

Перспективные объекты марикультуры Приморья

DOI

Д-р биол. наук **Г.С. Гаврилова**,
канд. биол. наук **И.Ю. Сухин** –
Тихоокеанский филиал
ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО)

@ galina.gavrilova@tinro-center.ru;
igor.sukhin@tinro-center.ru

Ключевые слова:

марикультура, Приморье,
перспективные объекты,
культивирование,
технологии разведения

Keywords:

marine aquaculture,
Primorski Krai, prospective
species, breeding/farming,
cultivation technologies

PROSPECTIVE SPECIES FOR MARINE AQUACULTURE IN PRIMORSKI KRAI

Doctor of Biological Sciences **G.S. Gavrilova**,
candidate of Biological Sciences **I.Yu. Sukhin** – Pacific Branch of FGBNU "VNIRO" (TINRO),
galina.gavrilova@tinro-center.ru; igor.sukhin@tinro-center.ru

Here is given data about current state of marine aquaculture objects in Primorsky Krai, and some ecological features of its nearshore area for cultivation of hydrobionts, belonging to different biogeographical groups. Ecological conditions influencing on efficiency of different species industrial cultivation were analyzed. Main part of marine aquaculture production in the next decade will be produced by traditional cultivated species mostly.

Перспективность разведения в Приморье тех или иных объектов обсуждалась в литературе в разные периоды развития марикультуры [13; 1]. Однако и до настоящего времени число культивируемых видов невелико, а выявление новых, разведение которых может быть успешным, актуально, при рассмотрении направлений развития отрасли в регионе.

Перспективность промышленного культивирования того или иного объекта зависит от суммы факторов. Одна из основных проблем аквакультуры – определение в процессе аут- и синэкологических исследований перечня объектов, перспективных для разведения в конкретных водоемах. Но для обеспече-

ния эффективности товарного культивирования важны также востребованность объекта разведения на рынках, ценообразование, проблемы логистики и другие факторы.

В настоящее время в России не установлены критерии, определяющие возможность культивирования того или иного вида (за исключением случаев интродукции). Существующий «Классификатор в области аквакультуры (рыбоводства)» не проясняет ситуацию, так как содержит ограниченный список морских беспозвоночных, большая часть из которых уже является объектами аквакультуры. Нормативными документами предусмотрена процедура внесения изменений и дополнений,

однако никаких критериев, позволяющих одобрить или отклонить дополнения, не приводится. Поэтому, при рассмотрении предлагаемых дополнений, указываются «произвольные» критерии (существование технологий культивирования, наличие промысловых запасов и т.п.).

В настоящее время в Приморье существует промышленное разведение только пяти видов гидробионтов: трепанга *Apostichopus japonicus*, приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis*, тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus*, устрицы *Magallana (Crassostrea) gigas* и водоросли ламинария *Saccharina (Laminaria) japonica*. Список явно невелик, поэтому и увеличение объемов товарной продукции связывается не с ее разнообразием, а с развитием эффективных технологий для традиционных объектов и увеличением площадей плантаций.

Цель работы заключалась в современной разноплановой характеристике объектов, культивирование которых осуществляется в прибрежье Приморья или предлагается для разведения в будущем, а также – в рассмотрении перспектив введения в марикультуру региона новых видов. Рассмотрены экологические особенности аквакультурной зоны Приморья с точки зрения ее пригодности для культивирования разных групп гидробионтов; проанализирован ряд условий, позволяющих оценить объекты разведения, как перспективные для промышленного культивирования.

МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В работе использованы литературные и собственные сведения по биологии объектов разведения и данные статистических обзоров, содержащих информацию об объемах производства, ценах и реализации продукции марикультуры [16; 17], РК-ПРОФИ 36 (811, 812, 813) (2020).

Характеристика аквакультурной зоны Приморья выполнена на основе опубликованных данных гидрологических исследований, проводимых разными коллективами авторов.

При оценке перспективности объектов культивирования рассматривалось несколько условий для получения и реализации товарной продукции: биологические, экологические, экономические; учитывалась степень разработки техники разведения того или иного вида, либо возможность адаптации имеющихся мировых исследований к условиям нашего региона.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРИБРЕЖЬЯ ПРИМОРЬЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ МАРИКУЛЬТУРЫ

Районы побережья Приморского края существенно различаются по своим экологическим условиям. Восточное побережье подразделяют на южную и северную часть, или, согласно одному из вариантов районирования [3], на северо-приморский и южно-приморский районы; в отдельную область выделяют залив Петра Великого. Стратегия развития марикультуры и перспективы разведения того или иного объекта в этих районах могут существенно отличаться.

Приводятся современные данные об объектах марикультуры Приморья, а также некоторые экологические особенности его аквакультурной зоны, с точки зрения ее пригодности для культивирования разных групп гидробионтов. Проанализирован ряд условий, позволяющих оценить объекты разведения как перспективные для промышленного культивирования. Основная продукция марикультуры в ближайшее десятилетие может быть получена только за счет уже культивируемых видов.

Залив Петра Великого. Наиболее благоприятным для марикультуры является залив Петра Великого, который представляет собой большой, расчлененный шельф и расположен на стыке бореальной и субтропической зон. Сочетание мелководных, хорошо прогреваемых бухт с относительно глубоководной акваторией, граничащей с открытым морем, в условиях муссонного климата, создает специфический режим водных масс залива, неоднородных по физическим и динамическим характеристикам. Наиболее изменчивы в пространстве и времени параметры среды самой мелководной прибрежной зоны. Таким элементам орографии берегов как бухты или малые заливы свойственны собственные местные модификации водных масс и схем течений.

Условия залива Петра Великого обеспечивают существование в нем объектов разной биогеографической принадлежности – от широко-бореальных до субтропических. Но для обеспечения эффективности искусственного разведения каждой группы видов необходимо, чтобы в водоеме реализовывалось не менее 50% видовой потенции роста гидробионтов [11]. Ее реализация у беспозвоночных зависит от длительности воздействия благоприятных и оптимальных факторов среды. Сравнение температурных оптимумов обитания видов разной зоогеографической принадлежности (табл. 1) и среднесезонных значений температуры воды в разных районах залива показало, что в мелководной зоне период пребывания

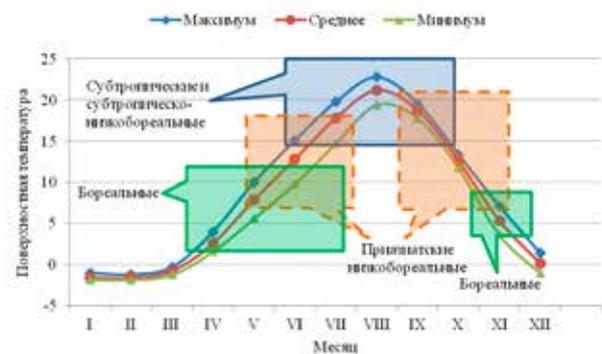


Рисунок 1. Оптимальные периоды температур обитания разных групп гидробионтов в заливе Петра Великого

Figure 1. Optimal periods of habitat temperatures for different groups of hydrobionts in Peter the Great Bay

Таблица 1. Температурные условия существования, оптимальные температуры и температуры размножения (нереста) различных биогеографических групп моллюсков, °С [8] / **Table 1.** Temperature conditions of existence, optimal temperatures and breeding (spawning) temperatures of various biogeographic groups of mollusks, °С [8]

Биогеографическая принадлежность	Температура, °С				Оптimum обитания*	Температура размножения**
	Северная граница ареала		Южная граница ареала			
	летом	зимой	летом	зимой		
Тихоокеанские приазиатские субтропические и субтропическо-низкобореальные виды	16-20	<0	27	16-18	16-20	14-20
Тихоокеанские приазиатские низкобореальные виды	14	<0	24	6	6-14	6-14
Тихоокеанские широкобореальные виды	8	<0	20	2-10	2-10	2-8
Тихоокеанские высокобореальные виды	8	<0	10	1	1-8	0,5-4

* - на основании анализа температур на краях ареалов; ** - по литературным данным

в температурном оптимуме наименее продолжителен для бореальных видов – около 90 дней в год (рис. 1). Для субтропическо-низкобореальных видов он достигает 120-140 дней. И наиболее длительный период оптимальных температур для низкобореальных видов (170-180 дней в год). Именно с последними достигается и наибольший успех в культивировании.

Из-за продолжительного зимнего периода биотический потенциал субтропических и субтропическо-низкобореальных видов реализуется не полностью, так как биокинетическая зона (температуры, стимулирующие процессы обмена и роста) этих видов лежит в диапазоне температур 10-25°С, которые наблюдаются с мая по октябрь в заливах Посыета, Амурский, Уссурийский и с июня до середины октября – в восточной части залива Петра Великого.

Культивирование таких видов предпочтительно в западных районах (мелководных, хорошо прогреваемых заливах второго порядка), с более продолжительным теплым периодом и более высокой температурой воды (данные на-

блюдений на станциях Посыета и Владивостока) (табл. 2).

Это подтверждается расположением наиболее крупных поселений субтропических видов в заливе, которые расположены в районах со среднегодовой температурой воды свыше 8°С. Но даже в этих районах, при экстенсивном (пастбищном) культивировании субтропических видов, будет реализовываться менее 50% потенциально возможной скорости роста. Так, у моллюска анадары этот показатель составит лишь 34% [5]. Замедление роста наблюдается и у субтропическо-низкобореального вида – дальневосточного трепанга. Промысловых размеров эта голотурия в Желтом море достигает на третьем году жизни, в заливе Петра Великого – за четыре-пять лет. Успешность марикультуры субтропических видов в заливе, как и естественное пополнение их поселений, прямо зависят от межгодовой изменчивости абиотических факторов, прежде всего, температуры.

Достигнутые успехи в разведении низкобореального вида – приморского гребешка, товарная продукция которого в настоящее время составляет основу аквакультуры Приморья, во многом связаны с оптимальными для него условиями развития и роста. В более северных районах (например, в заливе Анива) выживаемость спата и темпы роста этого моллюска при культивировании ниже, особенно в первые 2-3 года жизни. Одновозрастные моллюски этого вида в заливе Петра Великого крупнее, чем в северной части ареала [11].

Следовательно, наиболее перспективными для культивирования в заливе Петра Великого являются низкобореальные виды, потенциалы роста у которых реализуются в полном объеме. Марикультура субтропических и субтропическо-низкобореальных видов возможна, но всегда будет подвержена существенным рискам, что сказывается на успешности воспроизводства и темпах роста объектов разведения.

Восточное побережье Приморья. Районы открытого восточного побережья Приморья мало изучены, с точки зрения пригодности для



марикультурного производства. До начала организации промышленного выращивания гидробионтов необходимо изучить особенности сезонного хода температуры воды, объем речного стока, волновую нагрузку на гидробиотехнические сооружения (ГБТС) и др. В отличие от залива Петра Великого, для восточного побережья Приморья характерен однообразный рельеф, открытые прямолинейные берега обрывисты, приглубы, окаймлены камнями. К полузакрытым акваториям в этом районе можно отнести заливы Ольги, Владимира и Рында; расположены здесь и несколько открытых бухт (Киевка, Соколовская, Моряк-Рыболов и др.).

В северо-западной части Японского моря соленость воды обычно превышает 30⁰, а сезонные изменения поверхностной температуры воды лежат в диапазоне 0-20⁰C. Прямые наблюдения, выполненные в некоторых бухтах и заливах у восточного побережья, в целом подтверждают эти данные и уточняют особенности гидрологического режима. В заливе Владимира в июле максимальная температура достигает лишь 16-18⁰C, в юго-восточной части залива этот показатель в летний период еще ниже – 11,7⁰C; придонные температуры летом составляют не более 11 С [2]. В 2001-2002 гг. поверхностные значения температуры воды в этом районе не превышали в августе 17⁰C. В бухтах Киевка, Мелководная и Соколовская среднеголетние значения поверхностной температуры воды в середине августа составляют 18-19⁰C, снижаясь уже в первой половине сентября до 15-16⁰C.

Описанные термические условия не лимитируют товарного выращивания низкобореальных и бореальных видов моллюсков, следовательно, рассматриваемая акватория (с учетом данного критерия) может использоваться для развития этого направления индустриальной марикультуры. Однако нерест приморского гребешка в этих районах наблюдается на 30-40 дней позже, чем в заливе Петра Великого. Понижение температуры воды осенью до значений, выходящих из биокинетической зоны вида, происходит когда сеголетки моллюска имеют еще незначительные размеры. Такие особенности требуют изменений в технологиях коллекторного сбора молоди и садкового выращивания моллюсков.

В южноприморском районе у восточного побережья Приморья существуют и скопления субтропических низкобореальных видов. Поселения дальневосточного трепанга отмечены в заливе Владимира, бухтах Киевка, Мелководная, Соколовская. Существование вида в этой части ареала возможно, но его промышленное разведение

(и это подтвердила практика) будет малоэффективно. Особенностью биологии размножения трепанга в этой части ареала является более слабое развитие гонад: величина гонадного индекса в период нереста не превышала 16%, тогда как в заливе Петра Великого она лежит в диапазоне 22-30%. Относительно низкой была и плодovitость самок: при гонадном индексе 10-15% она не превышала 3-5 млн яйцеклеток [10]. Биологический анализ показал также, что не все половозрелые особи ежегодно участвуют в нересте: не выметанные гонады после окончания нерестового периода были обнаружены почти у 30% животных. Термические условия сказываются и на скорости роста этих иглокожих, которые в заливе Владимира и в бухтах южно-приморского района достигают промысловых размеров на 5-7 год.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННЫХ ОБЪЕКТОВ РАЗВЕДЕНИЯ В ПРИМОРЬЕ

Перечисленные выше, пять современных объектов марикультуры Приморья можно отнести к традиционным, так как их культивирование осуществляется в регионе уже несколько десятилетий. В последние 5-6 лет хозяйства края увеличили объемы товарного производства и стали использовать заводскую технику получения посадочного материала (табл. 3) [7].

Обозначенные руководством отрасли, перспективные необходимые увеличения продукции марикультуры в РФ в ближайшие годы не достигимы без изменения технологического обеспечения аквакультур. В настоящее время в Приморье идет создание индустриальной базы марикультуры: заводов для получения посадочного материала, садковых комплексов для выращивания товарной продукции беспозвоночных; создан и научно-производственный центр для разработки и внедрения в практику новых технологий.

Но основную часть молоди, обеспечивающей выращивание товарной (реализованной) продукции пока получают за счет сбора природного спата моллюсков. Вместе с тем, возможности увеличения продукции, за счет применения этого метода, для большинства объектов практически исчерпаны.

Обеспечить растущие потребности хозяйств марикультуры в посадочном материале может заводское разведение. Однако эта техника культивирования в Приморье осваивается не так давно и весьма медленно, что неудивительно, так как и строительство, и эксплуатация заводских модулей требуют немалых финансовых вложений; создаются они только частными инвесторами без помощи со стороны государства. В Хасанском

Таблица 2. Средние многолетние значения температуры воды в разных районах [7] / **Table 2.** Average long-term values of water temperature in different regions [7]

Район	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Посьет	-1,6	-1,6	-0,3	4,8	11,1	16,6	21,0	23,1	19,5	12,4	4,2	-0,9	9,0
Владивосток	-1,5	-1,5	-0,6	3,0	8,6	14,3	19,0	21,6	19,2	13,2	5,8	0,3	8,4
Находка	-1,7	-1,7	-0,5	3,0	7,8	12,6	17,2	19,8	17,1	10,6	4,2	-0,1	7,4

Таблица 3. Некоторые характеристики традиционных объектов марикультуры Приморья /
Table 3. Some characteristics of traditional mariculture facilities in Primorye

Объект разведения	Технология разведения		Реализованная продукция в 2010-2018 гг., тыс. т	Виды продукции
	действующие	разрабатываемые		
Мидия тихоокеанская, широкобореальный вид	Коллекторный сбор спата, промышленное выращивание	---	0,08-0,5	В охлажденном и замороженном виде (в створках, на одной створке, мясо мидии), консервы, пресервы
Приморский гребешок, т/о, приазиатский, низкобореальный вид	Коллекторный сбор спата, садковое и пастбищное выращивание	Заводское получение молоди (спата)	0,3-1,0	Живой гребешок, свежемороженый гребешок на створке, филе (мускул) гребешка охлажденное или свежемороженое
Тихоокеанская (гигантская) устрица, субтропическо-низкобореальный вид	Коллекторный сбор спата, промышленное выращивание	Заводское получение молоди (спата)	0,02-0,3	В живом виде, на створке, консервы, пресервы
Дальневосточный трепанг, субтропическо-низкобореальный вид	Заводское получение молоди, пастбищное выращивание	---	0,02-0,1	В живом, охлажденном виде, варено-мороженом и сушеном, а также в виде порошка БАДов из трепанга
Ламинария японская, низкобореальный приазиатский вид	Плантационное выращивание, получение рассады в заводе	Заводской способ получения рассады теплоустойчивой формы	0,3-1,5	Шинкованная мороженая и сушеная морская капуста, консервы, пресервы, сырье для получения альгинатов, йода, БАДов

районе Приморья на переоборудование уже имеющихся помещений под цеха, для получения 30 млн экз. молоди трепанга, было потрачено порядка 500 тыс. долл. США, а на строительство нового завода мощностью до 7 млн экз. молоди трепанга, обслуживание которого ежегодно обходится предприятию в 200 тыс. долларов, ушло 50 млн рублей.

На современном этапе благоприятные условия естественного воспроизводства, для применения экстенсивного способа культивирования, в заливе Петра Великого наблюдались в течение ряда лет только для *тихоокеанской мидии*. Этот моллюск – типичный обростатель различных субстратов. Особенности биологии размножения (растянутый нерест), наличие в течение года длительных периодов с оптимумами абиотических факторов и большое количество антропогенных субстратов обеспечивало виду успешное воспроизводство. Высокая численность личинок в планктоне и спата на коллекторных установках является предпосылкой для получения необходимого количества товарной продукции в природных условиях, не требуя применения заводского способа получения молоди. Однако в разных районах залива Петра Великого необходимо соблюдать технологические особенности разведения мидии, к которым относятся выбор оптимальной глубины для постановки коллекторов, регулирование численности спата на субстратах, предотвращение осыпания сеголеток в холодный период и другие условия.

Разведение мидий широко распространено в мире, к основным культивируемым видам, наряду с тихоокеанской, относятся съедобная (*Mytilus edulis*) и средиземноморская (*Mytilus*

galloprovincialis) мидии. Во всех регионах основную продукцию моллюсков получают за счет их естественного воспроизводства, до 95% мидийного спата во всем мире собирают в дикой природе (capture-based aquaculture). Заводские технологии для этой группы моллюсков существуют, но применяются очень ограниченно. Продукция мидии (в створках, на одной створке, мясо мидии) поставляется на рынки в охлажденном и замороженном виде; из мяса мидии изготавливают различные консервы и пресервы. Мелкая мидия используется для получения кормовых добавок и гидролизатов, створки мидии могут перерабатываться для получения кормовых добавок в сельском хозяйстве.

Объемы получаемой продукции мидии в Приморье относительно невелики. Рост производства сдерживает трудоемкий процесс обработки выращенных моллюсков, для повышения эффективности которого используются современные технологические комплексы. Они обеспечивают механизацию всех основных этапов (сортировка урожая, очистка и переработка полученной продукции). В Приморском крае существует только один такой перерабатывающий комплекс.

Сдерживает рост производства ограниченный объем доступных рынков сбыта продукции. Зарубежные азиатские рынки в настоящее время насыщены мидией собственного производства. Этот моллюск является одним из недорогих объектов марикультуры и наиболее доступен широкому кругу покупателей. Невысокая себестоимость мидии может способствовать ее продвижению на внутреннем рынке РФ, где оптовая цена разных

видов продукции колеблется от 225 до 800 руб./кг: «Мидия в створках (на одной створке)» – от 225 до 767 руб./кг, мясо мидии – 280-290 руб./кг, мидии в масле (пресервы) – 380-395 руб./кг. Однако потребности местного рынка невелики, так как даже в приморских районах спрос на морепродукты ограничен из-за низкой покупательской способности и кулинарных предпочтений русского населения. В европейской части России продукция моллюсков может быть востребована в ресторанном бизнесе, но ее проще доставить из Норвегии или Чили. В результате, в настоящее время основная часть мидии на российском рынке представлена импортной продукцией.

Общее производство мидий в мире в 2013-16 гг. составило 1768-1900 тыс. т, из которых на перечисленные виды приходилось свыше 50% (1255-1382 тыс. т). В Приморском крае в последние годы производится 0,3-0,8 тыс. т тихоокеанской мидии. Значительное увеличение производства хозяйствами Приморья возможно при условии преодоления вышеперечисленных проблем.

Приморский гребешок. Культивирование приморского гребешка широко распространено в Приморье и считается прибыльным. В настоящее время оно осуществляется за счет спата, собираемого на коллекторы в разных районах залива Петра Великого. Недостатком этого метода является крайняя нестабильность интенсивности оседания и выживаемости спата, вплоть до полной утраты урожая (по разным причинам), как это отмечается в заливе Посыета каждые 3-4 года. Это является одним из основных факторов, сдерживающих рост товарной продукции.

В сложившейся ситуации, для обеспечения марихозяйств края посадочным материалом, работы ведутся по нескольким направлениям. В научно-производственном центре на о. Попова продолжается работа по созданию отечественной заводской технологии получения молоди гребешка, адаптированной к условиям региона. Достигнутые результаты позволяют надеяться на скорое внедрение этой технологии и рост производства в ближайшие годы.

В 2018-19 гг. в Приморье начались поставки посадочного материала из-за рубежа – завезено около 1млрд экз. спата приморского гребешка, произведенного на заводах КНР. Моллюски расселены для товарного выращивания в садках у восточного побережья Приморья. Первый такой опыт оказался не совсем удачным из-за высокой смертности спата и моллюсков в возрасте 1+- 2 года.

Руководители двух предприятий, имеющих наземные модули, привлекают к работе китайских специалистов для организации заводского производства молоди моллюсков. Еще в одном хозяйстве заканчивается строительство цеха мощностью до 100 млн экз. спата в год по китайскому проекту. В ближайшие годы общее количество спата, получаемого в заводских условиях на предприятиях края может достичь 200-300 млн экз. в год. Для сравнения отметим, что все хозяйства Приморского края ежегодно собирают коллекторным способом в среднем не более 50-80 млн экз. спата гребешка.

Основные виды продукции – живой гребешок, свежемороженый гребешок без створок, свежемороженый гребешок на створке, филе (мускул) гребешка охлажденное или свежемороженое. Створки гребешка используются в марикультуре в качестве субстратов для оседания спата устрицы и перерабатываются на кормовые добавки для птицеводства и животноводства. Средняя оптовая цена на свежемороженую продукцию из гребешка на приморском рынке в 2018-19 гг. составляла 1650 руб./кг. На фоне умеренных затрат на переработку это обеспечивает высокую рентабельность производства.

В мировом производстве гребешков товарная продукция вида *Mizuhopecten yessoensis* составляет в последние годы менее 20%. Основным его поставщиком на мировом рынке является Япония, чьи объемы культивирования в 2010-18 гг. составили 118-280 тыс. т моллюсков. Значительный интерес к марикультуре приморского гребешка проявляет Южная Корея, специалисты которой разработали глубоководную технологию культивирования этого объекта. В небольших объемах живой гребешок из Приморья поставляется в Южную Корею и КНР. Имеющиеся данные свидетельствуют о возможности наращивания поставок отечественной продукции на эти рынки.

Производство гребешка в последние годы в Приморье изменялось от 0,3 до 1,5 тыс. тонн.



Расчеты, выполненные с учетом приемной емкости для этого вида, показали, что только в заливе Петра Великого, без ущерба для его экосистемы, может ежегодно производиться до 60-80 тыс. т этого моллюска. Предпринимаемые усилия должны привести к увеличению его продукции, расширить ее ассортимент и насытить рынки.

Тихоокеанская устрица выращивается во многих странах мира. У российских берегов, помимо Приморья, естественные поселения этого субтропическо-низкобореального вида существуют на Сахалине в лагуне Буссе и бухте Лососей. Коллек-

товарного выращивания моллюска и нарастить объемы культивирования, без ущерба для небольших по площади акваторий, прилегающих к природным устричникам.

Мировое производство тихоокеанской устрицы в 2010-16 гг. составило 641-574 тыс. тонн. Лидерами производства являются Южная Корея (283 тыс. т), Япония (184 тыс. т), Франция (75 тыс. т), США (29 тыс. т) и Тайвань (25 тыс. т). Несмотря на столь значительные объемы продукции, на мировом рынке сохраняется устойчивый спрос на устрицу. В последние годы возрос спрос



торный сбор молодежи в природе во всех этих районах нестабилен и не обеспечивает промышленного разведения. Несколько последних лет наблюдаются неурожайные годы для сбора спата этого вида на всей акватории залива Петра Великого; для массового получения молодежи тихоокеанской устрицы необходима технология ее заводского культивирования, адаптированная к местным условиям.

Первые успехи в этом направлении достигнуты на экспериментальном производстве ТИПРО на о. Попова: получено и доведено до стадии оседания несколько партий личинок, из заводской молодежи выращены годовалые моллюски. Для тихоокеанской устрицы необходимо не только улучшить и адаптировать к условиям Приморья технологию получения осевшей молодежи, но и разработать методику её промежуточного и товарного подращивания в разных районах побережья Приморья. Это позволит значительно расширить полигоны

на устрицу и в нашей стране. Однако собственное производство в Приморье за последние годы не превышало 0,1 тыс. тонн.

Выращенная устрица может поставляться на рынок в живом виде (эти моллюски хорошо переносят сушку и транспортировку), либо в виде консервов и пресервов. Качество мяса зависит от условий выращивания. Устрицы различают по товарным категориям. Наиболее востребованы в Европе моллюски весом от 80 до 100 г, в России от 100 до 120 граммов. Оптовая цена устрица на внутреннем рынке составляет около 550 руб./кг (по другим данным – 82 руб./шт.). Несмотря на рост себестоимости производства в последние годы, выращивание устриц для внутреннего рынка считается высокорентабельным.

Дальневосточный трепанг – один из наиболее ценных видов голотуррий, добываемых в странах Азии, его продукция относится к высокой товарной категории. Заводы, появившиеся в Приморье

после 2003 г., осваивали в первую очередь технику получения молоди трепанга. В настоящее время 5-6 предприятий ежегодно выпускают молодь трепанга в количестве 10-15 млн экземпляров. Считается, что спрос на товарную продукцию трепанга в последние годы снизился, соответственно, предприятия не увеличивают производство его посадочного материала и частично переориентируются на выпуск молоди гребешка.

Основным производителем и потребителем трепанга в мире является Китай. С 2010 по 2016 г. производство трепанга здесь выросло со 130 до 205 тыс. т, что, по данным ФАО, составляет более 90% производимой в мире продукции дальневосточного трепанга. Цена трепанга на мировом рынке формируется преимущественно под влиянием рынка Китая. Стоимость высококачественного сушеного трепанга китайского производства составляет 500-590 долл./кг, стоимость сушеного трепанга японского производства, наиболее близкого по своим показателям к обитающему в российских водах, может достигать 1400-1500 долл./кг (www.alibaba.com).

Трепанг поступает на рынки в живом, охлажденном, варено-мороженом и сушеном виде, а также в виде порошка из трепанга. На отечественном рынке спросом пользуется так называемый «трепанг на меду» – смесь свежего трепанга с медом в соотношении 1/1. Кроме того, трепанг и продукты его переработки могут использоваться как основа для пищевых добавок. Спрос на трепанга на отечественном рынке пока незначителен. Цена сушеного трепанга в России – около 25 тыс. руб./кг, в живом виде – 1800-2200 руб./кг. Стоимость такой продукции как «трепанг на меду» изменяется от 1450 до 3600 руб./кг.

Сахарина (ламинария) японская – одна из основных промысловых водорослей на Дальнем Востоке. Экстенсивная технология культивирования этого объекта в российских водах хорошо отработана. Цикл разведения составляет около двух лет. В сентябре-октябре осуществляется оспоривание искусственных субстратов, которые размещают на подвесных плантациях в море, следующей весной, по мере роста, производится пересадка и разреживание проростков. На второй год выращивания в мае-июле ведется сбор урожая. Культивирование ламинарии эффективно преимущественно в холодноводных районах, так как при температуре воды свыше 20°C происходит разрушение слоевищ. В последние годы на о. Попова ведутся экспериментальные работы по получению в заводских условиях рассады теплоустойчивых форм ламинарии.

Технология культивирования ламинарии в одногодичном цикле – это пример интенсивного получения посадочного материала и последующего его выращивания до товарной продукции. В данном случае рассаду ламинарии выращивают в искусственных условиях, контролируя концентрации питательных веществ и потоки энергии. Технология культивирования ламинарии, включающая заводское получение рассады впервые была апробирована на базе

цеха в п. Глазковка (Инструкция по выращиванию рассады .., 1992).

Ламинария пользуется спросом как на внешнем, так и на внутреннем рынках. Шинкованная мороженая и сушеная морская капуста применяются для приготовления широкого спектра продукции – по данным сайта www.fishnet.ru на отечественном рынке представлено свыше 40 наименований различных салатов на её основе. Промышленностью освоен выпуск широкого спектра пищевой продукции из ламинарии, она является ценным источником альгинатов и йода, используется при производстве БАД, способствует выведению из организма тяжелых металлов и радионуклидов.

По данным ФАО, в России в 2010-16 гг. добывали 5,916-6,937 тыс. т ламинарии, кроме того от 0,614 до 2,386 тыс. т выращивалось на марикультурных плантациях. За тот же период объем культивирования ламинарии японской в мире возрос с 5,15 до 8,22 млн т (из которых основная часть приходится на долю Китая). Несмотря на то, что в водах побережья Дальнего Востока существуют значительные естественные запасы ламинарии, расположение их в труднодоступных районах усложняет добычу и создает предпосылки для развития культивирования этого объекта. Стоимость ламинарии шинкованной на отечественном рынке составляет 20-40 руб./кг, цена салатов на основе этой водоросли составляет 120-200 руб./кг.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ, ПРЕДЛАГАЕМЫХ ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ В ПРИМОРЬЕ

Новым для Приморья объектом разведения может стать брюхоногий моллюск халиотис *Haliotis discus* (абалон, морское ухо). Этот субтропический вид и коммерчески высокоценный объект часто упоминается при разработке перспективных планов марикультуры. Привлекателен он тем, что современные технологии его культивирования позволяют проводить весь цикл получения товарной продукции в условиях цеха, без создания плантаций в береговой полосе. Для кормления может быть задействован ресурс, недоиспользуемый в настоящее время в дальневосточных водах – ламинария, в том числе отходы её переработки.

В Южной Корее для развития индустрии халиотиса была разработана технология выращивания теплоустойчивых сортов ламинарии, позволяющая круглогодично обеспечивать кормами существующие там многочисленные заводы. До 77% выращиваемой в республике ламинарии используется при культивировании морского уха.

В условиях Дальнего Востока обеспеченность кормами этого объекта, при заводском разведении, не вызывает сомнений. Однако на Дальнем Востоке природное поселение халиотиса обнаружено лишь в Сахалинской области (о. Монерон), откуда и возможна поставка производителей для заводов. В Приморье работы с этим объектом необходимо начинать с формирования маточного стада производителей. Существуют и перспективы создания бикультурных предприятий халиотиса совместно с

трепангом, первый опыт которых описан в литературе [19].

Производство халиотиса в мире составляет 128-130 тыс. т (2014 г.). Основным производителем является Китай, выращивающий около 115 тыс. т моллюсков. В Корее объемы производства достигают 9 тыс. тонн. Выход товарной продукции на заводах доходит до 3-5 кг/м² бассейнов. Моллюск поставляется на рынок в живом и замороженном виде, а также – консервах. В нашей стране потребителями этой продукции могут быть рестораны, ориентированные на приготовление морепродуктов. Стоимость халиотиса на мировом рынке существенно варьирует, в зависимости от размера и качества моллюсков, а также ситуации на рынке, составляя от 10 до 65 долл. США за 1 кг живого веса моллюсков.

Зарывающийся двустворчатый моллюск анадара (*Scapharca (Anadara) broughtoni*) – еще один объект, планы разведения которого периодически обсуждаются в марикультурном сообществе Приморья. Как отмечалось выше, у этого субтропического вида, образующего в заливе Петра Великого скопления в вершинах заливов второго порядка, эффективность воспроизводства и скорость роста существенно ниже таковых в южных частях его распространения. Для субтропических видов, адаптировавшихся к условиям северной части ареалов, изъятие даже незначительного (с коммерческой точки зрения) количества особей приводит к быстрому снижению биомассы и численности скоплений. В результате непродолжительного промысла с 1999 по 2003 г. запасы анадары в Уссурийском заливе сократились более чем в полтора раза – с 3,40 до 2,08 тыс. т, и уже в 2004 г. был введен запрет на ее промышленное изъятие. Более поздние исследования показали, что у популяции этого вида в заливе Петра Великого показатели среднегодового пополнения и естественной смертности практически сбалансированы [14]. Поэтому любое промысловое изъятие моллюсков приводит к эквивалентному снижению запаса. Кроме того, с открытием промысла в поселениях уменьшается доля коммерчески ценных размерных групп моллюсков и растет количество мертвых особей, а также численность морских звезд на промысловых участках. В результате снижается и величина уловов на усилии. Следовательно, марикультура этого вида может быть востребована не только для получения товарной продукции, но и для воспроизводства и поддержания природных поселений моллюсков в статусе промысловых. Но для ее развития необходимо создание заводских питомников и разработка хорошо спланированных направлений экспортной реализации продукции, так как внутренний спрос на моллюсков этого вида в ближайшие годы вряд ли будет высоким.

Еще две группы объектов, нередко предлагаемых для включения в перечень культивируемых – это прикрепленные виды гребешков (японский *Chlamys nipponensis* и Свифта (*Swiftopecten swiftii*) и несколько видов зарывающихся моллюсков (спизула, мактра, гуидак и др.).

Основные поселения японского гребешка ограничены акваториями на юго-западе залива Петра Великого; успех его естественного воспроизводства, как и иных субтропических видов в прибрежье Приморья, зависит от гидрологических условий текущего года. Соответственно оседания природного спата на коллекторы происходит далеко не каждый год даже в основном районе расположения поселений моллюска – заливе Посыета. За 15 лет – с 2001 по 2015 гг. – количество собранной на коллекторы молодежи японского гребешка оказалось здесь почти в 20 раз меньше, чем приморского [4]. Однако получение товарной продукции этого вида, как сопутствующего объекта при культивировании приморского гребешка, представляется полезным. Увеличение численности и биомассы скоплений за счет марикультуры будет способствовать и улучшению его естественного воспроизводства.

Подобные рассуждения можно привести и в отношении гребешка Свифта, с той разницей, что непериодические оседания молодежи на коллекторы этого низкорореального вида наблюдаются на востоке залива Петра Великого и у побережья Приморья восточнее мыса Поворотный. В заливе Петра Великого моллюск не образует сколько-нибудь значимых скоплений, встречается с низкой плотностью (2-4 г/м²) и занимает незначительные площади. В северном Приморье средняя плотность поселений составляет 20 г/м². Ресурсы данного вида не рекомендованы к промысловому изъятию [15]. В марикультуре этот объект может использоваться как сопутствующий при культивировании приморского гребешка.

Для всех видов зарывающихся моллюсков технологий разведения, адаптированных к условиям Приморья, в настоящее время не существует. Работы в этом направлении не ведутся, так как природные ресурсы моллюсков не полностью осваиваются промыслом, что свидетельствует о низкой востребованности объектов на рынке. Для начала работ по созданию технологий отсутствуют и необходимые данные по биологии размножения. В настоящее время предпосылки, для включения таких объектов в перечень перспективных для культивирования в Приморье, незначительны, а разработка соответствующих технологий требует предварительных научных исследований по нескольким направлениям. С другой стороны, в некоторых районах отмечаются случаи массового оседания зарывающихся моллюсков, например, гуидака *Rapora japonica*, на гребешковые садки. Поэтому для обеспечения возможности проведения исследований по разработке технологий культивирования этого объекта, есть смысл включения его в «Классификатор...».

К потенциальным объектам разведения можно отнести пурпурную и бугорчатую асцидии. Эти объекты пользуются большим спросом на рынке Южной Кореи. В России эти объекты используются для получения биологически активных добавок (БАД). В прибрежных водах Приморья неоднократно отмечались случаи массового оседания их на искусственные субстраты и гидробиотехниче-

ские сооружения. Благодаря особенностям биологии этого вида (лецитотрофная личинка), технология искусственного получения этого объекта достаточно проста и, после уточнения сроков размножения, может быть адаптирована в наших водах. Искусственное получение асцидии является относительно дешевым, и, несмотря на наличие природных запасов этих объектов, может быть эффективным источником получения дополнительной продукции хозяйствами марикультуры.

Один из наиболее ценных коммерческих видов иглокожих – *серый морской еж (Strongylocentrotus intermedius)* – пользуется большим спросом в странах юго-восточной Азии, в первую очередь – в Японии; в последние годы возросло потребление этого объекта в Китае. В прибрежье России существуют значительные запасы этого вида морских ежей, однако активная эксплуатация естественных поселений привела к тому, что в настоящее время они уменьшились почти в два раза. Активный промысел требует принятия мер, направленных на поддержание численности и структуры скоплений этих гидробионтов.

В Приморье выполнены предварительные исследования по технологиям разведения морских ежей нескольких типов – заводского получения молоди, повышения товарных качеств морских ежей на полигонах. Завершенных и внедренных разработок пока не существует, но имеющиеся материалы, после уточнения и доработки, могут быть положены в основу соответствующих инструкций.

Основным способом культивирования серого морского ежа является получение его молоди в заводских условиях с последующим подращиванием до товарного размера на донных плантациях. В настоящее время во многих странах эхинокультура стала специализированной отраслью марикультуры. Наибольшие успехи в этой области достигну-

ты в Японии. Работы по промышленному получению молоди морских ежей проводятся также в Китае и Южной Корее. На рынки поставляется как морской еж в живом виде, так и его обработанная икра. Цена морского ежа зависит от товарных качеств, в первую очередь – величины гонадного индекса (доля массы икры от общей массы животного) и цвета гонад. На японских рынках цена первичного предьявления для ежа с гонадным индексом 20% составляет 7-10 долл./кг, с гонадным индексом 12% – 4-6 долл./кг. Однако стоимость культивирования этого объекта достаточно высока. В Японии, при минимальных логистических затратах, культивирование ежа осуществляется благодаря наличию правительственных и муниципальных субсидий. Повысить эффективность культивирования серого ежа возможно удастся при использовании мощностей, создаваемых в восточных районах края, гребешковых заводов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Приведенные характеристики экологических условий марикультурной зоны Приморья показывают, что значительные акватории прибрежья Приморья остаются малоизученными для создания на их площадях плантаций. В практической деятельности марихозяйств не хватает гидрологической информации для конкретных акваторий. Она необходима для принятия оперативных решений при работе на плантациях и для оценки физической емкости водоемов [18], под которой понимается площадь акватории, соответствующая требованиям аквакультуры определенного типа для конкретных объектов и зависящая от совпадения гидрологических и гидрохимических условий и потребностей культивируемых видов. Величина физической емкости водоема зависит и от техники разведения, так как площади, пригодные для подвешного культивирования, не всегда подходят

Таблица 4. Оценка перспектив культивирования некоторых видов гидробионтов в Приморье / **Table 4.** Assessment of the prospects for the cultivation of some species of hydrobionts in Primorye

Объект разведения	Изученность биологии	Наличие природных поселений	Потенци роста	Наличие техники разведения	Цена продукции*	Возможность реализации за рубежом	Эффективность продаж на рынке РФ
Трепанг	+	+	±	+	В	+	±
Гребешок приморский	+	+	+	+	В	+	+
Гребешок японский	±	±	±	-	С	±	+
Гребешок Свифта	±	+	±	-	С	?	+
Мидия т/о	+	+	+	+	С	-	+
Устрица	+	+	+	+	С	+	+
Анадара	±	+	±	-	С	+	±
Халиотис	-	-	±	-	В	+	±
Спизула	±	+	?	-	С	?	-
Гуидак	-	+	?	-	В/С	±	±
Ламинария	+	+	+	+	Н	±	±

*Примечание: В – высокая; С – средняя; Н – низкая

для создания донных плантаций, вследствие батиметрических или гидродинамических ограничений и наоборот. Для определения продукционной и экологической категорий приемной емкости необходима оценка дополнительных параметров, таких как содержания органического углерода, концентрации хлорофилла, интенсивности осадконакопления и других.

Анализ и характеристика объектов, разведение которых осуществляется или обсуждается в региональных сообществах мариводов, свидетельствуют о том, что основная продукция марикультуры в ближайшее десятилетие может быть получена только за счет основных, уже культивируемых, видов (табл. 4). Отсутствие технологий для многих гидробионтов, культивирование которых на первый взгляд кажется необходимым, объясняется не только неудачами или отсутствием научных исследований, но и вполне объективными причинами. Во-первых, это экологические особенности марикультурной зоны Приморья, условия которой не могут обеспечить эффективного роста, например, субтропических видов. Их существование на небольших акваториях в пределах залива Петра Великого не означает возможностей широкомасштабного разведения. Значительные площади акваторий у восточного побережья Приморья малопригодны и для марикультуры субтропическо-низкобореальных видов, продуктивность плантаций которых всегда будут здесь меньше, продолжительность выращивания дольше, а себестоимость продукции – выше, чем в более тепловодных регионах. Тем не менее, включение в «Классификатор...» некоторых объектов является целесообразным. Расширение списка культивируемых видов позволит уменьшить экономические риски предприятий за счет диверсификации производства, а изменения ситуации на зарубежном рынке, на который в основном сориентирована дальневосточная марикультура, может сделать экономически целесообразным культивирование новых объектов.

В ближайшей перспективе для расширения промышленной марикультуры наибольшее развитие должно получить культивирование низкобореальных видов, в первую очередь – приморского гребешка. Получение дополнительной продукции от оседания в урожайные годы на гидротехнические установки сопутствующих ему видов (гребешков японского или Свифта) необходимо признать действенным методом. Следовательно, гребешок *Chlamys nipponensis* необходимо включить в «Классификатор в области аквакультуры (рыбоводства)». По мере решения проблемы получения посадочного материала, перспективным представляется и увеличение площадей полигонов товарного выращивания устрицы у побережья Приморья.

Культивирование иглокожих также является важной составляющей дальневосточной марикультуры. Эти стеногалинные гидробионты не могут быть объектами разведения на юге (Черное море) и западе (Балтийское море) страны,

где не существует условий для их выживания. Сами же объекты на азиатских рынках относятся к высокой товарной категории, имеют высокую стоимость. В качестве биологически активных добавок продукция из голотурий и морских ежей уже широко представлена на отечественном фармакологическом рынке и пользуется повышенным спросом у потребителей. Развитие эхинокультуры у побережья Приморья может стать уникальным дальневосточным направлением.

Действенным способом увеличения товарной продукции марикультуры безусловно является создание заводского производства посадочного материала. Однако в условиях малонаселенного Дальнего Востока следует оценить необходимое и достаточное количество предприятий для получения молоди гидробионтов, так как их работа связана с эксплуатацией высокотехнологичного оборудования и привлечением специалистов-технологов.

Международная практика показывает, что аквакультура в своем развитии движется в сторону производства больших объемов всего нескольких видов и большого количества малых объемов разных видов для местных рынков. По-видимому, производить продукцию марикультуры в больших объемах позволят перечисленные, традиционные для Дальнего Востока объекты разведения, разнообразить же местные рынки смогут перспективные для разведения объекты, такие как морские ежи, моллюск халиотис и другие объекты.

Сдерживающими факторами роста товарной продукции, за счет увеличения производства традиционных видов марикультуры, могут быть: ограниченные потребности внутреннего рынка в дорогостоящей продукции беспозвоночных из-за невысокой покупательской способности населения; конкуренция на внешнем рынке; высокие риски при увеличении экспорта продукции марикультуры, необходимость предварительных маркетинговых исследований для ее продвижения.

Вместе с тем, увеличение только объема товарной продукции едва ли может рассматриваться как цель развития отечественной марикультуры. Будучи ориентированной преимущественно на внешний рынок, марикультура не может быть поставщиком повседневной пищи для отечественного рынка. Более целесообразно оценивать эффективность марикультуры по объему налоговых отчислений, и что еще более важно для Дальнего Востока – по её социально-экономической роли. Расширение спектра культивируемых объектов должно помочь экономическому становлению хозяйств марикультуры, решению вопроса занятости населения и, наряду с прибрежным промыслом, способствовать развитию прибрежных районов края. При этом объем выращиваемой продукции должен тщательно оцениваться с точки зрения приемной емкости прибрежных вод и не нанесения ущерба прибрежным сообществам.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Акулин В.Н. Проблемы освоения биоресурсов и развития марикультуры в прибрежных районах Дальнего Востока. / В.Н. Акулин, В.Б. Ерухимович, С.Е. Поздняков // Известия ТИНРО. – 2009. – Т.159. – С.401-414.
1. Akulin V.N. Problems of bioresources development and mariculture development in the coastal regions of the Far East. /V. N. Akulin, V. B. Erukhimovich, S. E. Pozdnyakov / Izvestiya TINRO. – 2009. – Vol. 159. – p. 401-414.
2. Брегман Ю.Э. О работе в шельфовой зоне Японского моря (Приморье) от залива Посыета до залива Владимир с 21 июля по 25 сентября 1986 г.: Отчет о НИР // ТИНРО, № 19949. – Владивосток, 1986. – 47 с.
2. Bregman Yu.E. On work in the shelf zone of the Sea of Japan (Primorye) from the Gulf of Posyeta to the Gulf of Vladimir from July 21 to September 25, 1986: Report on research // TINRO, No. 19949. – Vladivostok, 1986. – 47 p.
3. Волвенко И.В. Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоэкологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем Востоке. // Известия ТИНРО. – 2003. – Т.132. – С.27-42.
3. Volvenko I.V. Morphometric characteristics of standard biostatistical areas for biocenological studies of the fishing zone of Russia in the Far East. // News of TINRO. – 2003. – Vol. 132. – p. 27-42.
4. Гаврилова Г.С. Результаты хозяйственной деятельности и проблемы развития марикультуры залива Посыета (Японское море) в 2000-2015 гг. / Г.С. Гаврилова, Е.С. Кондратьева // Изв. ТИНРО. – 2018. – Т.195. – С.229-243.
4. Gavrilovala G.S. Results of economic activity and problems of mariculture development in the Posyeta Bay (Sea of Japan) in 2000-2015 / G.S. Gavrilovala, E.S. Kondratieva // Izv. TINRO. – 2018. – T. 195. – p. 229-243.
5. Гаврилова Г.С. Перспективы культивирования анадара Броутона в заливе Петра Великого (Японское море) экстенсивным методом / Г.С. Гаврилова, А.В. Кучерявенко, О.Б. Гостюхина, С.А. Ляшенко // Вопросы рыболовства. – 2011. – Т.12. – №3(47). – с.66-73.
5. Gavrilovala G.S. Prospects of cultivation of Anadara Broughton in the Gulf of Peter the Great (Sea of Japan) by an extensive method / G.S. Gavrilovala, A.V. Kucheryavenko, O.B. Gostyukhina, S. A. Lyashenko // Voprosy rybolovstva. – 2011. – T. 12. – №3(47). – p. 66-73.
6. Гаврилова Г.С. Результаты и перспективы культивирования приморского гребешка Mizuhopecten yessoensis в заливе Владимир (Японское море) / Г.С. Гаврилова, А.В. Кучерявенко, А.М. Одинцов // Известия ТИНРО – 2006 г. – т.147 – С. 385-396.
6. Gavrilovala G.S. Results and prospects for the cultivation of the Japanese scallop Mizuhopecten yessoensis in the Gulf of Vladimir (Sea of Japan) // G.S. Gavrilovala, A.V. Kucheryavenko, A.M. Odintsov / Izvestiya TINRO – 2006. – vol. 147 – P. 385 to 396.
7. Гаврилова Г.С. Современная эффективность прибрежного промысла и марикультуры беспозвоночных в Приморье (Японское море). / Г.С. Гаврилова, И.Ю. Сухин // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 6. – С.95-103.
7. Gavrilovala G.S. Modern efficiency of coastal fishing and invertebrate mariculture in Primorye (Sea of Japan). / G.S. Gavrilovala, I.Yu. Sukhin / Rybnoe khozyaistvo. – 2019. – No. 6. – pp. 95-103.
8. Гайко Л.А. Особенности гидрометеорологического режима прибрежной зоны залива Петра Великого (Японское море): монография. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 151 с.
8. Gaiko L.A. Features of the hydrometeorological regime of the coastal zone of the Peter the Great Bay (Sea of Japan): monograph. – Vladivostok: Dalnauka, 2005. – 151 p.
9. Голиков А.Н. Об определении оптимальных температур обитания морских пойкилотермных животных путем анализа температурных условий на краях их ареалов / А.Н. Голиков, О.А. Скарлато // Докл. АН СССР, 1972. – Т.203. – №5. – С.1190-1192.
9. Golikov A.N. On determining the optimal habitat temperatures of marine poikilothermic animals by analyzing the temperature conditions at the edges of their ranges / A. N. Golikov, O. A. Scarlato // Dokl. AN SSSR, 1972. – Vol. 203, – No. 5. – P. 1190-1192.
10. Инструкция по технологии получения жизнестойкой молоди трепанга в заводских условиях / сост. Н.Д. Мокрецова. Г.И. Викторская и др.; Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2012. – 81 с.
10. Instructions for the technology of obtaining resilient trepan juveniles in factory conditions // comp. N D. Mokretsova. G.I. Viktorovskaya et al.; Pacific Research Fisheries Center. – Vladivostok: TINRO-Center, 2012. – 81 p.
11. Карпевич А.Ф. Потенциальные свойства гидробионтов и их реализация в аквакультуре // Биологические основы марикультуры. М: ВНИРО – 1998. – С.78-100.
11. Karpevich A.F. Potential properties of hydrobionts and their implementation in aquaculture // Biological bases of mariculture. M: VNIRO-1998. – p. 78-100.
12. Кучерявенко А.В. Перспективы культивирования приморского гребешка Mizuhopecten yessoensis в заливе Анива (Охотское море) / А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, С.А. Ляшенко и др. // Изв. ТИНРО. – 2006. –Т.147. – С.374-384.
12. Kucheryavenko A.V. Prospects for the cultivation of the Primorye scallop Mizuhopecten yessoensis in the Aniva Bay (Sea of Okhotsk). / A.V. Kucheryavenko, G.S. Gavrilovala, S.A. Lyashenko // 2006. – Vol. 147. – p. 374-384.
13. Мокрецова Н.Д. Состояние марикультуры и перспективы ее развития в морях Дальнего Востока // Материалы совещания «Состояние и перспективы научно-практических разработок в области марикультуры России». – 1988. – М: ВНИРО. – С. 203-209.
13. Mokretsova N.D. The state of mariculture and prospects for its development in the seas of the Far East // Materials of the meeting "The state and prospects of scientific and practical developments in the field of mariculture in Russia". – 1988. – M: VNIRO. – p. 203-209.
14. Олифиренко А.Б. Условия формирования поселений двусторчатого моллюска Anadara broughtoni в заливе Петра Великого (Японское море) // Изв. ТИНРО. 2007. Т.149. С.141-171.
14. Olifirenko A.B. Conditions for the formation of settlements of the bivalve mollusk Anadara broughtoni in the Gulf of Peter the Great (Sea of Japan). 2007. – T. 149. – Pp. 141-171.
15. Седова Л.Г. Ресурсы гребешка Свифта в прибрежье Приморского края / Л.Г. Седова, Д.А. Соколенко // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (24–26марта 2015г.). – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С. 132-135.
15. Sedov L.G., Sokolenko D.A. Resources scallop swift in the coast of Primorsky Krai // Natural resources, their current status, security, commercial and technical use: materials of the VI all-Russian scientific-practical conference (24–26марта 2015). – Part I. – Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatgtu, 2015. – P. 132-135.
16. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2016. Вклад в обеспечение всеобщей продовольственной безопасности и питания. // Рим: ФАО. – 2016. – 216 С.
16. State of world fisheries and aquaculture 2016. Contribution to universal food security and nutrition. Rome: FAO. – 2016. – 216 P.
17. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2018. Достижение целей устойчивого развития. – 2018. – Рим: ФАО. – 209 С.
17. The state of world fisheries and aquaculture 2018. Achieving the Sustainable Development Goals. – Rome: FAO, 2018. – 209 P.
18. McKindsey C.W., Thetmeyer H., Landry T., Silvert W. Review of recent carrying capacity models for bivalve culture and recommendations for research and management / C.W. McKindsey, H. Thetmeyer, T. Landry, W. Silvert /Aquaculture. – 2006. – № 261. – P. 451-462.
18. McKindsey C.W., Thetmeyer H., Landry T., Silvert W. Overview of the latest models of load-bearing capacity for bivalve culture and recommendations for research and management / C.W. McKindsey, H. Thetmeyer, T. Landry, W. Silvert // Aquaculture. – 2006. – No. 261. – pp. 451-462.
19. Zhou Y. Feeding and growth on bivalve biodeposits by the deposit feeder Stichopus japonicas Selenka (Echinodermata: Holothuroidea) co-cultured in lantern nets. / Y. Zhou, H. Yang, S. Liu, X. Yuan // Aquaculture. – 2006. – Vol.256. – P.510-520.
19. Zhou Y. Feeding and growth on bivalve biodeposits by the deposit feeder Stichopus japonicas Selenka (Echinodermata: Holothuroidea) co-cultured in lantern nets. / Y. Zhou, H. Yang, S. Liu, X. Yuan // Aquaculture. – 2006. – Vol.256. – P.510-520.