

ВЛИЯНИЕ ОБРАСТАТЕЛЕЙ НА ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА *MIZUHOPECTEN YESSOENSIS* (JAY) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

© 2013 г. Д. Д. Габаев

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток

e-mail: gabaevdd@mail.ru

Поступила в редакцию 11.01.2010 г., после доработки 27.06.2012 г.

Ценный объект марикультуры – приморский гребешок *Mizuhopecten* (= *Patinopecten*) *yessoensis* (Jay) после шестичасовой перевозки по воздуху и посева на дно сильнее обрастает эпи- и эндолитическими организмами, чем аборигенные особи. Это приводит к отставанию в темпах роста несмотря на первоначально бóльшие, чем у нативной популяции размеры. Возможно, обрастатели негативно влияют и на выживаемость моллюсков, поскольку самых крупных перед посевом и сильнее обрастающих не оказалось среди достигших половозрелого возраста особей. Представлены результаты влияния эндолитической полихеты *Polydora brevipalpa* и балануса *Hesperibalanus hesperius* на темп роста приморского гребешка *M. yessoensis*, культивируемого на дне в зал. Петра Великого (Японское море).

DOI: 10.7868/S0030157413020020

ВВЕДЕНИЕ

Приморский гребешок *Mizuhopecten* (= *Patinopecten*) *yessoensis* (Jay) является одним из наиболее изученных на Дальнем Востоке видов, поскольку этот ценный пищевой объект выращивается в промышленном масштабе в нескольких странах [18]. Его особи, обитавшие на дне, активно заселяются эпи- и эндолитическими организмами и чуть меньше в садках [13, 25]. Они конкурируют с гребешком за пищу [14], снижают у него темп роста, утолщают и разрушают раковину [15, 26]. Это делает моллюсков беззащитными перед хищниками [10, 34]. Заиление дна и ухудшение экологической обстановки в море повысило интенсивность заселения раковины гребешка сверлящей полихетой *Polydora brevipalpa* [10, 23, 24] и привело к смене сообществ эпибентоса [24, 16]. В отношении эндолитических полихет постоянно появляются неоднозначные сведения о влиянии на хозяина [19, 27, 37]. После нашего посева в 2006 г. полумиллиона сеголетков на дно у о. Рейнеке (зал. Петра Великого), к середине июля 2008 г. почти все выжившие особи оказались заселенными эпибентическими и эндолитическими организмами. При этом аборигенные гребешки оказались менее обросшими. Целью представленного исследования является выяснение причин интенсивного обрастания раковин и уточнение степени его влияния на базибионта – *M. yessoensis*.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Возможность сбора личинок приморского гребешка, тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* и амурской морской звезды *Asterias amurensis* на коллекторы определяли в первой половине 80-х годов на трех хозяйствах зал. Петра Великого: в зал. Посыета (рис. 1, ст. 1) в Славянском заливе (рис. 1, ст. 3) и б. Алексева, о. Попова (рис. 1, ст. 4).

Для выяснения возможности обитания молоди гребешка на дне, мы провели наблюдение за извлеченными из коллекторов 25 октября 2006 г. в зал. Посыета 500 тыс. особями сеголетков и посеянными у о. Рейнеке в Амурском заливе (зал. Петра Великого) (рис. 1, ст. 2). Время нахождения моллюсков на воздухе составляло 6 часов. Во время перевозки в емкостях с влажным поролоном моллюсков орошали через три часа после посадки. Температура воды в месте получения молоди и месте акклиматизации составляла ~10°C. Гребешков высыпали из емкостей на малом ходу судна вдоль изобаты 10 м. Грунт на месте посадки представлен песчано-илистой фракцией. Сообщество, в которое поместили молодь гребешка, уже содержало редкие скопления моллюсков этого вида. По преобладающим животным оно имеет название: *Asterina pectinifera* + *Echinocardium cordatum*. На следующий год гребешок этого поколения был отсеян из садков на дно с аналогичным сообществом в месте рождения – в зал. Посыета.

Обследование плантации в Амурском заливе (рис. 1, ст. 2) осуществили 18 июля 2008 г. Водорос-

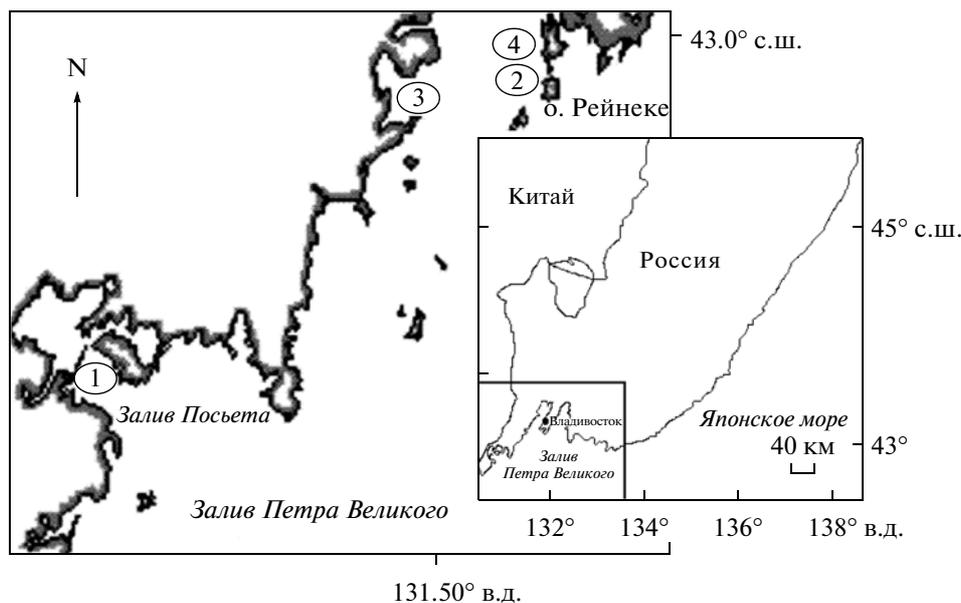


Рис. 1. Район работ в зал. Петра Великого.

лазные работы проводили на трех соединяющихся разрезах — у ограничивающих бухту мысах и в центре бухты. За два часа работы под водой обследовали площадь $\sim 4800 \text{ м}^2$. У живых гребешков по годовым меткам на раковине определяли темп роста и годовые приросты, а также степень заселения сверлящей полихетой — полидорой и баланусами (в рангах и процентах). На 15 верхних раковинах вселенных и аборигенных моллюсков определяли количество отверстий полихеты на площадках 1 см^2 , выкладываемых подряд от макушки до мантийного края, а также количество отверстий от полидоры вдоль “кольца отсадки”, появившегося после нахождения моллюсков на воздухе. У всех моллюсков определяли толщину раковины верхней створки и численность баланусов на прямоугольниках площадью 2 см^2 , выкладываемых подряд от макушки до мантийного края. Аналогичный подсчет численности баланусов проводили на аборигенных особях. Для установления возможного влияния взрослых особей баланусов на интенсивность заселения молодь, у всех моллюсков определяли максимальный диаметр домиков баланусов на ювенильной раковине. В зал. Посьета (рис. 1, ст. 1) сбор гребешка со дна совершили 16 октября 2008 г. На верхних раковинах гребешка встречались единичные особи баланусов, поэтому их распределение не определяли. Скопления полихет, также как в Амурском зал. было значительным, поэтому их обилие и распределение исследовали вышеописанным методом. Видовую принадлежность баланусов определила сотрудник ИБМ ДВО РАН И.И. Овсянникова, за что выражаю ей искреннюю признательность.

Сверлящей полихетой на наших гребешках скорее всего была *Polydora brevipalpa*, поскольку в зал. Петра Великого она является причиной 95–100% случаев инвазии раковины гребешка [23]. У о. Рейнке обследовали 88 особей гребешка, а в зал. Посьета — 41 особь.

Характер распределения баланусов и перфорирующих полихет на раковине гребешка определяли по индексу рассеяния [48]: $J_w = \frac{\sigma^2}{\bar{x}}$, где σ^2 — дисперсия, а \bar{x} — среднее число баланусов, заселивших 2 см^2 раковины, а у полихет — 1 см^2 раковины. При индексе рассеяния $J_w = 1$ распределение соответствует закону Пуассона. Если $J_w > 1$ наблюдается агрегатное, и при $J_w < 1$ — регулярное распределение. Достоверность отличий J_w от 1 проверяли с помощью критерия согласия χ^2 [1].

Полученный материал анализировали статистически с помощью программы KuPlot. Доверительные интервалы среднего арифметического тестировали на уровне $\alpha = 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полидора *Polydora brevipalpa* и баланус *Hesperibalanus hesperius* имеют пелагическую стадию, однако гребешки, находящиеся в коллекторах и садках, заселяются ими слабо. Поэтому годовалые особи, обитающие в толще воды, не содержат этих обрастателей, а гребешки, попавшие на дно сеголетками, к годовалому возрасту успевают обрасти этими животными. Численность отверстий полидоры у трехлетних гребешков, обитающих у

о. Рейнке достигала 567 на раковину или 911 на дм^2 , а обилие баланусов достигало 976 на раковину или 1361 на дм^2 . Взаимосвязь между распределением баланусов у интродуцированных и аборигенных моллюсков в дорзо – вентральном направлении достоверно положительна: $R = 0.61$, $p = 0.002$, а различие между средними достоверно: $t = 11.75$, $p = 0.000$. Вместе с тем, взаимосвязь между распределением отверстий полидоры у интродуцированных и аборигенных моллюсков в этом же направлении – недостоверно отрицательна: $R = -0.13$, $p = 0.765$ и различие между средними – недостоверно: $t = 1.49$, $p = 0.160$. Распределение этих обрастателей на раковинах гребешков у о. Рейнке и полидоры в зал. Посыета имеет агрегатный характер ($J_w > 1$).

Несмотря на благоприятные условия на дне у о. Рейнке (низкое обилие хищников и слабое заиливание) сеголетки приморского гребешка тяжело перенесли перевозку на дальнее расстояние. Из 500 тыс. особей в живых оказалось 94 экз, причем их верхние раковины оказались сильнее пораженными эндолитической полихетой *P. brevipalpa* и заселены баланусом *H. hesperius*, чем у аборигенных моллюсков (рис. 2).

Все интродуцированные у о. Рейнке гребешки оказались покрытыми баланусами. Близкие значения показали сверлящие полихеты: они заселили 98.9% моллюсков. Гребешки, посаженные на дно в годовалом возрасте в зал. Посыета оказались менее заселенными сверлящей полихетой, чем у о. Рейнке (среднее количество отверстий 174.4 ± 29.9 и 245.0 ± 34.9 соответственно). Однако, из-за более длинных ходов в раковине в зал. Посыета, ее площадь оказалась сильнее поврежденной полихетой ($20.2 \pm 3.7\%$ и $15.0 \pm 1.5\%$ соответственно).

Общая степень инвазии сверлящей полихетой в значительной степени зависит от количества отверстий, просверленных в раковине гребешков практически сразу после попадания на дно. Между количеством отверстий полихеты на ювенильной раковине и общим покрытием этой полихетой взаимосвязь достоверная ($R = 0.445$, $p = 0.000$). Обилие этих отверстий достоверно зависит от размера гребешков, оказавшихся на дне, иными словами, личинки полихет активно избирают большую площадь для обитания. Заселению баланусом, по-видимому, способствует наличие укрытий – отверстий от полихет. Между количеством отверстий на ювенильной раковине и обилием домиков баланусов наблюдается достоверная положительная взаимосвязь. На общее покрытие баланусом (%) положительно и достоверно влияет и общее заселение полихетой. Первоначальное заселение гребешков баланусом привлекает позже оседающих циприсов. Между количеством баланусов на

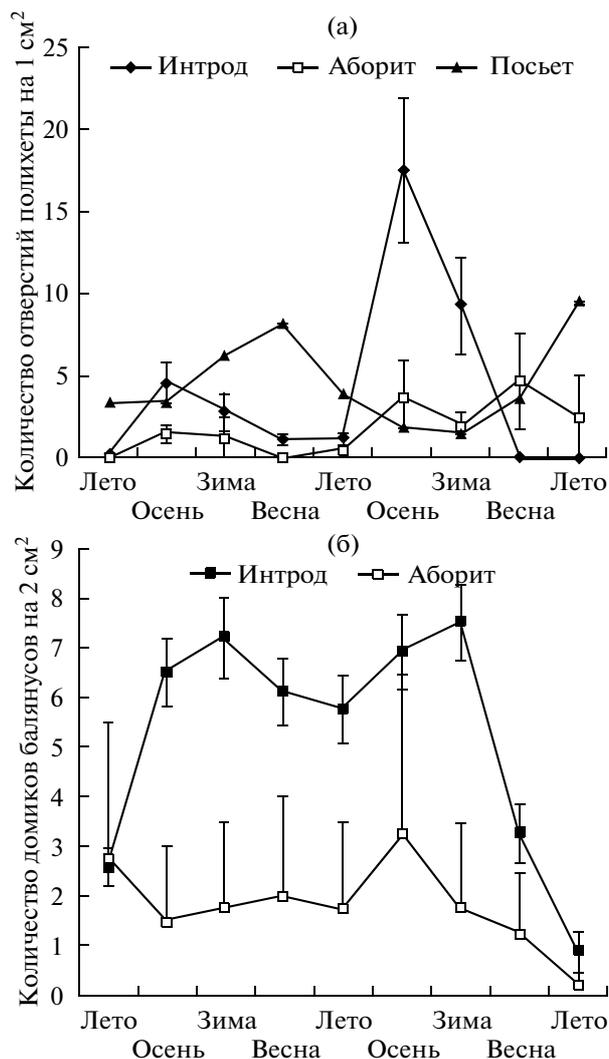


Рис. 2. Динамика заселения полидорой раковин приморского гребешка (а) и динамика заселения баланусом раковин приморского гребешка (б).

первых 2 см^2 и общим покрытием раковины баланусом ($R = 0.641$, $p = 0.000$).

Присутствие эндолитической полихеты на верхней раковине базибионтов у о. Рейнке отрицательно сказалось на некоторых приростах гребешков. В первый и второй год полихеты негативно влияли на темп роста гребешка, а на третий – достоверно положительно (рис. 3а). Однако отрицательное влияние полихеты в первый и второй годы сгладило ее положительное влияние на прирост третьего года. Между конечным размером трехлеток и общим покрытием полихеты взаимосвязь отрицательная и почти достоверная ($p = 0.057$). Даже если из анализа материалов, полученных у о. Рейнке, убрать тех гребешков, у которых площадь покрытия полихетой была выше 20%, то все равно между площадью покрытия и конечным размером раковины существует

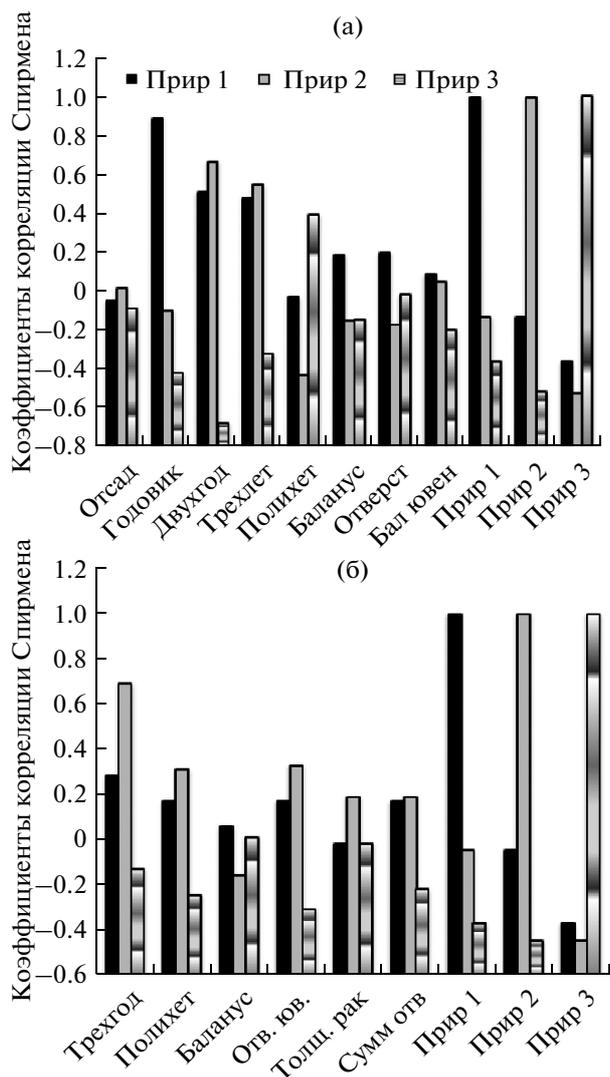


Рис. 3. Коэффициенты корреляции между приростами гребешка и факторами внешней среды у о. Рейнеке (а) и в зал. Посьета (б).

слабая, но обратная взаимосвязь ($r = -0.03$, $p = 0.834$). На вес мускула гребешка эндолитические полихеты оказали слабоотрицательное воздействие ($R = -0.177$, $p = 0.627$). Многомерный анализ факторов, влияющий на темп роста приморского гребешка у о. Рейнеке позволил установить, что последний прирост раковины (за весну и лето) максимально приближен к общему покрытию раковины сверлящими полихетами (рис. 4а). За второй осенне-зимний период гребешки интенсивно заселились полихетами (рис. 2а), и те оказали сильное воздействие на рост перезимовавшего гребешка (рис. 5а). В зал. Посьета присутствие полихет, как правило, положительно сказывалось на приростах гребешка и конечном размере раковины (рис. 3б и 5в). Это наглядно подтверждает многомерное масштабирование. К величине конечного размера раковины гребешка

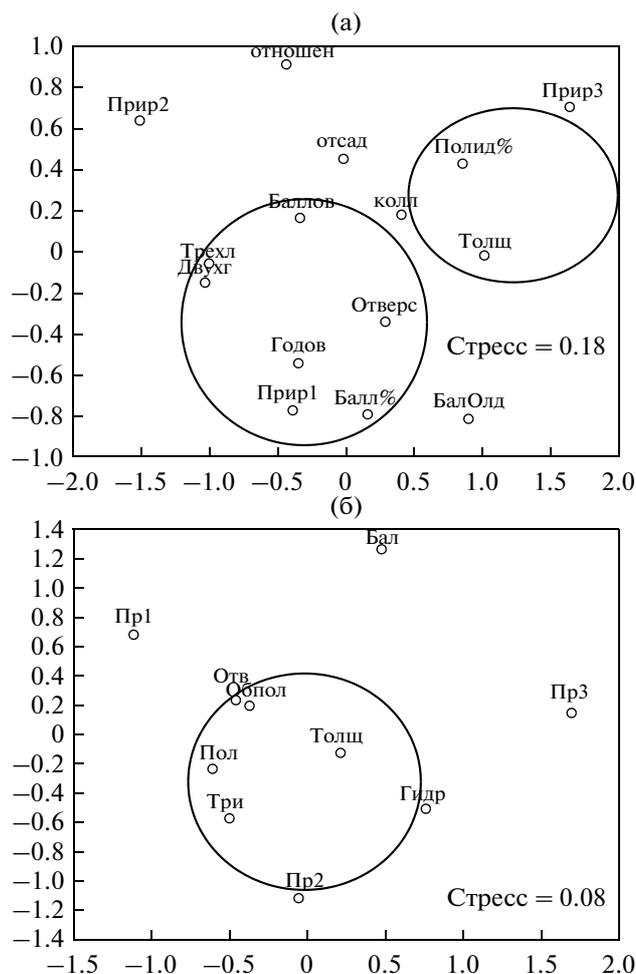


Рис. 4. Многомерный анализ факторов, влияющих на темпы роста приморского гребешка у о. Рейнеке (а) и в зал. Посьета (б).

Отс – “кольцо отсадки” на раковине, мм; Год – высота раковины годовалого гребешка, мм; Два – высота раковины двухгодовалого гребешка, мм; Три – высота раковины трехлетнего гребешка, мм; Прир1 – первый годовой прирост гребешка, мм; Прир2 – второй годовой прирост гребешка, мм; Прир3 – третий прирост гребешка, мм; Толщ – толщина раковины гребешка, мм. Пол – общее покрытие раковины полихетой, %; Отв – количество отверстий полидорий на ювенильной раковине; Обпол – суммарная численность отверстий на раковине; Бал – общее покрытие раковины баланусом, %; БЮ – диаметр домиков баланусов на ювенильной раковине, мм; БОл – диаметр домиков баланусов на трехлетней раковине, мм; Отношен – отношение БЮ к Бал; Бал – площадь раковины, покрытая баланусом, %; Гидр – количество полихеты *Hydroides elegans* на раковине.

приближены: толщина раковины, процент покрытия раковины полидорий, количество отверстий на ювенильной раковине и общее количество отверстий на раковине (рис. 4б).

Влияние баланусов на темп роста гребешков более однозначно. Оно хоть и не достоверно, но практически постоянно отрицательно (рис. 3а). На

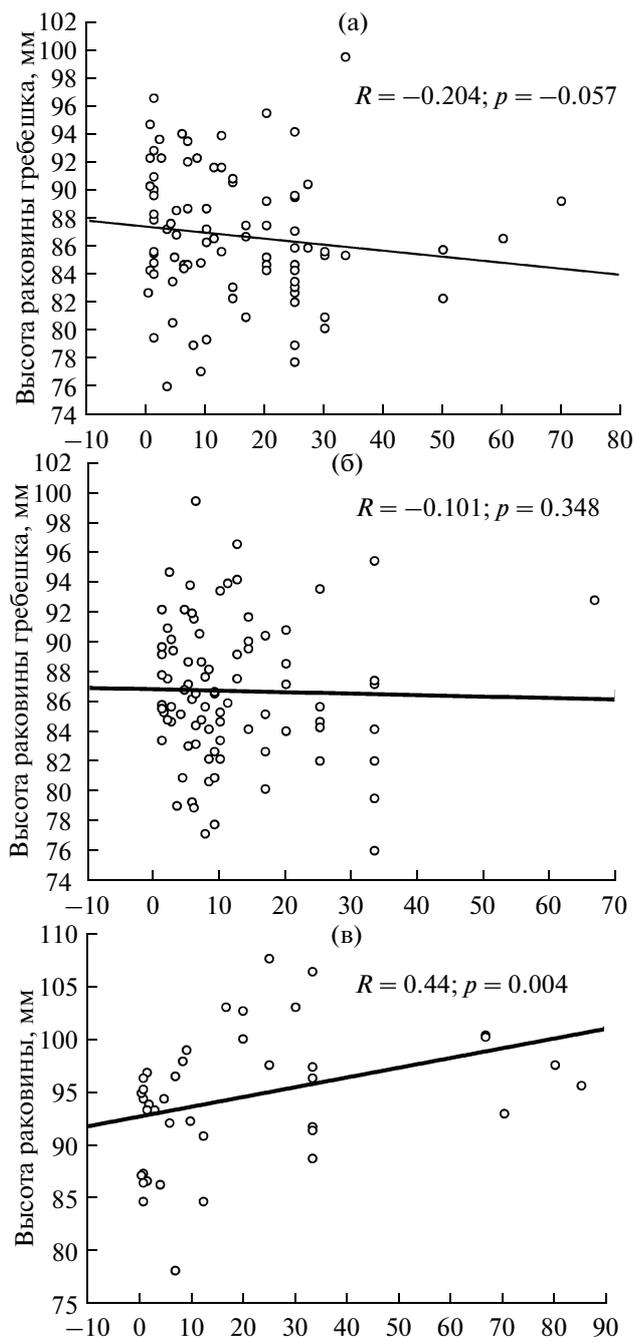


Рис. 5. Взаимосвязь между обилием сверлящей полихеты на раковине и высотой раковины трехлетнего гребешка у о. Рейнеке (а), взаимосвязь между обилием баланусов на раковине и высотой раковины трехлетнего гребешка у о. Рейнеке (б), взаимосвязь между общим покрытием раковины сверлящей полихетой и высотой раковины приморского гребешка в зал. Посьета (в).

вес мускула гребешка баланусы оказали слабopоложительное воздействие ($R = 0.297$, $p = 0.405$). Многомерный анализ факторов, влияющий на темп роста приморского гребешка у о. Рейнеке позволил наглядно установить, что к размеру трех-

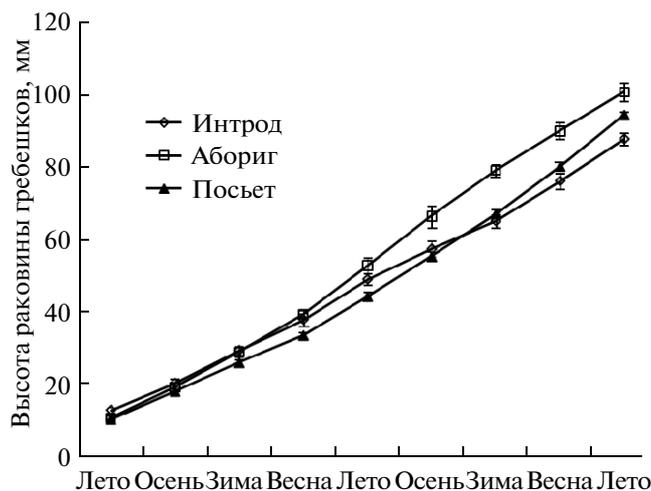


Рис. 6. Групповой линейный рост интродуцированных и аборигенных гребешков на дне у о. Рейнеке и выращиваемых на дне в зал. Посьета.

летних особей наиболее приближен максимальный диаметр домиков баланусов и общий процент покрытия раковины баланусом (%) (рис. 4а). За второй осенне-зимний период гребешки слабее заселились баланусами (рис. 2б), поэтому они слабо воздействовали на рост перезимовавшего гребешка (рис. 5б). В зал. Посьета, даже несмотря на одиночные домики баланусов, их присутствие отрицательно сказалось на приростах гребешка и конечном размере раковины (рис. 3б).

Совместное влияние баланусов и полихет на третий прирост приморского гребешка у о. Рейнеке гораздо менее значительно, чем влияние баланусов и полихеты по отдельности. Двухфакторный дисперсионный анализ (two-way ANOVA) показал, что наиболее достоверно влияние полихеты и менее достоверно балануса (табл. 1).

В результате негативного влияния обрастателей, перевезенные к о. Рейнеке особи, обросшие сильнее, чем аборигены, проиграли аборигенам в темпах роста, несмотря на первоначально большие размеры (рис. 6). По-видимому, в зал. Посьета оказалась более благоприятная плотность обрастателей, чем у о. Рейнеке, поскольку гребешки, посаженные на дно в годовалом возрасте в зал. Посьета, на втором году жизни обогнали в росте перевезенных к о. Рейнеке сеголетков (рис. 6).

Сопоставление размеров “кольца отсадки” у выживших гребешков у о. Рейнеке и размера сеголетков перед посевом в 2006 г. показало, что различие между этими выборками близко к достоверному: $t = 1.75$, $p = 0.082$. Размерно-частотная структура этих выборок показывает, что до взрослого возраста дожил не самый крупный спат, а тот, который перед попаданием на дно достигал 7–17 мм (рис. 7).

Таблица 1. Двухфакторный дисперсионный анализ взаимосвязи последнего весенне-летнего прироста раковины гребешка у о. Рейнеке, с площадью покрытия раковины гребешка баланусами (%) и полихетами (%). Жирным шрифтом обозначены достоверные взаимосвязи

	Степень свободы	MS	F	p
Покрытие баланусом, %	1	0.015	4.87	0.03
Покрытие полихетой, %	1	0.070	22.63	0.00
Баланус X полихета	1	0.001	0.15	0.70
Ошибка	84	0.003		

ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе культивирования двустворчатых моллюсков было обнаружено, что оседание личинок бентосных беспозвоночных на субстраты ускоряется наличием 2–3 дневной бактериально – водорослевой пленки [7, 8, 20], в то время как ста-

рая бактериально – водорослевая пленка отпугивает эпибионтов [5, 20, 31]. Первые осевшие животные сами привлекают или облегчают оседание личинок своего вида [29, 36]. Часто это приводит к агрегированному заселению субстрата [21, 29, 35] и ухудшение условий обитания может приве-

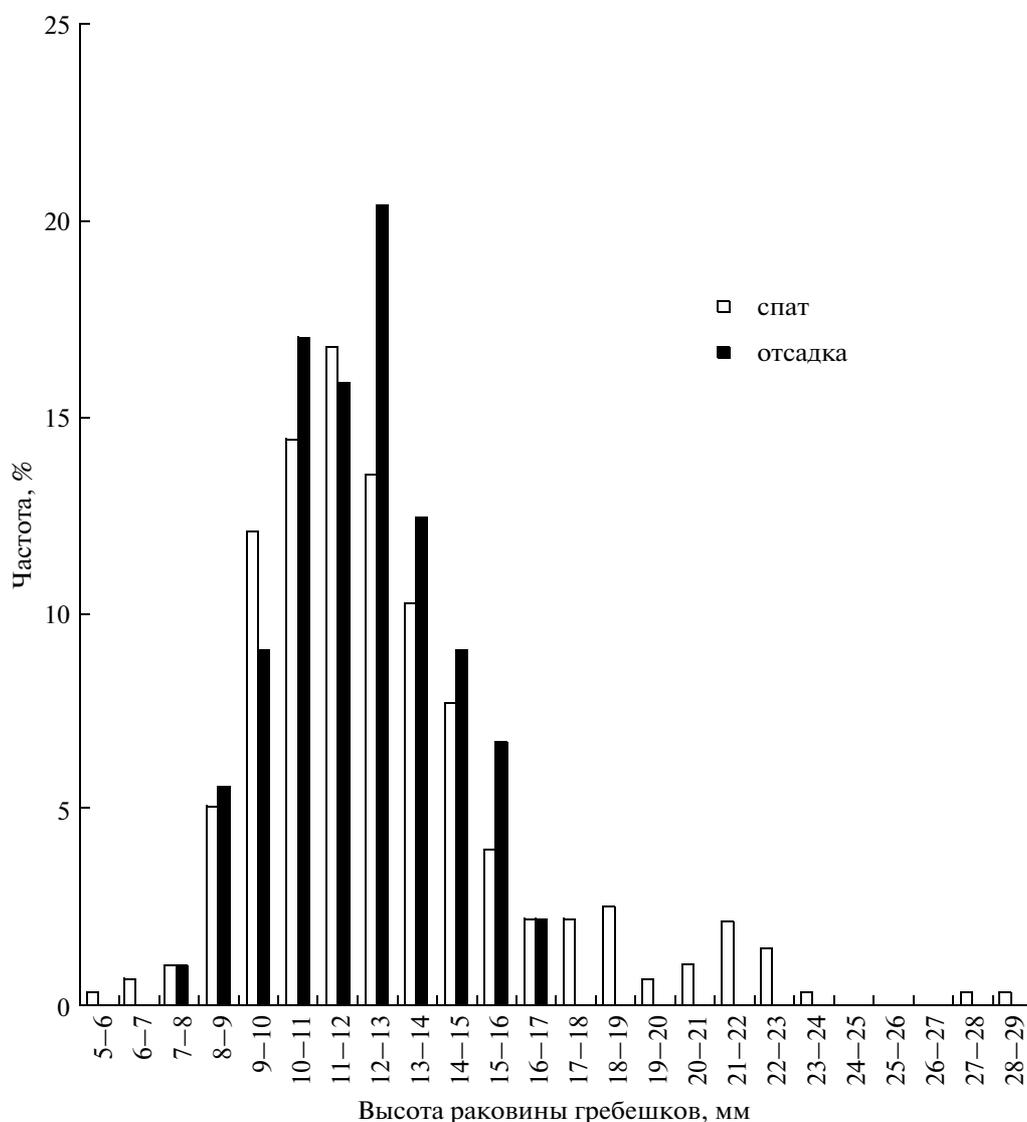


Рис. 7. Размерно-частотное распределение сеголетков гребешка перед посадкой на дно и “кольцо отсадки” у выживших гребешков.

Таблица 2. Результаты оседания личинок приморского гребешка, тихоокеанской мидии и амурской морской звезды на коллектор-садки (над чертой) и сетные коллекторы (под чертой) в зал. Петра Великого

	№ ст.	Год					
		1981	1982	1983	1984	1985	1986
Численность приморского гребешка, экз/м ²	I	<u>1182.0</u> 256.6	<u>357.0</u> 159.7	<u>3447.0</u> 829.0	<u>428.7</u> 192.7	<u>109.0</u> 30.5	<u>541.2</u> 443.4
	II	<u>1988.0</u> 1389.0	<u>244.4</u> 189.5	<u>151.5</u> —	<u>394.0</u> 118.0	<u>112.4</u> —	<u>424.4</u> —
	III	<u>1336.0</u> 744.4	<u>360.0</u> 104.9	<u>—</u> —	<u>71.1</u> —	<u>64.0</u> —	<u>—</u> —
Численность тихоокеанской мидии, экз/м ²	I	<u>908.0</u> 172.0	<u>949.0</u> 73.0	<u>1479.0</u> 143.0	<u>1037.0</u> 1481.0	<u>97.0</u> 11.0	<u>192.0</u> 739.0
	II	<u>1302.0</u> 283.0	<u>6256.0</u> 17485.0	<u>5225.0</u> 1261.0	<u>1657.0</u> 276.0	<u>210.0</u> —	<u>415.0</u> —
	III	<u>1062.0</u> 448.0	<u>3600.0</u> 108000.0	<u>—</u> —	<u>1014.0</u> —	<u>320.0</u> —	<u>—</u> —
Численность амурской звезды, экз/мин ²	I	<u>1.4</u> 0.1	<u>0.0</u> 0.0	<u>4.0</u> 2.0	<u>0.0</u> 0.0	<u>0.0</u> 0.0	<u>0.3</u> 0.2
	II	<u>0.1</u> 0	<u>0.8</u> 1.0	<u>5.8</u> —	<u>0.1</u> 0.0	<u>0.0</u> —	<u>0.0</u> —
	III	<u>8.5</u> 4.2	<u>2.5</u> 1.4	<u>—</u> —	<u>3.2</u> —	<u>0.0</u> —	<u>—</u> —

Примечание. I — зал. Посыета (рис. 1, ст. 1), II — зал. Славянский (рис. 1, ст. 3), III — б. Алексеева о. Попова (рис. 1, ст. 4).

сти к гибели первопоселенцев, например баланусов под шубой тихоокеанской мидии [2, 4]. Эпи- и эндобионты раковин моллюсков оказывают огромное влияние на выживаемость, темп роста, репродукцию и коммерческую ценность самих хозяев [15, 25, 26, 27, 28].

Негативное влияние эপিбиоза на суда, гидротехнические сооружения и объекты марикультуры вызвало необходимость разработать технологию борьбы с нежелательными вселенцами. Меры борьбы с обрастателями культивируемых моллюсков заключаются в отказе от культивирования на дне, где они интенсивно заселяются полидородой [39], а также в заглублении плантаций [30]. Если же гребешков все же поселяют на дно, то избегают илистые грунты, где личинки полидороды интенсивнее заселяют моллюсков [10]. В то же время обилие баланусов увеличивается с приближением к городу, имеющему массу искусственных субстратов с родительскими особями [3].

Эффективным способом уменьшения обилия полидороды на раковине гребешков служит выбор времени для посева моллюсков. Если полидора активно заселяет раковины гребешков осенью, то посев на дно переносят на весну [42]. Как *H. hesperius*, так и полихеты — спионида демонстрируют пик оседания личинок осенью [9, 17]. Поэтому

сеголетки на дне обрастают сильнее годовиков. Заселив осенью раковину сеголетков, к весне обрастатели становятся половозрелыми [13, 29] и увеличивают пул личинок. Эти личинки часто поселяются недалеко от своих родителей [6, 22, 11] и образуют агрегированные скопления, поскольку личинок привлекают уже осевшие особи [7, 8].

Возможно, большее заселение обрастателями интродуцированных особей можно объяснить тем, что после перевозки и попадания на дно гребешки испытывают стресс. Во время надводных операций гребешки заболевают [44], а перевозка по воздуху их состояние усугубляет [38]. Особенно чувствительны к перевозкам мелкие особи [43]. По нашим неопубликованным материалам, даже через час после кратковременной перевозки и посева гребешков на дно, они не реагировали на прикосновения. В это время они легко заселяются личинками эпи- и эндобентоса, поскольку не могут им противостоять. Базибионт защищается от обрастателей физическими, механическими и химическими методами, но когда он стареет или ослаблен, то обрастает сильнее [45]. Обрастатели на раковине, по-видимому, играют весомую роль в выживаемости моллюсков, поскольку самый крупный спат, сильнее обрастающий [12, 33], не

встретился среди особей, достигших у о. Рейнеке половозрелого возраста (рис. 7).

Гребешковые хозяйства в зал. Посыета могут поделиться посадочным материалом только в урожайные годы. Поэтому, несмотря на возрастание жизнестойкости популяции от повышения генетической гетерозиготности [32], основную продукцию лучше получать от автохтонного материала. В прошлом веке в зал. Петра Великого между станциями была сходная динамика численности личинок у нескольких видов (табл. 2), так что отсутствие собственного посадочного материала означало его отсутствие и в зал. Посыета.

Достоверная положительная взаимосвязь между обилием полидоры и третьим приростом гребешка у о. Рейнеке (рис. 3а), а также между численностью полидоры, вторым приростом и конечным размером раковины в зал. Посыета (рис. 3б) говорит о том, что между этими животными, при умеренной плотности сверлильщика, существует симбиотическая связь. Возможно, она возникает из-за того, что полихеты, селективно потребляя микроводоросли, концентрируют те, которые служат пищей гребешкам. Гребешки не усваивают диатомовую водоросль *Skeletonema costatum* [41], а их обрастатели усваивают хорошо [40]. Поэтому, при обитании с эндолитической полихетой, у гребешков уменьшается выход балластных веществ в виде фекалий и псевдофекалий [37]. Таким образом, умеренная численность полихеты на гребешках в пригороде г. Владивостока не станет существенным препятствием для разведения ценного моллюска. Однако, посадочный материал для разведения нужно получать либо на месте, либо привозить в годовалом возрасте, когда моллюски устойчивы к перевозке и обросту.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровиков В.П. СТАТИСТИКА. Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов. 2-е изд. СПб.: Питер, 2003. 688 с.
2. Габаев Д.Д., Такупек Н.Ю., Колотухина Н.К. Специфика условий существования промысловых беспозвоночных на искусственных субстратах в эвтрофированном Амурском заливе (Японское море) // Экология. 2005. № 5. С. 370–377.
3. Габаев Д.Д., Шарманкин В.А. Результаты посадки молоди приморского гребешка на дно в заливе Петра Великого // Рыбное хозяйство. 2009. № 5. С. 35–36.
4. Горин А.Н. Типы обрастания плавучего навигационного ограждения северо-западной части Японского моря // Экология обрастания в северо-западной части Тихого океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. Сб. № 20. С. 26–31.
5. Добрецов С.В. Подавление оседания личинок обрастателей водорастворимыми веществами морских эпibiотических бактерий // Биология моря. 2005. Т. 31. № 6. С. 429–434.
6. Камшилов М.М. Материалы по биологии личинок усоногих ракообразных Восточного Мурмана // Тр. МБС. 1958. Т. 4. С. 56–57.
7. Киселева Г.А. Влияние субстрата на оседание и метаморфоз личинок беспозвоночных животных // Донные биоценозы и биология бентосных организмов Черного моря. Киев: Наукова думка, 1967а. С. 71–84.
8. Киселева Г.А. Оседание личинок *Polydora ciliata* (Johnston) на различные субстраты // Донные биоценозы и биология бентосных организмов Черного моря. Киев: Наукова думка, 1967б. С. 85–90.
9. Корн О.М. Многолетние изменения видового состава и численности личинок усоногих раков в бухте Алексея острова Попова Японского моря // Биология моря. 1994. Т. 20. № 2. С. 100–106.
10. Курочкин Ю.В., Цимбалюк Е.М., Рыбаков А.В. Паразиты и болезни // Приморский гребешок. Институт биологии моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. С. 174–182.
11. Милейковский С.А. Взаимоотношения между пелагическими личинками *Nephtys ciliata* (O. F. Müller), *Macoma baltica* L. и *Mya arenaria* L. Белого моря // Зоологич. журн. 1960. Т. 38. № 12. С. 1889–1891.
12. Наумов А.Д. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа. СПб: Изд-во Зоологич. ин-та РАН, 2006. 367 с.
13. Овсянникова И.И. Распределение усоногих раков на раковинах приморского гребешка при выращивании в подвесной культуре // Биология моря. 1989. № 4. С. 71–76.
14. Овсянникова И.И., Левин В.С. Динамика роста баллануса *Solidobalanus hesperius* на створках приморского гребешка в условиях донного выращивания // Биология моря. 1982. № 4. С. 44–51.
15. Овсянникова И.И., Орлова Т.Ю., Вышкварцев Д.И. Пищевые конкурентные взаимоотношения приморского гребешка и усоногих раков, поселяющихся на его створках // IV Всесоюзное совещание по научно-техническим проблемам мариккультуры. Тез. докл. Владивосток: ТИНРО, 1983. С. 189–190.
16. Овсянникова И.И., Левенец И.Р. Межгодовая динамика эпibiонтов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в восточной части Амурского залива (Японское море) // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Владивосток: Дальнаука, 2004. Вып. 8. С. 61–74.
17. Омеляненко В.А., Куликова В.А. Состав и сезонная динамика численности личинок усоногих раков в мелководной части Амурского залива (залив Петра Великого Японского моря) // Изв. ТИНРО. 2000. Т. 127. С. 301–311.
18. Приморский гребешок / Институт биологии моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 244 с.
19. Радашевский В.И. Размножение и личиночное развитие полихеты *Polydora ciliata* в заливе Петра Великого Японского моря // Биология моря. 1986. № 6. С. 36–43.
20. Раилкин А.И. Процессы колонизации и защита от биообрастания. СПб: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1998. 272 с.
21. Рудякова Н.А. Обрастание в северо-западной части Тихого океана. М.: Наука, 1981. 68 с.

22. *Ржепишевский И.К.* Распределение и динамика численности личинок баланусов в прибрежной зоне Восточного Мурмана // Тр. МБС. 1958. Т. 4. С. 68–78.
23. *Силина А.В.* Многолетние изменения полихетной биоэрозии раковин гребешка *Mizuhopecten yessoensis* из северо-западной части Японского гребешка // Биология моря. 2003. № 6. С. 436–440.
24. *Силина А.В., Овсянникова И.И.* Многолетние изменения в сообществе приморского гребешка и его эпибионтов в загрязненной части Амурского залива Японского моря // Биология моря. 1995. Т. 21. № 1. С. 59–66.
25. *Силина А.В., Овсянникова И.И.* Приморский гребешок и его эпибиоз в донной и подвесной культурах в бухте Алексеева (Японское море) // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Владивосток: Дальнаука, 2000. Вып. 4. С. 103–105.
26. *Силина А.В., Жукова Н.В.* Трофические взаимоотношения в сообществе морского двустворчатого моллюска и полихеты – сверлильщика // Океанология. 2008. Т. 48. № 6. С. 889–894.
27. *Силина А.В., Жукова Н.В.* Симбиотическое сообщество морского двустворчатого моллюска со сверлящей полихетой // X Съезд Гидробиологического общества при РАН. Тез. докл. Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 369.
28. *Arakawa K.J.* Prevention and removal of fouling on cultured oysters a handbook for growers // Maine Sea Grand Tech. Report. 1980. № 56. 38 p.
29. *Cho J.Y., Kwon E-H., Choi J-S. et al.* Antifouling activity of seaweed extracts on the green alga *Enteromorpha prolifera* and the mussel *Mytilus edulis* // J. Applied Phyc. 2001. V. 13. P. 117–125.
30. *Claereboudt M.R., Bureau D., Côte J., Himmelman J.H.* Fouling development and its effect on the growth of juvenile giant scallops (*Placopecten magellanicus*) in suspended culture // Aquaculture. 1994. V. 121. P. 327–342.
31. *Dobretsov S., Dahms H-U., Qian P-Y.* Inhibition of biofouling by marine microorganisms and their metabolites // Biofouling. 2006. V. 22. № 1. P. 43–54.
32. *Garten G. T. Jr.* Relationships between aggressive behavior and genetic heterozygosity in the oldfield mouse, *Peromyscus polinotus* // Evolution. 1976. V. 30. P. 59–72.
33. *Guenther J., Southgate P.C., de Nys R.* The effect of age and shell size on accumulation of fouling organisms on the Akoya pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) // Aquaculture. 2006. V. 253. P. 366.
34. *Kent R.M.L.* The influence of heavy infestations of *Polydora ciliata* on the flesh content of *Mytilus edulis* // J. Mar. Biol. Ass. U.K. 1979. V. 59. № 2. P. 289–297.
35. *Keen S.L., Neill W.E.* Spatial relationships and some structuring processes in benthic intertidal animal communities // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1980. V. 45. № 2–3. P. 139–155.
36. *Kirby R., Clare A.* Barnacle settlement // Mar. Biol. Ass. Ann. Rep. 2006. P. 14.
37. *Makoto T.* Biodeposit production and oxygen uptake by the Japanese common scallop, *Patinopecten yessoensis* (Jay) // Bull. Mar. Biol. Stat. Asamushi Tohoku Univ. 1981. V. 17. P. 1–15.
38. *Minchin D., Haugum G., Skjaeggstad H., Strand Ø.* Effect of air exposure on scallop behaviour, and the implications for subsequent survival in culture // Aquaculture International. 2000. V. 8. P. 169–182.
39. *Murad B.M., Mohammad F.L.S.* Relationship between biofouling and growth of the pearl oyster *Pinctada fucata* (Gould) in Kuwait, Arabian Gulf // Hydrobiologia. 1976. V. 51. № 2. P. 129–138.
40. *Qiu J-W., Qian P-Y.* Effects of food availability larvae source and culture method on larval development of *Balanus amphitrite amphitrite* Darwin: implications for experimental design // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1997. V. 217. № 1. P. 47–61.
41. *Robert R., Trintignac P.* Microalgues et nutrition larvaire en éclosure de mollusques // Haliotis. 1997. V. 26. P. 1–13.
42. *Sato-Okoshi W., Sugawara Y., Nomura T.* Reproduction of the boring polychaete *Polydora variegata* inhabiting scallops in Abashiri Bay, North Japan // Mar. Biol. 1990. V. 104. P. 61–66.
43. *Silina A.V.* Survival of different size-groups of the scallop, *Mizuhopecten yessoensis* (Jay), after transfer from collectors to the bottom // Aquaculture. 1994. V. 126. P. 51–59.
44. *Syasina I.G.* Histopathology of the Japanese scallop, *Mizuhopecten yessoensis*, cultured in the experimental marine farm in Minonosok Bay (Russian Far East) // Korean J. Malacology. 2007. V. 23. № 2. P. 173–180.
45. *Wahl M.* Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1989. V. 58. № 1–2. P. 175–189.

Effect of Fouling on the Japanese Scallop *Mizuhopecten yessoensis* (Jay) in Peter the Great Bay (Sea of Japan)

D. D. Gabaev

A valuable mariculture object, Japanese scallop *Mizuhopecten* (= *Patinopecten*) *yessoensis* (Jay), after six hours transportation by air and sowing at the bottom is fouled greater with epi- and endolithic organisms than the native species. Finally it results in the growth rate reduction despite the greater initial sizes compared with that of the native population. It is likely that fouling negatively affects the survival of mollusks because the specimens that were the largest before sowing at the bottom were not found among those reached the puberty age. The results of the endolithic polychaete *Polydora brevipalpa* and balanus *Hesperibalanus hesperius* influence on the growth rate of the Japanese scallop, cultivated at the bottom in Peter the Great Bay (Sea of Japan) are presented.