

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.446(265.54)

Г.С. Гаврилова, Л.Н. Ким*

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ
ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА (*MIZUHOPECTEN YESSOENSIS*)
В УССУРИЙСКОМ ЗАЛИВЕ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Обобщены данные о культивировании приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в Уссурийском заливе. Марифермы расположены в мелководной зоне на глубинах от 2 до 18 м, различаются площадями плантаций и гидродинамической нагрузкой на акваторию. Комплексная структура плантаций (коллекторные и садковые установки, донные плантации) существует в полузакрытой бухте Суходол. В двух других бухтах преобладают донные плантации для пастбищного выращивания гребешка и трепанга. Маточные стада производителей гребешка формировались путем вселения молоди из зал. Посыета. С 2000 по 2014 г. в трех бухтах собрано не менее 20 млн экз. спата гребешка. Объем товарной продукции составил около 216 т, из которых в бухте Суходол добыто более 111, в бухте Ильмовой — 70, а в бухте Малые Куши — около 35 т гребешка. Результаты анализа показали, что возможности для развития мариферм в этом районе были ограничены. Среднее многолетнее значение плотности спата не превышало 200 экз./коллектор и не увеличилось за время существования хозяйств. Для получения необходимого количества посадочного материала мариводы увеличивали количество устанавливаемых коллекторов. Для всех хозяйств у восточного побережья Уссурийского залива несколько лет были неблагоприятными для сбора молоди гребешка. Условия акваторий, на которых расположены хозяйства, не являются оптимальными для культивирования приморского гребешка экстенсивным методом.

Ключевые слова: Уссурийский залив, сбор спата, плантация, коллектор, культивирование гребешка.

Gavrilova G.S., Kim L.N. Efficiency of scallop *Mizuhopecten yessoensis* cultivation in the Ussuri Bay (Japan Sea) // *Izv. TINRO.* — 2016. — Vol. 185. — P. 240–250.

Data on cultivation of scallop *Mizuhopecten yessoensis* in the Ussuri Bay are generalized. The marine farms are located in the shallow waters at depths of 2–18 m, their plantations occupy different areas with different hydrodynamics. Complex structure of the plantations (collectors, cages and bottom facilities) is formed in the semi-closed Sukhodol Bay, but bottom plantations only for growing of scallop and sea cucumber are mounted in two other bays. The local broodstocks of scallop were formed by juveniles transported from the Posyet Bay, after that at least 20 million individuals of scallop spat were collected in three bays in 2000–2014, and their growing gave the total commercial output about 216 t (111 t in the Sukhodol Bay, 70 t in the Ilmovaya Bay, and 35 t in the Malye Kushi Bay). This is rather weak result that shows that the area has limited abilities for development of this type of aquaculture. The main reason

* Гаврилова Галина Сергеевна, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, e-mail: gavrilova@tinro.ru; Ким Лариса Николаевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: tinro@tinro.ru.

Gavrilova Galina S., D.Sc., principal scientist, e-mail: gavrilova@tinro.ru; Kim Larisa N., Ph.D., researcher, e-mail: tinro@tinro.ru.

was low density of spat on substrata: it never exceeded 200 ind./collector and did not increase during the farms development, so the farmers were forced to increase the number of collectors to obtain required number of spat; moreover, some years were unfavorable for collecting of juvenile scallops. There is concluded that environmental conditions in the eastern Ussuri Bay are not optimal for the scallop cultivation by extensive method.

Key words: Ussuri Bay, spat collecting, plantation, collector, scallop cultivation.

Введение

Приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* выращивают в прибрежной зоне Приморья с середины 1970-х гг., и в настоящее время это основное направление марикультуры беспозвоночных в регионе. В первой декаде текущего столетия годовая продукция выращенных моллюсков во всех хозяйствах края изменялась от 0,3 до 2,0 тыс. т при максимальной добыче до 1,0 тыс. т. По сведениям департамента рыбного хозяйства и водных биологических ресурсов администрации Приморского края, в 2014–2015 гг. на плантациях края было собрано и расселено 27 млн экз. молоди гребешка, а также реализовано 1,1 тыс. т продукции марикультуры (www.fishnet.ru/news/aquaculture_news/50572.html).

Посадочный материал для товарного выращивания гребешка в Приморье получают экстенсивным способом, собирая спат в природных условиях на коллекторы. Из-за межгодовой изменчивости его численности существенно изменяются и объемы товарной продукции. Кроме того, в разных районах побережья Приморья среднегодовые значения плотности спата на коллекторах также различаются. В настоящее время наибольшие объемы спата гребешка и товарной продукции получают в зал. Посыета (Вышкварцев и др., 2005; Гаврилова, Кучерявенко, 2011). В начале 2000-х гг. культивирование приморского гребешка стало развиваться у восточного побережья Уссурийского залива, более десяти предпринимателей пытались освоить этот вид деятельности, но в настоящее время лишь 3–5 хозяйств продолжают начатую работу.

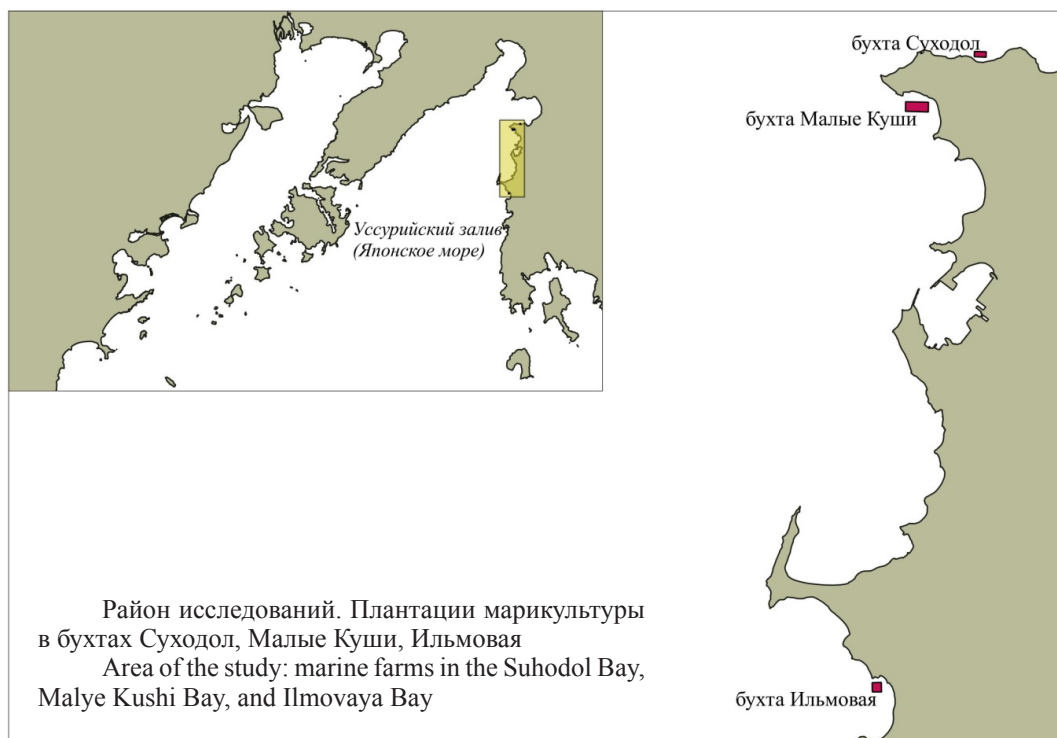
Цель настоящего исследования состояла в обобщении данных о современных масштабах и перспективах искусственного воспроизводства приморского гребешка в Уссурийском заливе. Проанализированы особенности и проблемы товарного выращивания моллюсков в одном из аквакультурных районов зал. Петра Великого.

Материалы и методы

Для анализа были использованы данные хозяйств марикультуры, расположенных в трех бухтах Уссурийского залива: ООО «Марикультура» (бухта Суходол), ЧП «Коломейцев» (бухта Малые Куши (местное название)) и ЧП «Данилова» (бухта Ильмовая) (см. рисунок). Для этих организаций существуют многолетние ряды наблюдений за численностью спата на коллекторах и товарной продукцией гребешка. В бухте Суходол — с 1999 по 2014 г., для бухт Малые Куши и Ильмовая — соответственно с 2000 и 2004 по 2014 г. При обсуждении проблем товарного выращивания моллюсков привлекались материалы и для других акваторий Уссурийского залива за разные годы.

Большая часть проанализированных материалов — это официальные источники, такие как акты и протоколы, составленные специалистами контролирующих организаций (Большекаменского отдела ФГУ «Приморрыбвод» и Приморского территориального управления Росрыболовства), а также ТИПРО-центра. Основная часть материалов получена при участии авторов в ходе плановых проверок деятельности хозяйств.

При обследовании плантаций оценивалась плотность посадок сеголеток и разновозрастных моллюсков в коллекторах, садках и на донных участках; определялись размерно-массовые характеристики особей (высота раковины (мм), масса тела (г)), их общая численность и биомасса. Проводили учет численности отсаженной на грунт молоди гребешка, а также сопутствующих организмов, оседающих на коллекторы. При водолазных обследованиях оценивали условия формирования донных плантаций по результатам сбора гидробионтов (Левин, Шендеров, 1975). Всего обработано более 100 официальных документов, а также привлечены для сравнения и обсуждения литературные и собственные материалы при научно-исследовательских работах на этих акваториях.



Результаты и их обсуждение

Общие сведения о хозяйствах марикультуры Уссурийского залива

Рассматриваемые хозяйства марикультуры — это частные предприятия с небольшим уставным капиталом и штатом постоянных сотрудников. Для выполнения временных трудоемких работ (монтаж гидробиотехнических сооружений, установка и переборка коллекторов) в летний период предприятия нанимают сезонных работников. При организации хозяйств в начале 2000-х гг. предполагалось, что специализироваться они будут на выращивании приморского гребешка. Но в биологических обоснованиях, разработанных ТИПРО-центром, указывались и другие виды беспозвоночных, разведение которых может быть успешным на данной акватории. В бухте Суходол удалось освоить промышленное выращивание тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus*. С 2005 г. в этой бухте, а также в бухте Малые Куши ведется плантационное подращивание заводской молоди дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus*. В бухте Ильмовой расселение трепанга на плантациях началось в 2010 г.

Все три участка марикультуры расположены в мелководной зоне на глубинах от 2 до 18 м. Различаются они площадями плантаций, степенью открытости и гидродинамической нагрузки на акваторию (табл. 1). Хозяйства применяют технологию разведения гребешка, рекомендованную для районов южного Приморья, с небольшими модификациями для местных условий (Справочник ..., 2002).

Комплексную структуру плантаций имеет хозяйство ООО «Марикультура». Большая часть марикультурного участка в юго-западной части полузакрытой бухты Суходол отведена под донное культивирование гребешка (пастбищное и садковое), значительная часть товарной продукции гребешка выращивается в донных садках оригинальной конструкции. Под коллекторные установки для сбора спата ежегодно задействуется от 0,04 до 0,10 га водной поверхности (табл. 1). До 2010 г. около 10 га на этом участке ежегодно было занято подвесным выращиванием тихоокеанской мидии. С 2000 г. проводится расселение молоди дальневосточного трепанга, собранной в природе на гребешковых коллекторах, с 2005 г. — заводской молоди. Сеголеток трепанга расселяют на площади в 1–2 га, участки для их подращивания до товарной массы занимают около 30 га.

Characteristics of aquaculture enterprises in the Ussuri Bay

Показатель	ООО «Марикультура»	ЧП «Данилова»	ЧП «Коломейцев»
Бухта	Суходол	Ильмовая	Малые Куши
Год образования хозяйства	1999	2000	2004
Площадь участка, га	309,2	177,9	175,0
Глубина, м	2–16	2–18	3–12
Характеристика акватории	Полузакрытая бухта	Открытая бухта	Открытое побережье
Площадь коллекторных установок, га	0,04–0,10	0,01–0,03	0,01–0,03
Площадь донных плантаций с товарной продукцией гребешка, га	15–25	5–10	3–25
Площадь донных садков с товарной продукцией гребешка, га	0,09–0,10	–	–
Площадь донных плантаций с товарной продукцией трепанга, га	1–30	–	1–15
Объекты разведения	Приморский гребешок, тихоокеанская мидия, трепанг	Приморский гребешок	Приморский гребешок, трепанг

В двух других бухтах участки марикультуры менее структурированы: в основном это донные плантации для пастбищного подращивания гребешка и трепанга, и лишь небольшая площадь (менее 0,04 га) занята коллекторными установками для сбора их молоди. Гидродинамические условия открытых акваторий, к которым относятся бухты Ильмовая и Малые Куши, не позволяют использовать технику выращивания моллюсков в донных садках, и основной способ получения товарной продукции гребешка здесь — пастбищное культивирование. В некоторые годы мариоводы подращивали мелкоразмерных сеголеток в подвесных садках с последующим выпуском их на донные плантации.

Для создания маточных поселений производителей на начальном этапе во всех трех бухтах проводилось вселение молоди гребешка из зал. Посъета. В 1999 г. в бухту Суходол были завезены и высажены на донные плантации 100 тыс. экз. спата. В дальнейшем сеголеток для товарного выращивания гребешка собирали только на плантациях хозяйства. В бухте Ильмовой в мае 2000 г. расселено 80 тыс. экз. моллюсков поколения 1999 г., а в октябре 2007 г. — 700 тыс. экз. сеголеток. В бухте Малые Куши расселяли гребешок поколений 2003 (80 тыс. экз.) и 2006 гг. (300 тыс. экз.).

Сбор спата гребешка

За период с 2000 по 2014 г. на трех марикультурных участках собрано не менее 20 млн экз. спата приморского гребешка. Среднее многолетнее значение плотности оседания молоди моллюсков на искусственных субстратах в этом районе невелико и не превышает 200 экз./коллектор. Максимальные зарегистрированные значения плотности оседания составили в бухте Малые Куши 420 (2004 г.), в бухте Ильмовой 377 (2004 г.), в бухте Суходол 640 (2002 г.) экз./коллектор. Межгодовая изменчивость этой величины очень значительная — от 2 до 100 раз и более (табл. 2–4).

Очевидно, что за все время существования хозяйств величина плотности спата на коллекторах в этом районе существенно не изменилась. И это несмотря на то, что на донных плантациях возросла численность маточного стада гребешка и соответственно численность личинок, которых оно производит. Следовательно, в период оседания личинок в районах размещения плантаций формируются гидродинамические условия, не способствующие концентрации и оседанию личинок на субстраты, в том числе и искусственные. В районах открытого побережья (бухты Ильмовая и Малые Куши), по-видимому, происходит частичный вынос личинок за пределы плантаций, что уже обсуждалось в литературе (Ляшенко, 2008). В полузакрытой бухте Суходол, где наблюдалось наиболее массовое первичное оседание личинок, численность сеголеток к

Таблица 2

Объемы спата и товарной продукции приморского гребешка в бухте Суходол

Table 2

Volumes of scallop spat and commercial output of scallop in the Suhodol Bay

Год	Дата установки коллекторов	Количество коллекторов, шт.	Плотность оседания, экз./коллектор	Общая численность спата, тыс. экз.	Вылов товарной продукции, т
2000	16.06–02.07	3406	$\frac{511^1}{266}$	$\frac{1742^2}{908}$	0
2001	–	–	–	1690	1,10
2002	01–06.06	5940	$\frac{640}{154}$	$\frac{3800}{913}$	3,60
2003	До 01.07	7080	5,6	39,5	6,40
2004	31.05–17.06	9932	$\frac{286}{200}$	$\frac{1388}{1983}$	24,62
2005	–	4027	–	–	5,0
2006	–	16148	83	1347	0,50
2007	–	21560	108	1843,5	7,40
2008	–	15172	104	1579	20,20
2009	01–15.06	17319	$\frac{300}{4,6}$	$\frac{5196}{131,2}$	$\frac{41,93^3}{16,53}$
2010	01–18.06	15906	13,3	211,5	$\frac{25,42}{19,69}$
2011	–	–	–	–	$\frac{5,73}{5,42}$
2012	01–15.06	11022	384	$\frac{3740}{830}$	0,70
2013	20.05–01.07	40 ⁴	$\frac{56}{14}$	–	0
2014	10.05–25.05	10000	200	$\frac{2000}{556,2}$	0
Среднее		11459	$\frac{224}{132}$	$\frac{2048}{1002}$	9,26
Итого		137512		$\frac{24576}{12032}$	$\frac{142,60}{111,16}$

¹ Плотность оседания спата на коллектор в августе (числитель) и сентябре-октябре при расселении (знаменатель).

² Общая численность осевшего (числитель) и выжившего к октябрю (знаменатель) спата.

³ Рекомендовано к изъятию (числитель) и фактический вылов (знаменатель).

⁴ Экспериментальные коллекторы.

моменту расселения в сентябре-октябре заметно уменьшается и зависит от колебаний температуры воды в летние месяцы и сопутствующего оседания хищников, прежде всего морских звезд. Нарастивать объемы посадочного материала хозяйствам удавалось только за счет увеличения количества коллекторов для сбора спата (табл. 2–4). Отметим, что и в других районах Уссурийского залива, для которых имеются наблюдения, количество спата на коллекторах не превышало приведенных ранее величин (табл. 5).

Показатели пополнения плантаций молодью гребешка заметно различаются в трех районах. В бухте Суходол среднее многолетнее значение осевших сеголеток составило 224, а выживших — 132 экз./коллектор. Плотность молоди на коллекторах в октябре в разные годы изменялась от 5 до 266 экз./коллектор. Ежегодная продукция спата составляла от 39 тыс. до 2 млн экз. За 11 лет (2000–2010 гг.) расселено на донные плантации и в донные садки не менее 10,65 млн экз. молоди гребешка. С 2000 по 2010 г. количество коллекторов на установках увеличивали от 3,4 до 15,0–20,0 тыс. шт. (см. табл. 2).

В соседних бухтах ежегодная общая численность собранного спата была меньше в основном за счет меньшего количества устанавливаемых субстратов (см. табл. 3, 4).

Таблица 3
Объемы спата и товарной продукции приморского гребешка в бухте Ильмовой
Table 3

Volumes of scallop spat and commercial output of scallop in the Ilmovaya Bay

Год	Дата установки коллекторов	Количество коллекторов, шт.	Плотность оседания, экз./коллектор	Общая численность спата, тыс. экз.	Товарная продукция, т
2000	26.07–10.08	2310	150	346,5	
2001	–	–	–	501,2	0,28
2002	30.05–23.06	8852	184	1628,0	0
2003 ¹	–	1904	3	4,4	10,50
2004	06–17.06	4248	377	1601,5	0
2005	29.06–09.07	3108	76	236,2	0
2006	24–30.05	4032	24	102,6	12,59
2007	–	4000	141	564,5	20,85
2008	–	–	–	–	11,0
2009	–	–	–	–	7,68
2010	–	–	–	–	<u>38,16</u> 0
Среднее		4064	136	623,1	10,10
Итого		28448		4984,9	<u>101,06²</u> 62,90
2011 ³	–	–	–	–	<u>36,19</u> 4,36
2012	–	–	–	–	<u>31,82</u> 0,40
2013	–	–	–	–	<u>31,82</u> 0,30
2014	–	–	–	–	<u>31,12</u> 0,13
Итого			Вылов за 2011–2014 гг.		5,19
Среднее			За период 2011–2014 гг.		1,30

¹ Массовое оседание морских звезд, до 100 экз./коллектор.

² Рекомендовано к изъятию (числитель) и фактический вылов (знаменатель).

³ Смена арендатора участка — ЗАО «Рыбозавод Большекаменский».

Таблица 4
Объемы спата и товарной продукции гребешка в бухте Малые Куши
Table 4

Volumes of scallop spat and commercial output of scallop in the Malye Kushi Bay

Год	Дата установки коллекторов	Количество коллекторов, шт.	Плотность оседания, экз./коллектор	Общая численность спата, тыс. экз.	Товарная продукция, т
2004	–	3000	420	1260	–
2005	–	3500	73	255	–
2006 ¹	–	7500	54	405	–
2007	–	–	–	225	8,90
2008	–	2500	24	60	12,80
2009	–	–	–	–	10,30
2010	–	–	–	–	<u>39,25²</u> 1,90
2011	–	–	–	–	<u>37,35</u> 0
2012	–	–	–	–	<u>35,52</u> 0,32
2013	01–30.06	6000	48	288	<u>31,82</u> 0,30
2014	01–30.06	7612	67	510	<u>31,12</u> 0,13
Среднее		5018	114	429	4,95
Итого		30112		3003	<u>71,25</u> 34,65

¹ Вселение 300 тыс. экз. спата из зал. Посъета.

² Рекомендовано к изъятию (числитель) и фактический вылов (знаменатель).

Таблица 5
Оседание спата приморского гребешка на разных акваториях Уссурийского залива

Table 5

Scallop spat, by bights of the Ussuri Bay

Год	Акватория	Дата установки коллекторов	Количество коллекторов, шт.	Плотность оседания, экз./коллектор	Общая численность спата, тыс. экз.
2006	Бухта Суходол (юго-восточная часть)	15–25.06	2500	30	75
2002	Бухта Пяти Охотников	15–20.05	3800	300	1140
2001	Бухта Теляковского	–	1600	150	240

В бухте Ильмовой задействовали от 2,30 до 4,03 тыс. коллекторов, и только в 2002 г. их число было увеличено до 8,8 тыс. шт., что позволило собрать рекордный урожай спата — свыше 1,6 млн экз. В среднем при таком количестве искусственных субстратов хозяйство собирало чуть более 0,6 млн экз. спата в год, и за 8 лет (2000–2007 гг.) было расселено на плантациях около 5 млн экз. молоди гребешка (табл. 3).

В бухте Малые Куши только в 2004 г. урожай спата превысил 1,2 млн экз., во все остальные годы общая численность молоди не достигала 0,5 млн экз. Наибольшее количество коллекторов было установлено в 2006 г., но низкая плотность оседания (54 экз./коллектор) в этот сезон не позволила увеличить количество посадочного материала. В итоге за 7 лет на донные плантации высеяно чуть более 3 млн экз. спата, в среднем по 0,429 млн экз. в год (табл. 4).

Товарная продукция

Товарную продукцию в этом районе получают через 2–3 года после оседания сеголеток. Линейно-массовые характеристики товарного гребешка в возрасте 2+ лет находятся в следующих диапазонах: высота раковины — 80–105 мм, общая масса тела — 82–105 г, масса мускула составляет 12–15 % массы мягких тканей. На плантациях, где распределены моллюски старше 3 лет, эти характеристики выше: высота раковины — 95–128 мм, общая масса тела — 106–356 г.

Объем выращенной товарной продукции гребешка за все годы существования хозяйств в этом районе составил около 315 т, из которых добыто в бухте Суходол более 111, в бухте Ильмовой — 68, а в бухте Малые Куши — около 35 т. Для получения такого объема товарной продукции было задействовано в разные годы от 23 до 60 га акватории. Биомасса товарного гребешка на разных участках донных плантаций бухт за период наблюдений изменялась от 0,2 до 13,0 т/га (табл. 6). Нормативным пока-

Таблица 6
Биомасса товарного гребешка (разброс величин) на разных участках донных плантаций в бухтах Уссурийского залива, т/га

Table 6

Commercial output of scallop (t/hectare, range), by parts of bottom plantations in the bights of the Ussuri Bay

Год	Бухта Суходол	Бухта Ильмовая	Бухта Малые Куши
2004	1,0–1,6	–	
2005	0,2–0,3	–	0,32
2006	0	2,2	
2007	0,3–0,5	5,7	3,2–4,1
2008	0,8–1,4	2,1	0,5–4,3
2009	1,8–2,8	1,4	0,4–3,4
2010	1,0–1,7	3,8–7,6	1,6–13,0
2011	0,2–0,4	3,6–7,2	1,5–12,4
2012	0,2–0,4	3,2–6,4	1,4–11,8
2013	–	3,2–6,4	1,3–10,6
2014	–	3,2–6,4	1,2–10,4

зателем при товарном выращивании гребешка в садках является биомасса 26 т/га, а при донном — 5–15 т/га. В бухте Суходол, в которой до 2013 г. изъятие проводилось практически ежегодно, удельная биомасса на донных плантациях была ниже нормативных значений. В бухтах Ильмовая и Малые Куши регулярная добыча гребешка в рекомендованных объемах осуществлялась до 2010 г., и в этот период удельная биомасса также была невысока. С 2010 г. вылов на этих участках был незначительным, что привело к увеличению удельной биомассы моллюсков на донных плантациях до 6–13 т/га.

В настоящее время в Уссурийском заливе марикультура приморского гребешка развивается в небольших частных хозяйствах на весьма ограниченной акватории. В отличие от более крупных региональных производителей (ООО «Нереида», ООО «Биобанк»), основная продукция которых экспортируется в живом виде в западные регионы России и в азиатские страны, хозяйства поставляют небольшие объемы охлажденных и замороженных моллюсков на внутренний (местный) рынок. В живом виде гребешок реализуется лишь частично в летний туристический сезон.

За весь период существования хозяйств ежегодные объемы производства гребешка заметно изменялись и не достигли значительных величин. Результаты анализа показали, что возможности мариферм были ограничены. Условия акваторий, на которых расположены хозяйства, не являются оптимальными для культивирования приморского гребешка экстенсивным методом. Максимальная плотность личинок в период их массового нахождения в планктоне (июнь) остается низкой, несмотря на созданные в этом районе маточные поселения производителей. Так, в бухте Суходол в 2005 г. она составляла 20–56 экз./м³, в бухте Ильмовой в 2001–2002 гг. в районе донных плантаций — лишь 10–19 экз./м³ (Ляшенко, 2012). Для сравнения: в зал. Посъета в местах гребешковых поселений эта величина достигала 300 экз./м³ (Белогрудов, 1981), а на акватории у о. Русского (Амурский залив) в 2003 г. — 491 экз./м³ (Ляшенко, 2012). Среднее значение плотности спата на коллекторах (114–136 экз./коллектор) также существенно меньше, чем в заливах Посъета, Восток и Находка (Гаврилова, Кучерявенко, 2011). Для увеличения численности и получения необходимого количества посадочного материала мариводы увеличивали количество устанавливаемых субстратов. Расчеты, выполненные на основе средних величин урожайности плантаций, показывают, что для получения 1 млн сеголеток у восточного побережья Уссурийского залива необходимо установить почти 7 тыс. мешочных коллекторов, тогда как в заливах Посъета, а также Восток и Находка их надо меньше соответственно в 4,0 и 2,5 раза. В последние годы в бухте Суходол для получения 1 млн спата устанавливали более 10 тыс. коллекторов. В двух других бухтах кроме увеличения количества искусственных субстратов дополнительно проводили вселение молоди гребешка из зал. Посъета. В бухте Ильмовой было расселено 700 тыс. экз. сеголеток в 2007 г. после изъятия товарной продукции в объеме более 33 т. В бухту Малые Куши в 2006 г. было завезено 300 тыс. экз. молоди гребешка поколения 2006 г. Вселение проводили после того, как в период с 2004 по 2006 г. плотность спата на коллекторах уменьшилась с 420 до 54 экз./коллектор.

Для всех хозяйств у восточного побережья Уссурийского залива несколько лет из рассматриваемого периода были явно неблагоприятными для сбора спата (см. табл. 2–4). В 2003 г. в бухтах Суходол и Ильмовая на коллекторах выжили только единичные особи молоди гребешка, их общая численность составила соответственно 39,5 и 4,4 тыс. экз. Известно, что причиной неурожая стало массовое оседание на коллекторы морских звезд. Малоурожайными для сбора спата были 2006 и 2009 гг. (причины не известны), а также 2013 г., когда вновь было зафиксировано массовое оседание звезд *Asterias amurensis*.

В бухте Суходол в течение нескольких лет наблюдалась низкая выживаемость спата в летний период (от первой регистрации оседания в июле-августе до момента переборки коллекторов в конце сентября — начале октября). В 2000 г. численность моллюсков уменьшилась почти в 2 раза, в 2002 г. — более чем в 4, а в 2009 г. — в 65 раз. В 2002 г. к концу октября на плантациях в этой бухте погибло 76 % осевших и за-

регистрированных в августе сеголеток. И только высокая первоначальная плотность оседания (640 экз./коллектор) и большое количество задействованных коллекторов (5940 шт.) позволили получить урожай спата, необходимый хозяйству для товарного выращивания гребешка. В 2002 г. массового оседания морских звезд зафиксировано не было, но в июне среднемесячная температура воды на поверхности в районе плантаций была 17,3 °С, а максимальная — 20,0 °С. Среднее многолетнее значение температуры воды в июне на поверхности в этой бухте составляет 14,5 °С (Ластовецкий, 1978). В августе температура воды поднималась до 24,0 °С (данные наблюдений сотрудников ООО «Марикультура»). Местная схема циркуляции вод способствует прогреву всей толщи воды до глубины 10–12 м, что неоднократно наблюдалось в юго-западной части бухты Суходол. Для молодежи низкорореального вида, температурный оптимум которого лежит в диапазоне 4–16 °С (Голиков, Скарлато, 1972), продолжительное действие таких температур оказалось губительным.

Объемы товарной продукции, полученной тремя хозяйствами за все годы, оказались невелики и отличаются от оценок ожидаемой товарной продукции.

В бухте Суходол, где применялась техника садкового культивирования, ежегодно устанавливали от 22 до 208 донных садков, в среднем 104 шт. в год. При этом способе культивирования выживаемость моллюсков в разные годы составляла от 24 до 89 %, что много выше, чем у сеголеток на донных плантациях (10–30 %) (Справочник ..., 2002). В период с 2002 по 2012 г. от 20 до 84 % собранного в хозяйстве посадочного материала (4315 тыс. экз. молоди) выращивалось в донных садках. Если принять среднюю выживаемость моллюсков в садках, равную 45 %, то численность товарных гребешков должна составить около 2 млн экз., или 200 т товарной продукции (при средней массе тела гребешков в возрасте 3 года, равной 100 г). Следует отметить, что такую продукцию получают на очень маленькой площади. Для установки ежегодно 100 садков со средней численностью спата в них 4 тыс. экз. требуется 0,06 га донных плантаций. В дальнейшем при уменьшении численности моллюсков в садках (годовиков и двухгодовиков) площадь увеличивается до 0,1 га. Трудоемкими процедурами в этой технологии являются оборудование садков и учет молоди моллюсков при расселении в садки. Вместе с тем при садковом выращивании молоди не применяется дорогостоящий водолазный способ добычи, что сказывается на себестоимости товарной продукции.

Донное культивирование могло обеспечить в этом хозяйстве получение ~116 т продукции при численности расселенных сеголеток 7717 тыс. экз., их средней выживаемости на донных плантациях, равной 15 %, и общей массе тела трехгодовиков около 100 г. Следовательно, полученный объем посадочного материала позволял хозяйству вырастить в сумме до 316 т товарной продукции гребешка.

Аналогичные расчеты можно выполнить и для двух других акваторий. В бухте Ильмовой расчетные значения объемов продукции составляют около 104 т, в бухте Малые Куши — 61 т.

Различия объемов зарегистрированной товарной продукции и рассчитанной с применением средних коэффициентов выживаемости весьма существенны. По-видимому, основными причинами таких расхождений могут быть ошибки при оценке численности и биомассы на плантациях, браконьерский вылов и, кроме того, изъятия, которые производят сами хозяйства до выполнения учета численности и биомассы гребешка на плантациях и получения разрешительных документов.

Мы попытались приблизительно оценить эффективность таких хозяйств, приняв во внимания экономические расчеты, выполненные А.П. Жуком в «Инструкции по технологии садкового и донного культивирования приморского гребешка» (2011). Учитывали такие составляющие, как единовременные затраты на создание плантаций (1960 тыс. руб./га), срок службы которых принимается равным 6 годам, и издержки по выращиванию одной сеголетки (без учета издержек по работе бота) — 21,2 коп. Не учитывались вложения на приобретение мотобота и издержки, связанные с добычей и разделкой гребешка, так как в хозяйствах расчет этих составляющих существенно

отличается от алгоритма инструкции. Цена мускула гребешка принималась, как и в инструкции, равной 430 руб. за килограмм, что соответствует реалиям 2010–2011 гг. С учетом перечисленных допущений и осредненных данных о товарной продукции хозяйств стоимость годовой продукции гребешка (мускула) в ООО «Марикультура» составляла 597270 руб. Затраты на обустройство 0,1 га плантаций коллекторов не превышали 196 тыс. руб. (с учетом срока эксплуатации установки — 32666 руб./год). Издержки на выращивание 1 млн сеголеток составили 212 тыс. руб./год. По сообщению руководителя хозяйства, на промысле водолазы получают треть от стоимости добытой продукции (~200 тыс. руб.), а на обслуживание плавсредства (моторная лодка типа «Ламинария») расходуется около 25 тыс. руб. в год. Если бы весь гребешок добывался в хозяйстве только водолазным способом, то затраты на реализацию продукции и прибыль составили около 129 тыс. руб. Но в хозяйстве 36 % собираемого спата выращивали в садках, следовательно, затраты на добычу были меньше на 52 тыс. руб., из которых около 40 тыс. ушло на оборудование садков, и сумма на реализацию продукции и прибыль составила около 141 тыс. руб.

В двух других хозяйствах эта величина еще меньше. С учетом закупок молоди гребешка в других хозяйствах при водолазном способе добычи в бухте Ильмовой на реализацию товарной продукции и прибыль уходило в среднем 107,2, а в бухте Малые Куши — 81,1 тыс. руб. в год. При таких доходах мариводам необходимо вести поликультурное хозяйство и искать пути для снижения издержек производства.

Заключение

Наш анализ еще раз показал, что успешное долговременное функционирование марихозяйств возможно только в случае объективного выбора их местоположения с учетом разных групп гидробионтов и разных технологий получения продукции. Такой выбор возможен на основе результатов современного экологического мониторинга в прибрежной зоне. Большая протяженность прибрежных акваторий Приморья и других регионов Дальнего Востока диктуют необходимость развивать современные методы исследований, в том числе, и на основе моделирования по данным географических информационных систем для расчета площадей плантаций (Radiarta et al., 2008; Silva et al., 2011). Пока такие работы на Дальнем Востоке не выполняются. Современный уровень гидрологического и гидрохимического мониторинга в прибрежной зоне Приморья не позволяет в настоящее время оптимизировать выбор местоположения плантаций гидробионтов и недостаточен для развертывания широкомасштабных работ по марикультуре, что в дальнейшем может стать сдерживающим фактором для ее развития в регионе.

Список литературы

- Белогрудов Е.А.** Биологические основы культивирования приморского гребешка *Patinopecten yessoensis* (Jay) (*Mollusca, Bivaiviva*) в заливе Посьета (Японское море) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. — 23 с.
- Вышкварцев Д.И., Регулев В.Н., Регулева Т.Н. и др.** Роль старейшего хозяйства марикультуры в восстановлении запасов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) в заливе Посьета Японского моря // Биол. моря. — 2005. — Т. 31, № 3. — С. 207–212.
- Гаврилова Г.С., Кучерявенко А.В.** Продуктивность плантаций двустворчатых моллюсков в Приморье : моногр. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2011. — 113 с.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А.** Об определении оптимальных температур обитания морских пойкилотермных животных путем анализа температурных условий на краях их ареалов // ДАН СССР. — 1972. — Т. 203, № 5. — С. 1190–1192.
- Инструкция по технологии садкового и донного культивирования приморского гребешка** / сост. А.В. Кучерявенко, А.П. Жук. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2011. — 49 с.
- Ластовецкий Е.И.** Климатические особенности омывающих морей // Климат Владивостока. — Л. : Гидрометеиздат, 1978. — С. 159–162.
- Левин В.С., Шендеров Е.Л.** Некоторые вопросы методики количественного учета макробентоса с применением водолазной техники // Биол. моря. — 1975. — № 2. — С. 64–70.

Ляшенко С.А. Состояние естественного воспроизводства двустворчатых моллюсков в прибрежной зоне южного Приморья и перспективы их культивирования : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — 22 с.

Ляшенко С.А. Сравнительная оценка эффективности коллекторного сбора спата приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1857) в различных районах прибрежной зоны Приморского края // Мат-лы Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2012. — С. 581–589.

Справочник по культивированию беспозвоночных в южном Приморье / сост. А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, М.Г. Бирюлина. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2002. — 83 с.

Radiarta I.N., Saitoh S-I., Miyazono A. GIS-based multi-criteria evaluation models for identifying suitable sites for Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) aquaculture in Funka Bay, southwestern Hokkaido, Japan // Aquaculture. — 2008. — Vol. 284. — P. 127–135.

Silva C., Ferreira J.G., Bricker S.B. et al. Site selection for shellfish aquaculture by means of GIS and farm-scale models, with an emphasis on data-poor environments // Aquaculture. — 2011. — Vol. 318. — P. 444–457.

Поступила в редакцию 16.11.15 г.