыбопромыслового участка и закрепление прилежащего к нему земельного участка для строительства береговой базы, оказывается чрезвычайно сложно, а зачастую – невозможно.

Вряд ли развитию марикультуры в Приморье будет способствовать и долгожданный Федеральный Закон от 20.12.2004 г. №166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». Этот документ содержит «врожденный» порок, поскольку в нем по-прежнему смешиваются совершенно различные по функциональной сути понятия: добыча (океаническое и прибрежное рыболовство), контроль (охрана морских биологических ресурсов), обособленная отрасль хозяйственной деятельности (марикультура) и даже спортивное и любительское рыболовство.

*Кадровые проблемы.* Социально-экономический кризис, разразившийся в начале 90-х годов теперь уже прошлого столетия, привел к тому, что специализированные экспериментальные производства (ЭМБ «Посыет», «Глазковка»), отделы и участки марикультуры производственных объединений и береговых предприятий рыбной промышленности Приморья были ликвидированы или перепрофилированы. Специалисты-производственники оказались вынужденными поменять место работы или сферу деятельности. В аналогичной ситуации оказались многие сотрудники научно-исследовательских и проектных учреждений.

Формирование и развитие новой наукоемкой отрасли хозяйственной деятельности потребует привлечения квалифицированных специалистов. Формально в приморских ВУЗах (ДВГУ, ДАЛЬРЫБВТУЗ) осуществляют обучение студентов и ежегодный выпуск молодых специалистов соответствующего профиля. Однако,

качество профессиональной подготовки выпускников, также как и их дальнейшая производственная карьера, оставляют желать лучшего.

Марикультура, как и сельское хозяйство, не наука, а наукоемкая многопрофильная сфера производственной деятельности. Поэтому программа подготовки специалистов для этой отрасли должна, наряду с классическими биологическими и общими дисциплинами, содержать ряд специальных курсов, таких как «популяционная экология», «физиологическая экология морских организмов», «планктонология», «биология объектов культивирования», «гидрология и гидрохимия», «технические средства культивирования» и пр. Больше внимания, вероятно, следует уделять экономическим и юридическим вопросам рыбохозяйственного комплекса. Очень важным и необходимым представляется изучение иностранных языков.

Отсутствие эффективно работающих и развивающихся хозяйств марикультуры исключает возможность прохождения практики и профессионального обучения студентов старших курсов в реальных производственных условиях. По этой же причине большинство выпускников не могут трудоустроиться по специальности и вынуждены после получения диплома менять профессию или область деятельности.

*Организационные проблемы.* Изменения социально-экономических отношений в рыбохозяйственном комплексе Приморья привели к разрушению зачатков организационной структуры марикультуры, сложившейся к началу 90-х годов. При этом вновь организуемые и действующие хозяйства марикультуры по-прежнему остро нуждаются в координации усилий, информационной поддержке, консультационных и экспертных услугах специалистов.

Возникшие в последнее время общественные ассоциации (рыбопромышленников или хозяйств марикультуры) по ряду причин не могут проводить согласованной эффективной политики, тем более осуществлять функции стратегического управления отраслью хозяйства. Органы региональной исполнительной власти, как, впрочем, и федеральной, увлечены решением насущных проблем рыболовства и недостаточно оценивают важность и социально-экономическое значение марикультуры, как новой перспективной отрасли рыбохозяйственного комплекса.

Положительный опыт развитых и развивающихся стран показывает, что становление марикультуры возможно только при активной государственной поддержке, реализации плана четко продуманной стратегии ее развития, преференциях по налогам, координации усилий специалистов различного профиля. Поэтому необходимость в профессиональном, специализированном и обособленном от промышленного рыболовства органе управления марикультурой в Приморском крае, на наш взгляд, весьма актуальна.

Таким образом, даже поверхностное рассмотрение основных проблем, сдерживающих развитие марикультуры в Приморском крае, свидетельствует о глубоком системном кризисе этой едва зародившейся отрасли рыбохозяйственного комплекса. Возникает вопрос, а следует ли в Приморье, учитывая сложность и многоплановость сложившейся ситуации, прилагать усилия, направленные на развитие марикультуры?

Для ответа на этот вопрос нам придется расширить рамки обсуждения и, хотя бы в общих чертах, рассмотреть продовольственную проблему в целом.

На сегодняшний день известны три основных источника получения продуктов питания, необходимых для жизнедеятельности человека. Это сельское хозяйство, промышленное рыболовство и аквакультура. Очевидно, что на данном историческом этапе развития общества основные объемы продовольствия обеспечивает сельскохозяйственное производство. Водная среда (рыболовство и аквакультура) до недавних пор давала примерно 6% от суммарного количества всех используемых населением Земли продуктов питания. Отметим, что, несмотря на скромные объемы, гидробионты при этом обеспечивают примерно треть всех потребляемых населением планеты белков животного происхождения. Это обстоятельство представляется чрезвычайно важным, поскольку значительная часть населения, в том числе и россияне, по-прежнему испытывает так называемый «белковый голод», причиной которого оказывается дефицит входящих в рацион человека протеинов животного происхождения.

Несмотря на огромную площадь суши, собственное сельскохозяйственное производство продуктов питания в России в настоящее время не обеспечивает полностью потребности населения. Эта ситуация обусловлена многими причинами, но прежде всего климатическими особенностями территории. Достаточно отметить, что примерно две трети общей площади Российской Федерации занято так называемой «зоной вечной мерзлоты» и прочими «неудобьями». Низкой остается и урожайность сельскохозяйственного растениеводства. Продукция животноводства, в свою очередь, практически напрямую зависит от объемов продукции растениеводства (т.е. обилия кормов) и поэтому также находится на недостаточном уровне.

Морской экспедиционный рыбный промысел бывшего СССР в 1975 г. превышал 10 млн. т. В связи с признанием на III Конференции ООН по морскому праву суверенных прав прибрежного государства на биоресурсы в 200-мильных экономических зонах, развалом СССР и последующими изменениями социально-экономических отношений, приоритетной зоной действия рыбодобывающего флота России оказались дальневосточные моря, на долю которых сейчас приходится основная часть национальных уловов.

При этом в 2003 г. всеми рыбохозяйственными организациями Дальнего Востока было добыто всего 1 млн. 956 тыс. 695 т рыбы и морепродуктов. По сравнению с рекордным по уловам 1988 г., общие объемы добычи на дальневосточном бассейне снизились в 2-2,5 раза (Паутов, 2004). Соответственно, это привело к существенному уменьшению поставок на внутренний рынок и снижению потребления рыбной продукции населением страны (Гордеев, 2005).

Эффективность сельскохозяйственного производства в Приморском крае по ряду причин (муссонный климат, короткий вегетационный период, специфический рельеф местности, низкое плодородие почв, их заболоченность и пр.) не очень высока. Например, урожайность сои, важной масличной культуры с высоким содержанием растительного белка, не превышает 3 т с одного гектара пашни.

Важным, а в некотором смысле и определяющим сектором экономики Приморья, является рыбохозяйственный комплекс, в основе которого лежат традиционно сложившиеся морской экспедиционный промысел и, в меньшей степени, прибрежное рыболовство. Рыбодобывающая деятельность в исключительной экономической зоне в значительной мере ориентирована на поставки уловов на внешние рынки, в результате чего прибрежные

рыбоперерабатывающие предприятия Приморья, испытывая дефицит сырья, оказались в критическом экономическом положении (Жук, Распутный, 2004).

Марикультура, как дополняющая, а в перспективе и замещающая прибрежное рыболовство сфера хозяйственной деятельности (примером может служить Китай), позволяет значительно (в несколько раз) увеличить ресурсный потенциал прибрежных вод Приморского края. Основанием для этого могут служить достаточно высокие продукционные характеристики потенциальных объектов выращивания. Например, урожайность морской капусты при двухгодичном производственном цикле составляла в среднем 70 т/га (Буянкина, Крупнова, 1987), а на некоторых водорослеводческих участках Приморья достигала 100 т/га.

Урожай тихоокеанской мидии в подвесной культуре в среднем Приморье (бух. Соколовская) превышает 50 т с установки площадью 1 га при двухлетнем производственном цикле (Брыков и др., 1996). В некоторых районах зал. Петра Великого с той же площади можно получать 60-80 т этих моллюсков ежегодно (Брыков и др., 2004). При этом, как показывают предварительные расчеты, технологии культивирования этих гидробионтов рентабельны (Жук, 2004).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Освоение морских биологических ресурсов прибрежных вод Приморского края в его традиционных формах вплотную приблизилось к предельному уровню. Дальнейшее наращивание ресурсного потенциала, лежащего в основе производственной деятельности прибрежного рыбохозяйственного комплекса Приморья, возможно только за счет развития промышленной марикультуры: создания специализированных хозяйств по выращиванию морских беспозвоночных и водорослей, проектирования и строительства серии заводов по разведению рыб.

Становление и развитие этой новой отрасли рыбохозяйственного комплекса позволит не только улучшить продовольственную ситуацию в регионе, но будет способствовать решению ряда острых социально-экономических проблем: созданию новых рабочих мест, активизации экономической деятельности рыбоперерабатывающих предприятий, обустройству прибрежных территорий, снижению темпов миграции населения и пр.

Вместе с тем очевидно, что развитие промышленной марикультуры в Приморском крае невозможно без оперативного комплексного решения обозначенных проблем: активизации научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, разработки и принятия необходимых законов и нормативных документов, создания благоприятного инвестиционного климата, профессиональной подготовки квалифицированных кадров, координации усилий специалистов различного профиля.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арзамасцев И.С., Яковлев Ю.М., Евсеев Г.А. и др. Атлас промысловых беспозвоночных и водорослей морей Дальнего Востока России. Владивосток: Аванте, 2001. 192 с.

Брыков В.А., Блинов С.В., Черняев М.Ж. Экспериментальное культивирование съедобной мидии в заливе Восток Японского моря // Биология моря. 1986. №4. С. 7-14.

Брыков В.А., Семенихина О.Я., Колотухина Н.К. Выращивание мидии *Mytilus trossulus* в бухте Соколовская Японского моря // Биология моря. 1996. №3. С. 195-202.

Брыков В.А., Колотухина Н.К., Таупек Н.Ю., Радовец А.В. Эффективность сбора молоди приморского гребешка на коллекторы: решение оптимизационной задачи // Вопросы рыболовства. 2003. Т. 4. №2(14). С. 327-346.

*Брыков В.А., Колотухина Н.К., Семенихина О.Я., Радовец А.В.* Культивирование тихоокеанской мидии в прибрежных водах северо-западной части Японского моря // Вопросы рыболовства. 2004. Т. 5. №4(20). С. 708-733.

*Буянкина С.К., Крупнова Т.Н.* Биология и культивирование ламинарии японской. В кн.: Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М.: Агропромиздат, 1987. С. 32-54.

*Водный кодекс Российской Федерации №167 – ФЗ от 16 ноября 1995 г.* Сб. норм.-прав. актов, регламентирующих рыбохоз. деятельн. в РФ. М.: Полиграфсервис, 2001. Т. 1. С. 540-611.

*Габаев Д.Д.* Экологически обоснованный способ культивирования камчатского краба // Рыбное хозяйство. 2005. №4. С. 35-36.

*Гаврилова Г.С., Гостюхина О.Б., Захарова Е.А.* Заводское культивирование дальневосточного трепанга в Приморье: первый опыт // Рыбное хозяйство. 2005. №3. С. 47-49.

*Гайко Л.А.* Марикультура: прогноз урожайности с учетом воздействия абиотических факторов. Владивосток: Дальнаука, 2006. 203 с.

*Гордеев А.В.* Состояние и перспективы развития рыбного хозяйства России // Рыбное хозяйство. 2005. №4. С. 3-5.

*Гражданский кодекс Российской Федерации.* М.: ИНФРА М, 1996. 352 с.

*Диомидов М.Н., Дмитриев А.Н.* Покорение глубин. Л.: Судостроение, 1969. 383 с.

*Ефимкин А.Я., Микулич Л.В.* Культивирование промысловых ракообразных. В кн.: Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М.: Агропромиздат, 1987. С. 91-115.

*Жук А.П.* К вопросу формирования промышленной марикультуры // Дальневосточный регион – рыбное хозяйство. 2004. №1. С. 107-156.

*Жук А.П., Распутный Н.В.* Проблемы формирования экономики самообеспечивающего роста прибрежной рыбной промышленности, на примере Приморья // Дальневосточный регион – рыбное хозяйство. 2004. №1. С. 43-106.

*Кенни Дж.Е.* Техника освоения морских глубин. Л.: Судостроение, 1977. 312 с.

*Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей.* М.: Агропромиздат, 1987. 192 с.

*Мокрецова Н.Д.* Культивирование трепанга. В кн.: Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М.: Агропромиздат, 1987. С. 116-135.

*Паутов В.М.* Рыбаки в сетях проблем // Дальневосточный регион – рыбное хозяйство. 2004. №1. С. 189-197.

*Стоценко А.А.* Гидробиотехнологические сооружения. Владивосток: Дальневосточный университет, 1984. 135 с.

*Уитон Ф.* Техническое обеспечение аквакультуры. М.: Агропромиздат, 1985. 528 с.

FAO. The state of world fisheries and aquaculture 2000. Rome: FAO, 2000. 142 p.

*Ventilla R.F.* The scallop industry in Japan // Advances in Marine Biology. 1982. V. 20. Pp. 309-382.

## MARICULTURE IN PRIMORYE: PROBLEMS AND PROSPECT

© 2010 y. V.A. Brykov

*A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology FEB RAS, Vladivostok*

The current state of industrial mariculture in Primorsky Krai is considered, and the major problems, restraining its development in the region, are discussed. A conclusion about the deep system crisis of this promising fishing branch is made. A necessity is grounded, and a complex solution of primary tasks, aimed at development of mariculture in Primorye, is proposed.

*Key words:* aquaculture, mariculture, Primorsky Krai, invertebrates, algae.