

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.446(265.54)

Г.С. Гаврилова, Л.Н. Ким*

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

**СОВРЕМЕННАЯ УРОЖАЙНОСТЬ ПЛАНТАЦИЙ
ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА (*MIZUHOPECTEN YESSOENSIS*)
В БУХТАХ УССУРИЙСКОГО ЗАЛИВА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Урожайность плантаций для сбора спата приморского гребешка в бухтах Уссурийского залива существенно изменялась в последние годы (2012–2014). В бухте Суходол в 2012 г. она была близка к средним многолетним значениям (225 экз./м²), тогда как в 2013 г. составляла лишь 31 ± 3 экз./м². В бухте Малые Куши 2013 г. также был неурожайным, в 2014 г. средняя плотность оседания спата была в 2,5 раза меньше, чем в бухте Суходол. В рассматриваемый период существенно изменялась численность морских звезд на искусственных субстратах. Аномально высокое их количество наблюдалось в 2013 г. В бухте Суходол их плотность составляла в среднем 42,0 ± 3,0 экз./м², во второй бухте — 2,8 экз./м². Условия в рассматриваемых бухтах не являются оптимальными для сбора сеголетов гребешка и не позволяют каждый год получать необходимое количество посадочного материала для товарного выращивания. Существующая технология культивирования приморского гребешка должны быть оптимизирована в части получения и выращивания спата моллюсков.

Ключевые слова: бухта Суходол, бухта Малые Куши, коллектор, спат гребешка, морские звезды, технологии получения посадочного материала.

Gavrilova G.S., Kim L.N. Current productivity of the scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) plantations in the bights of the Ussuri Bay (Japan Sea) // *Izv. TINRO.* — 2015. — Vol. 183. — P. 242–251.

Dynamics of the scallop spat settling to collectors of marine farms in the Sukhodol Bay and Malye Kushi Bay (Ussuri Bay) in 2012–2014 is considered. In the Sukhodol Bay, the spat density was 225 ind./m² in 2012 that is close to usual value, but only 31 ind./m² in 2013. In the Malye Kushi Bay, both years of 2013 and 2014 were low-productive for the spat, with its density in 2.5 times lower than in the Sukhodol Bay. On the contrary, the number of starfish spat on collectors was extremely high in 2013 — up to 42 ± 3 ind./m². Size and weight parameters of juvenile scallops and starfish on collectors had year-to-year changes, as well. The starfish grown in conditions of high density in the 2013 had relatively small diameter (45.9 mm on average) and weight (1.8 g on average) in the age 1 year (in 2014), whereas the starfish spat grown in the 2014 with the density lower in 5.5 times reached larger mean size (55.5 mm) and weight (3.3 g). The scallop spat harvest in the bights of the Ussuri Bay is assessed in 0.5–1.5 · 10⁶ ind./hectare. In general, the spat settling in this area is less intensive than in the Posyet Bay, Vostok Bay, and Nakhodka Bay. Environmental conditions in the Ussuri Bay are not favorable for collection of juvenile scallops, so the technology of scallop cultivation should be adapted for this area.

* Гаврилова Галина Сергеевна, доктор биологических наук, ведущий 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., leading researcher, e-mail: gavrilova@tinro.ru; Kim Larisa N., Ph.D., researcher, e-mail: tinro@tinro.ru.

Key words: Ussuri Bay, Sukhodol Bay, Malye Kushi Bay, collector, scallop spat, starfish spat, spat collection.

Введение

Экстенсивное (коллекторное) культивирование приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* — одно из основных направлений марикультуры Приморского края. Получение с помощью коллекторов посадочного материала (спата) — первый и основной этап этой технологии, так как межгодовые изменения численности сеголеток негативно сказываются на объемах товарной продукции гребешка и экономических показателях хозяйств. Вместе с тем в зал. Петра Великого регулярный учет численности молоди двустворчатых моллюсков и сопутствующих организмов на плантациях до настоящего времени не проводится. Существуют лишь фрагментарные данные для хозяйств, расположенных в разных районах залива (Вышкварцев и др., 2005; Брыков, Колотухина, 2010; Гаврилова, Кучерявенко, 2011). Отсутствие систематических наблюдений затрудняет оценку состояния естественного воспроизводства приморского гребешка в разных районах зал. Петра Великого, а также выявление причин межгодовой изменчивости численности молоди моллюсков на коллекторах.

Цель исследования состояла в оценке современной урожайности плантаций для сбора посадочного материала (спата) при товарном выращивании приморского гребешка в двух бухтах Уссурийского залива. Для этого были получены данные о численности сеголеток гидробионтов на коллекторах в 2012–2014 гг., а также рассмотрены некоторые результаты деятельности хозяйств за последние годы.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили данные, полученные на плантациях приморского гребешка в 2012–2014 гг. в бухтах Суходол и на акватории вблизи мыса Красного (местное название — бухта Малые Куши) (рис. 1). Численность спата гидробионтов оценивали на коллекторах — искусственных субстратах для оседания личинок беспозвоночных. Мешочные коллекторы с наполнителем из сетного полотна устанавливали на стационарных гидробиотехнических сооружениях (ГБТС) над глубиной 12–17 м.

Для бухты Суходол существуют данные о численности спата нескольких видов гидробионтов за период с 2000 по 2014 г., полученные в действующем хозяйстве ООО «Марикультура». В 2012–2014 гг. в этом районе нами также были установлены и экспериментальные коллекторы. На промышленной плантации в 2012 и 2013 гг. коллекторы экспонировали соответственно с 25 и 20 мая, а экспериментальные гирлянды — с 29 июня и 1 июля. Численность сеголеток гидробионтов (приморского гребешка, тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* и морских звезд *Asterias amurensis* оценивали в эти годы соответственно 12 и 17 сентября. В 2014 г. обрабатывали коллекторы только с промышленной установки, время экспонирования которых составило 4 и 5 мес., с 25 мая по 19 сентября и 25 октября.

В бухте Малые Куши в 2013–2014 гг. материалы получены при обработке коллекторов с промышленной установки хозяйства ЧП «Коломейцев», которое занимается выращиванием гребешка с 2004 г. В этой бухте численность и биомассу молоди оценивали 4 июля и 25 октября 2014 г. В первом случае были получены данные о численности и размерно-массовых характеристиках гидробионтов в возрасте 1 года (поколение 2013 г.), во втором — сеголеток.

Численность осевшей молоди гидробионтов в мешочных коллекторах пересчитывали на 1 м². Площадь оседания сеголеток в одном коллекторе рассчитывали как сумму площадей субстратов и внутренней поверхности оболочки коллектора. Для экспериментального коллектора она составила: (0,55 м x 0,30 м) · 6 = 0,99 м². Следовательно, величина оседания спата, полученная для одного мешочного экспериментального коллектора, практически была равна концентрации спата на 1 м².

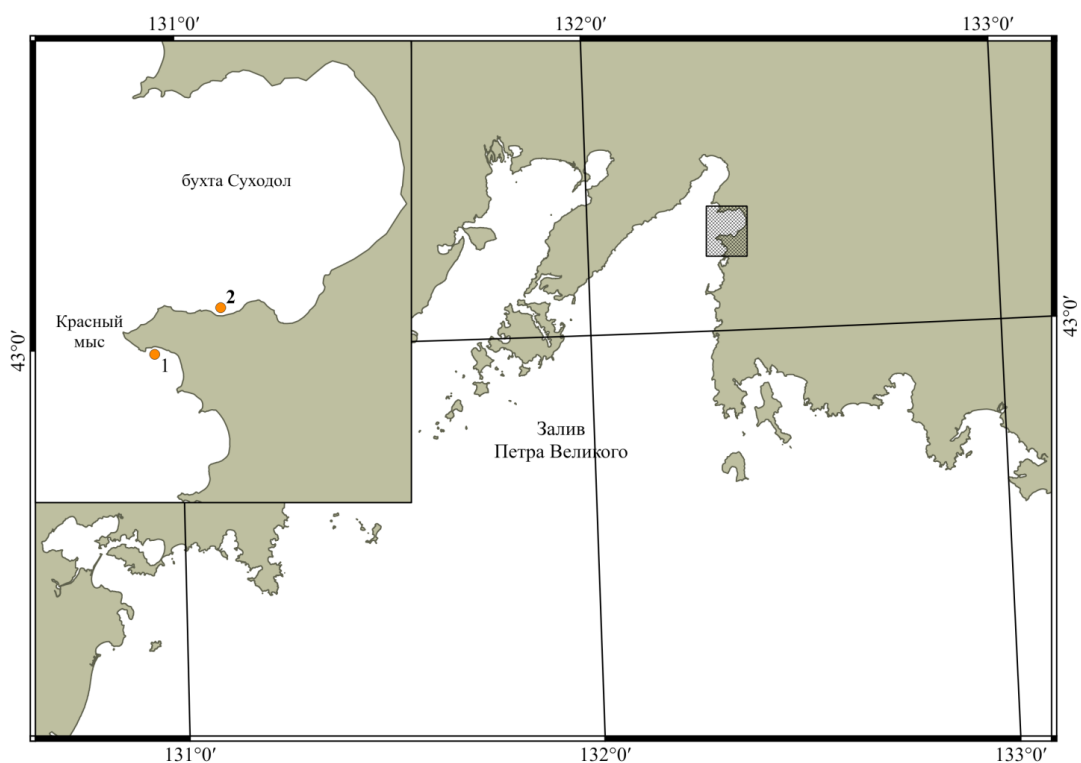


Рис. 1. Район исследований: 1 — плантации марикультуры в бухте Малые Куши; 2 — плантации марикультуры в бухте Суходол

Fig. 1. Area of surveys: 1 — aquaculture plantation in the Malye Kushi Bay; 2 — aquaculture plantation in the Sukhodol Bay

Площадь оседания промышленных коллекторов рассчитывали аналогичным образом, она составила $1,7 \text{ м}^2$.

У моллюсков определяли высоту раковины (в миллиметрах) и массу тела (в граммах), у морских звезд — диаметр лучей (в миллиметрах) и массу тела (в граммах). Статистическую обработку данных проводили с применением программы Excel.

Всего обработан 101 коллектор, выполнены промеры и определена масса тела 1480 экз. приморского гребешка, 54 экз. морских звезд и 198 экз. мидии.

Результаты и их обсуждение

Оценка оседания спата гидробионтов в бухтах Суходол и Малые Куши в 2012–2014 гг.

Численность спата гребешка на коллекторах в южной части бухты Суходол существенно различалась в течение трех лет (2012–2014 гг.) (табл. 1). В 2012 г. она была близка к средним многолетним значениям на промышленных установках (225 экз./м^2), при которых хозяйство получает около 1 млн экз. сеголеток на 1 га плантации (Гаврилова и др., 2005). На экспериментальных коллекторах численность сеголеток была в 2,5 раза меньше ($84 \pm 8 \text{ экз./м}^2$), что может быть следствием более поздней (на полмесяца) установки коллекторов. Средняя выживаемость молоди моллюсков в конце октября равнялась примерно 80 %. В 2013 г. урожай молоди гребешка был значительно меньше как на промышленных, так и на экспериментальных коллекторах. Средняя плотность спата составляла соответственно 31 и $10 \pm 3 \text{ экз./м}^2$. К моменту переборки коллекторов от 50 до 100 % осевших моллюсков погибли. Численность сеголеток на 1 га — не более 50–100 тыс. экз. В 2014 г. концентрация спата увеличилась до 131 (108 — на экспериментальных коллекторах) экз./м². Выживаемость молоди к моменту расселения составила 79 %.

Таблица 1

Характеристики оседания на коллекторы спата гидробионтов в бухтах Суходол и Малые Куши в 2012–2014 гг.

Table 1

Parameters of spat settling on collectors in the Sukhodol Bay and Malye Kushi Bay in 2012–2014

Год	Средняя численность и масса гребешка		Средняя численность и масса мидии		Средняя численность и масса морских звезд	
	Экз./м ²	Г/м ²	Экз./м ²	Г/м ²	Экз./м ²	Г/м ²
Бухта Суходол						
2012						
I	84 ± 8	6,8	392 ± 28	23,6 ± 2,1	0,3	–
II	225	18,2				
2013						
I	10 ± 3	1,6	402 ± 85	24,2	42,0 ± 3,0	–
II	31	4,9				
2014						
I	108 ± 4	20,3	2179 ± 147	175,0 ± 22,0	0,5 ± 0,1	3,2 ± 1,3
II	117	40,9	–	–	0,2	–
Бухта Малые Куши						
2013 (годовики)	27,3 ± 0,8	8,3	12 ± 2	14 ± 1	2,8 ± 1,1	1,1 ± 0,3
2014	46,0 ± 3,0	16,1	2141 ± 285	189 ± 36	0,5 ± 0,3	2,3 ± 0,9

Примечание. I — экспериментальные коллекторы, II — промышленные коллекторы.

В бухте Малые Куши 2013 г., по-видимому, также был неурожайным, так как через год средняя численность молоди гребешка поколения 2013 г. не превышала 27 экз./м². В 2014 г. средняя плотность оседания спата в этой бухте была в 2 раза меньше, чем в бухте Суходол (табл. 1).

Наиболее массовый вид-обрастатель на гребешковых коллекторах в этом районе — тихоокеанская мидия, средняя плотность которой в мешочных коллекторах в бухте Суходол составляла от 392 ± 28 (2012 г.) до 2179 ± 147 (2014 г.) экз./м². Как и у сеголеток гребешка, в 2013 г. наблюдалась высокая смертность спата мидии — до 30–40 % осевших моллюсков. На коллекторе в среднем насчитывалось 402 ± 85 экз. мидии при разбросе значений от 79 до 840 экз.

Во второй бухте в 2013 г. годовики мидии практически отсутствовали, их численность не превышала 16 экз./коллектор, а обилие спата этого вида в 2014 г. мало отличалось от такового в бухте Суходол (2141 экз./коллектор).

В 2012 г. в бухте Суходол на коллекторах также в большом количестве присутствовали амфиподы (*Caprella scaura diceros*, *C. exelsa*, *C. mutica*), масса которых почти вдвое превышала массу спата гребешка.

В рассматриваемый период существенно изменялась и численность морских звезд. В бухте Суходол в 2012 и 2014 гг. оседание этих гидробионтов значительным не было. В 2012 г. только в 3 из 24 экспериментальных коллекторов были встречены от 1 до 4 звезд вида *A. amurensis* (средняя концентрация 0,3 экз./м²). В 2014 г. молодь этого вида присутствовала в 12 из 25 коллекторов в количестве от 1 до 4 экз./коллектор (0,5 ± 0,1 экз./м²). В бухте Малые Куши в 2012 г. наблюдения не велись, а в 2014 г. морские звезды были обнаружены в 6 из 13 коллекторов, средняя численность также составила 0,5 экз./м². Аномальным по количеству морских звезд оказался 2013 г. В бухте Суходол их плотность составляла в среднем 42,0 ± 3,0, во второй бухте — 2,8 экз./м² коллектора.

Размерно-массовые характеристики гидробионтов на коллекторных установках

Межгодовые различия наблюдались и в размерно-массовых характеристиках спата гидробионтов на коллекторах (табл. 2). У гребешка поколения 2012 г. из бухты Суходол в сентябре средняя высота раковины составляла 9,2 ± 2,2 мм, а средняя масса тела — 0,08 г. В коллекторах преобладали моллюски размером 8–10 мм (39 %), у 24 %

особей высота раковины превышала 10 мм, 76 % моллюсков имели размеры 10 мм и менее (рис. 2). Среднемесячный прирост раковины сеголеток гребешка в июле-сентябре составлял 3,6 мм.

Таблица 2
Размерные характеристики сеголеток приморского гребешка в разные годы

Table 2

Size parameters of scallop yearlings on collectors, by years

Дата обработки материала	Средняя высота раковины (ВР), мм	Модальное значение ВР, мм	Содержание моллюсков с ВР < 10 мм, %	Содержание моллюсков с ВР > 16 мм, %
Бухта Суходол				
12.09.2012 г.	9,2 ± 0,2	8–10	76	0
17.09.2013 г.	11,0 ± 0,4	8–10	52	4,0
19.09.2014 г.	11,3 ± 0,1	10–12	38	4,5
25.10.2014 г.	12,9 ± 0,5	10–12	20	10,0
Бухта Малые Куши				
25.10.2014 г.	13,0 ± 0,2	10–12	24	15,0
04.07.2014 г. (годовики)	46,5 ± 1,4	50–60	–	ВР > 50 мм у 41 %

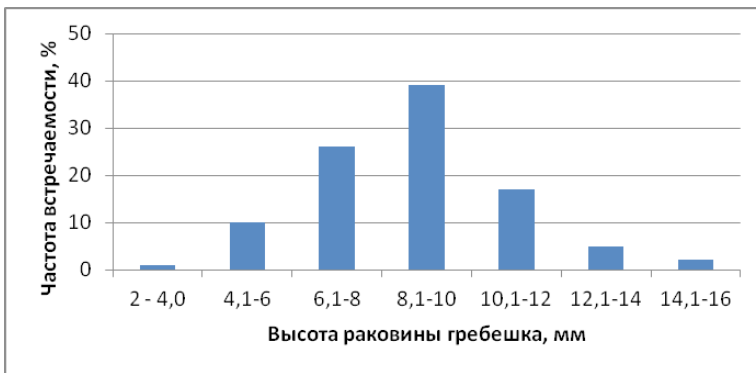


Рис. 2. Размерная структура спата гребешка на коллекторах 12 сентября 2012 г. (n = 224)

Fig. 2. Size structure of scallop spat on collectors on September 12, 2012 (n = 224)

В следующем году в сентябре молодь гребешка с высотой раковины 8–10 мм также была модальной группой в этой бухте, но она составляла 31 %, а у 48 % моллюсков эта величина превышала 10 мм (рис. 3). Очевидно, что в 2013 г. малочисленная молодь гребешка была немного крупнее, о чем свидетельствует и средняя величина высоты раковины — 11,0 ± 0,4 мм. Средняя масса тела спата гребешка составила 0,19 ± 0,02 г, в модальной группе — 0,10 ± 0,01 г.

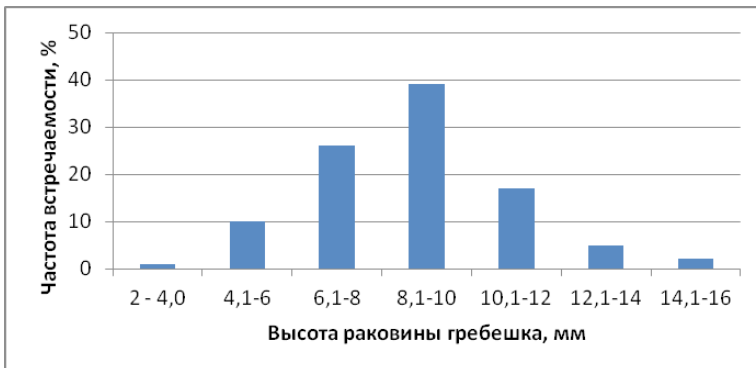


Рис. 3. Размерная структура спата гребешка на коллекторах 17 сентября 2013 г. (n = 52)

Fig. 3. Size structure of scallop spat on collectors on September 17, 2013 (n = 52)

В 2014 г. промеры сеголеток гребешка проводили в возрасте 4 и 5 мес. В сентябре в выборке преобладали моллюски размером 11–12 мм и 61 % особей имели высоту раковины более 10 мм (рис. 4).

В пробе за 25 октября размерная группа 10–12 мм по-прежнему была модальной, но практически равной ей оказалась и следующая размерная группа — 12–14 мм (соот-

Рис. 4. Размерная структура спата гребешка на коллекторах в бухте Суходол 19 сентября 2014 г. (n = 647)

Fig. 4. Size structure of scallop spat on collectors in the Sukhodol Bay on September 19, 2014 (n = 647)



ответственно 26,8 и 26,0 %), т.е. почти 53 % моллюсков в конце октября имели размеры от 10 до 14 мм (рис. 5). За месяц (с 19 сентября по 25 октября) от 14 до 27 % увеличилась доля крупноразмерного спата с высотой раковины более 14 мм.

Рис. 5. Размерная структура спата гребешка на коллекторах в бухте Суходол 25 октября 2014 г. (n = 261)

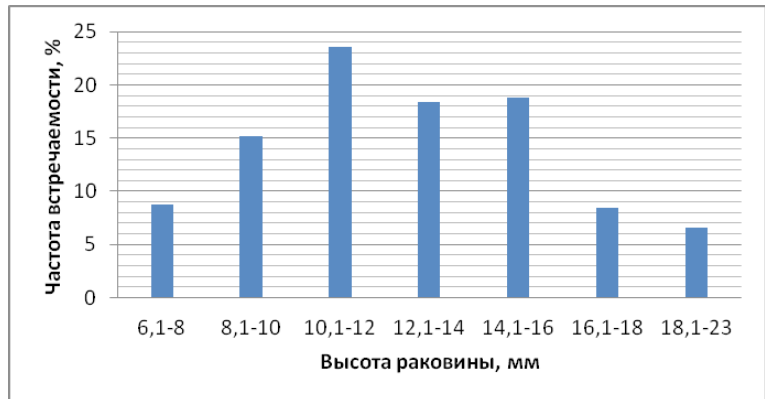
Fig. 5. Size structure of scallop spat on collectors in the Sukhodol Bay on October 25, 2014 (n = 261)



В бухте Малые Куши 25 октября 2014 г. в выборке спата гребешка присутствовало больше крупных моллюском (34 %) по сравнению с бухтой Суходол (28 %) (рис. 6). Больше половины годовиков гребешка (63 %, поколение 2013 г.) в этой бухте имели высоту раковины 40–60 мм, а у 9 % моллюсков этот показатель был еще выше (рис. 7).

Рис. 6. Размерная структура спата гребешка на коллекторах в бухте Малые Куши 26 октября 2014 г. (n = 250)

Fig. 6. Size structure of scallop spat on collectors in the Malye Kushi Bay on October 26, 2014 (n = 250)



Данные о размерно-массовых характеристиках морских звезд были получены в 2014 г. В бухте Суходол в сентябре средний диаметр лучей амурских звезд, осевших на коллекторы, составлял 55,5 мм, а средняя масса — 3,3 г. Эти параметры через месяц увеличились до 73,0 мм и 8,5 г (табл. 3).

В бухте Малые Куши средние размерно-массовые показатели у морских звезд в конце октября мало отличались от таковых в соседней бухте (71,3 мм; 6,0 г). Интересно, что в июне 2014 г. годовики морских звезд из этой бухты были заметно меньше: диаметр лучей — 45,9 мм, а масса тела — 1,8 г. В данном случае свою роль мог сыграть плотностной фактор, так как концентрация звезд на коллекторах в 2013 г. была в 5,5 раза выше (табл. 1).

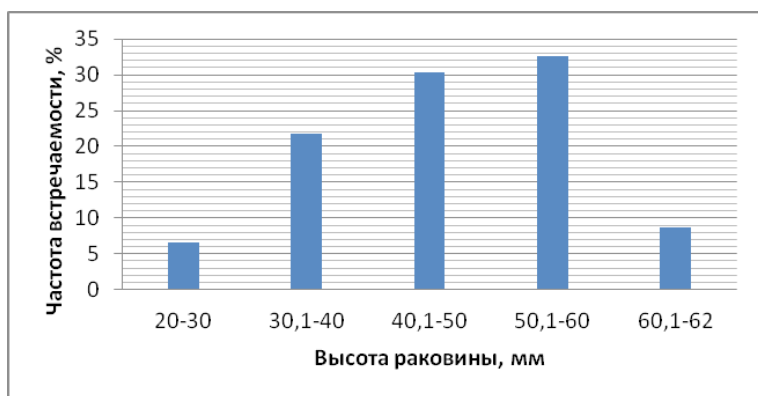


Рис. 7. Размерная структура годовиков гребешка на коллекторах в бухте Малые Куши 4 июля 2013 г. (n = 46)

Fig. 7. Size structure of scallop yearlings on collectors in the Malye Kushi Bay on July 4, 2013 (n = 46)

Таблица 3
Размерно-массовые характеристики морских звезд *A. amurensis* на коллекторах в 2012–2014 гг.

Table 3

Size and weight parameters of starfish *A. amurensis* spat on collectors in 2012–2014

Дата	Плотность, экз./колл.	Диаметр лучей, мм			Масса тела, г		
		Среднее	Максимум	Минимум	Среднее	Максимум	Минимум
Бухта Суходол							
09.2012	0,30	–	–	–	–	–	–
09.2013	38,0 ^I ; 103,0 ^{II}	–	–	–	–	–	–
19.09.2014	1,70	55,5	73	27	3,3	6,9	0,5
25.10.2014	0,80	73,0	89	19	8,5	18,5	0,2
Бухта Малые Куши							
07.2014 (годовики)	4,80	45,9	70	22	1,8	3,9	0,4
25.10.2014	0,85	71,3	97	48	6,0	12,2	2,1

Примечание. I — экспериментальные коллекторы; II — промышленные коллекторы.

Размеры и масса тела мидии тихоокеанской в 2012 г. в бухте Суходол на сетных мешках подробно рассматривались нами ранее (Гаврилова, Терехова, 2014). В 2013 г. обилие мидии мало отличалось от такового в 2012 г. В 2014 г. концентрация этих моллюсков на коллекторах была выше на порядок в обеих бухтах. При столь высокой численности высота раковины и масса тела спата имели очень небольшие значения. Так, у большей части моллюсков высота раковины не превышала 3–4 мм, у «крупноразмерных» особей — 11–14 мм. Среднее значение массы тела мидии из бухты Суходол было всего лишь $0,093 \pm 0,008$ г, из бухты Малые Куши — $0,077 \pm 0,005$ г.

Динамика пополнения поселений морских беспозвоночных контролируется разными факторами, и выявить определяющий из них в каждом конкретном случае затруднительно. Наблюдения за динамикой численности сеголеток на искусственных субстратах позволяют оценить ежегодное пополнение, а в некоторых случаях и понять причину его вариабельности.

Производство посадочного материала в случае экстенсивного (коллекторного) культивирования двусторчатых моллюсков бывает успешным при благоприятном совпадении нескольких факторов: достаточной численности личинок в планктоне; комплекса гидрологических условий, способствующих их оседанию на субстрат; пригодности последнего для закрепления спата и благоприятных условий для роста и выживаемости сеголеток (достаточное количество корма, отсутствие хищников и др.).

На рассматриваемых акваториях в районах подвесных установок для сбора спата образуется значительный личиночный пул, так как многочисленные донные плантации гребешка существуют в бухтах уже длительное время — 10–15 лет. В хозяйствах используют одинаковые технику разведения и субстраты для оседания спата гребешка, технологические особенности культивирования мало различаются.

По-видимому, различия в эффективности сбора сеголеток в значительной степени определяются особенностями гидродинамики этих районов. В открытом районе (бухта Малые Куши) плотность молоди учтенных гидробионтов на коллекторах в 2012–2014 гг. была меньше, чем в полузакрытой бухте Суходол. Существующие среднемноголетние данные (2000–2014 гг.) также свидетельствуют о том, что в августе — начале сентября плотность оседания спата гребешка в бухте Суходол выше, чем в бухте Малые Куши (соответственно 224 и 114 экз./коллектор). Известно, что в теплое время года в юго-западной части бухты Суходол существует местная схема течений — устойчивая антициклоническая циркуляция, способствующая удержанию личинок беспозвоночных на ее акватории (Рогачев, Горячев, 2008). В районе же открытого побережья происходит частичный вынос личинок за пределы плантаций, что уже обсуждалось в литературе (Ляшенко, 2008). Однако при высокой первоначальной численности спата на коллекторах в бухте Суходол наблюдается высокая смертность сеголеток, и в октябре-ноябре их количество не превышает 132 экз./коллектор (среднемноголетнее значение за последние 15 лет).

В рассматриваемых бухтах в 2012–2014 гг. оседало от 46 до 225 экз./м² (от 78 до 382 экз./коллектор) сеголеток гребешка. Это в несколько раз меньше, чем на плантациях зал. Посьета (Габаев, 1990; Брыков, Колотухина, 2010), и почти в полтора раза меньше, чем в заливах Восток и Находка (Гаврилова и др., 2005). Такая интенсивность оседания позволяет собирать на плантациях у восточного берега Уссурийского залива от 0,5 до 1,5 млн экз. моллюсков с 1 га. В большинстве случаев такие объемы обеспечивают потребности хозяйств в посадочном материале. Однако с 2000 по 2014 г. в этом районе как минимум 3 года (2003, 2009 и 2013) были неурожайными. Количество сеголеток в эти годы не превышало 15–80 тыс. экз./га, и это негативно сказалось в дальнейшем на объемах товарной продукции.

Сравнение размерно-массовых характеристик сеголеток в двух бухтах позволяет говорить о схожих условиях роста. Но в случае совпадения двух факторов — высокой численности видов-образователей на коллекторах (прежде всего мидии тихоокеанской) и высокой температуры воды в июле-августе — в бухте Суходол наблюдалось снижение скорости роста и увеличение смертности молоди гребешка. В этом случае в диапазоне неблагоприятных температур происходит ингибирование роста молоди бореального вида при возрастающей пищевой конкуренции среди моллюсков-фильтраторов.

Одной из главных причин массовой смертности молоди гребешка является периодическое массовое оседание на коллекторы морских звезд. Их высокая численность в разных хозяйствах Уссурийского залива наблюдалась в 2003, 2006, 2009 и 2013 гг. (факт оседания зафиксирован в актах обследования плантаций). В 2013 г. это привело к гибели большей части спата гребешка и до половины спата мидии в бухте Суходол. Концентрация звезд *A. amurensis* на коллекторах в этой бухте была чрезвычайно высокой. Из литературы известно, что в зал. Посьета за 12-летний ряд наблюдений с 1977 по 1988 г. лишь однажды, в 1977 г., концентрация звезд на коллекторах достигала $9,5 \pm 3,1$ экз./м². Во все остальные годы она не превышала 2,0 экз./м² (табл. 4) (Габаев, 1990). В 1995 г. на этой же акватории было зарегистрировано значительное оседание морских звезд этого вида с максимумом 23 экз./коллектор (Брыков, Колотухина, 2010). В бухте Суходол средняя концентрация амурской звезд

Таблица 4
Численность сеголеток приморского гребешка и морских звезд на коллекторах в зал. Посьета в разные годы, экз./м² (Габаев, 1990)

Table 4

Scallop and starfish yearlings abundance on collectors in the Posyet Bay, by years, ind./m² (from: Габаев, 1990)

Вид	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
<i>M. yes-soensis</i>	479,0 ± 49,0	69,0 ± 3,0	327,0 ± 89,0	22,0 ± 0,4	259,0 ± 56,0	160,0 ± 18,0	1060,0 ± 232,0	193 ± 16	109 ± 1	541,0 ± 337,0	176,0 ± 36,0	458,0 ± 165,0
<i>A. amurensis</i>	9,5 ± 3,1	0,9 ± 0,7	2,0 ± 0,3	0,2 ± 0,1	1,1 ± 0,6	0,1 ± 0,0	0,8 ± 0,1	0	0	0,2 ± 0,1	0,10 ± 0,05	0,02

ды на коллекторах в 2013 г. была существенно выше этих значений — 42 ± 3 экз./м², а максимальная — 73 экз./м² (124 экз./коллектор). Морские звезды присутствовали в коллекторах на всей глубине, и какой-либо закономерности в их вертикальном распределении не прослеживалось. Так, в одной из гирлянд максимальное количество звезд (48 экз.) наблюдалось на глубине 12–13 м, а на глубине от 3 до 12 м их численность составляла 32–44 экз./коллектор. Такое равномерное распределение может быть следствием прогрева всей толщи воды до глубины 10–12 м, что неоднократно наблюдалось в юго-западной части этой бухты.

Личинки *A. amurensis* оседают из планктона на коллекторы практически одновременно с личинками гребешка, и в 2013 г. на площади плантации в 1 га к сентябрю в бухте Суходол насчитывалось около 336 тыс. экз. сеголеток этого вида. Основное оседание личинок морских звезд пришлось на июль-август, так как при температуре 17 °С личинки звезд все этапы развития проходят за 37–44 суток (Кашенко, 2005). Среднее многолетнее значение температуры воды в бухте Суходол в июне составляет 14,5 °С (Ластовецкий, 1978). В теплые годы (к которым относится и 2013 г. для этой бухты) среднее значение температуры воды на поверхности в июне может превышать 17 °С (например, по данным наблюдений хозяйства ООО «Марикультура», в 2002 г. среднемесячная температура воды на поверхности в районе плантаций была 17,3 °С, а максимальная — 20,0 °С). К сентябрю численность морских звезд на коллекторах превышала таковую гребешка более чем в 4 раза (см. табл. 1). При средней массе тела морских звезд 3–5 г (такие значения были зарегистрированы в сентябре 2014 г.) их биомасса на 1 га плантации достигала от 1,0 до 1,8 т. В условиях, когда передвижение морских звезд ограничено оболочкой коллектора, основной пищей для них служили сеголетки гребешка и мидии. Так как темпы роста молоди амурской звезды выше, чем гребешка, ее обильное оседание оказывает крайне негативное влияние на выживаемость спата моллюсков.

Высокие значения температуры воды в летние месяцы также являются причиной массовой гибели спата гребешка на плантациях в этом районе. В бухте Суходол в 2002 г. массового оседания морских звезд не наблюдалось, но к концу октября погибло 76 % осевших и зарегистрированных в августе сеголеток. И только высокая (для этой акватории) первоначальная плотность оседания (640 экз./коллектор) и большое количество задействованных коллекторов (5940 шт.) позволили получить урожай спата, необходимый хозяйству для товарного выращивания гребешка.

Из сообщений специалистов марихозяйств Приморского края известно, что в годы массового оседания морских звезд на коллекторы наносится значительный урон урожаю спата гребешка (иногда до полного его уничтожения). Но до настоящего времени так и не выявлены основные процессы и сочетания факторов среды, приводящие к такому результату. Однако ни одно хозяйство Приморья по-прежнему не ведет даже минимально необходимых ежегодных наблюдений: за температурой воды, изменениями солености в районах плантаций, численностью личинок беспозвоночных в планктоне и др. Эпизодические же наблюдения мало информативны для проведения исследований. Необходимо отметить, что в целом современный уровень организации экологического мониторинга в прибрежной зоне зал. Петра Великого недостаточен для развертывания широкомасштабных работ по марикультуре, что уже сдерживает и будет сдерживать в дальнейшем ее развитие.

Заключение

Анализ межгодовой изменчивости численности спата гребешка в бухтах Уссурийского залива свидетельствует о том, что условия этих акваторий не оптимальны для сбора сеголеток гребешка и не позволяют каждый год получать необходимый хозяйствам урожай. Для более успешного товарного выращивания приморского гребешка должны быть оптимизированы существующие технологии разведения в части коллекторного сбора и выращивания спата моллюсков или созданы предприятия для его получения в контролируемых условиях. Однако создание последних вряд ли будет

экономически целесообразно в ближайшие годы при современном уровне естественного воспроизводства приморского гребешка и масштабах его товарного производства в зал. Петра Великого.

Большой проблемой для марихозяйств является и утилизация огромного количества морских звезд, собранных как на подвесных плантациях, так и при очистке донных участков. Вместе с тем известно, что морские звезды — это потенциальное сырье для получения макро- и микроэлементов, жирных кислот, биологически активных веществ и ферментов (Imamichi, Yokoama, 2013; Богданов и др., 2015).

Очевидно, что решение таких непростых проблем, как совершенствование технологий коллекторного сбора спата гребешка, изучение процессов, приводящих к массовому оседанию на коллекторы морских звезд, и разработка технологических приемов, позволяющих уменьшить негативное влияние хищников на урожайность плантаций, не под силу небольшим частным хозяйствам. Для дальнейшего развития товарного производства моллюсков и совершенствования работы морских ферм необходимы регулярные научные исследования в аквакультурных районах Приморья, в том числе периодический анализ текущего состояния производства объектов разведения. Для этого должен быть создан и механизм устойчивого сотрудничества промышленной аквакультуры с рыбохозяйственной и академической наукой.

Авторы благодарят руководителей марикультурных хозяйств Уссурийского залива М.М. Косых, Д.В. Борисенко, Е.В. Коломейцева, В.П. Кислица за оказанную помощь при сборе и обработке первичных материалов, а также за предоставленную информацию о результатах многолетней деятельности предприятий.

Список литературы

Богданов В.Д., Максимова С.Н., Тунгусов Н.Г., Шадрин Е.В. Технохимическая характеристика морских звезд как объекта промышленной переработки // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 181. — С. 241–251.

Брыков В.А., Колотухина Н.К. Биологические основы культивирования приморского гребешка в прибрежных водах Приморского края // Вопр. рыб-ва. — 2010. — Т. 11, № 3. — С. 564–586.

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.

Габаев Д.Д. Биологическое обоснование новых методов культивирования некоторых промысловых двустворчатых моллюсков в Приморье : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО, 1990. — 30 с.

Гаврилова Г.С., Кучерявенко А.В. Продуктивность плантаций двустворчатых моллюсков в Приморье : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — 113 с.

Гаврилова Г.С., Кучерявенко А.В., Ляшенко С.А. Современное состояние культивирования гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в Приморье // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 140. — С. 376–382.

Гаврилова Г.С., Терехова В.Е. Оседание моллюсков и осадконакопление на искусственных субстратах в бухте Суходол (Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 176. — С. 201–209.

Кашенко С.Д. Развитие морской звезды *Asterias amurensis* в лабораторных условиях // Биол. моря. — 2005. — Т. 31, № 1. — С. 45–50.

Ластовецкий Е.И. Климатические особенности омывающих морей // Климат Владивостока. — Л. : Гидрометеиздат, 1978. — С. 159–162.

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

Рогачев К.А., Горячев В.А. Подветренная антициклоническая циркуляция в бухте Суходол (залив Петра Великого, Японское море) // Изв. ТИНРО. — 2008. — Т. 154. — С. 125–134.

Imamichi Y., Yokoama Y. Purification and characterization of a lectin from the starfish *Asterias amurensis* // Fish Sci. — 2013. — № 79. — P. 1007–1013.

Поступила в редакцию 21.07.15 г.