

**РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЯ ДВУХ СРОКОВ ПОСЕВА ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА *MIZUHOPECTEN YESSOENSIS* (JAY) НА ДНО ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОГО/ВОСТОЧНОГО МОРЯ)**

© 2011 г. Д.Д. Габаев

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

Поступила в редакцию 15.12.2009 г.

Окончательный вариант получен 26.09.2011 г.

Представлены результаты сравнения двух сезонов посева на дно ценного двустворчатого моллюска – приморского гребешка *Mizuhopecten* (= *Patinopecten*) *yessoensis* (Jay). Оказалось, что перевозку на дальнее расстояние и посадку на дно лучше переносят среднеразмерные сеголетки и годовики. Аборигены и годовалые особи менее подвержены обрастанию, чем привезенный спат, и у них выше темп роста. Полученные результаты позволяют сделать вывод о наиболее оптимальных сроках посева гребешка и эффективной технологии его выращивания до товарного размера.

*Ключевые слова:* двустворчатые моллюски, выращивание, обрастатели.

**ВВЕДЕНИЕ**

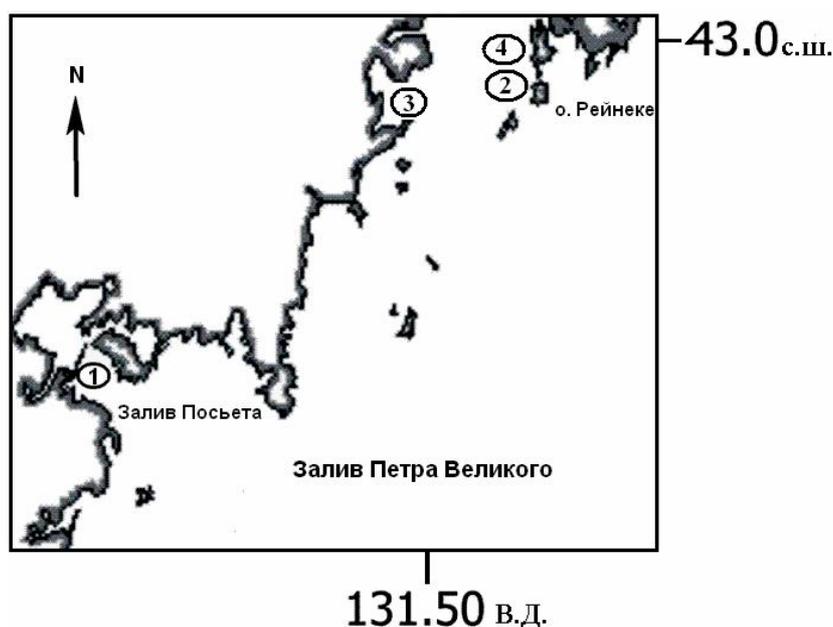
Потенциально Дальний Восток – основной район марикультуры в стране. Превращение этой возможности в действительность сталкивается, однако, со многими трудностями объективного и субъективного характера (Щербань, Милошевич, 1986). Приморская акклиматизационная станция ФГУП Приморрыбвода с 1981 г. ежегодно приобретает в зал. Посыта молодь важного пищевого объекта – приморского гребешка *Mizuhopecten* (= *Patinopecten*) *yessoensis* (Jay) в количестве 500-600 тыс. особей. Моллюсков перевозят на акваторию Амурского и Уссурийского заливов (зал. Петра Великого), пострадавших от промысла. В 1980-е гг. прошлого века выращенного гребешка даже добывали. В 1982 г. было добыто 2,2 т, в 1983 г. – 18,1 т, в 1984 г. – 38,1 т и в 1985 г. – 9,2 т.

При выращивании этого моллюска на дне обнаружилось, что выживаемость молоди зависит от типа грунта и размера моллюсков (Silina, 1994). На дне гребешки интенсивно заселяются эпи- и эндобионтами, которые конкурируют с ними за пищу (Овсянникова, Левин, 1982; Силина, Овсянникова, 2000; Zhenxia et al., 2008), снижают у них темпы роста, утолщают и разрушают раковину (Силина, Жукова, 2008; Silina, 2006). Это делает моллюсков беззащитными перед хищниками (Курочкин и др., 1986; Eschweiler et al., 2009). Довольно давно обнаружено, что заиление дна и ухудшение экологической обстановки в море повышают интенсивность заселения сверлящей полихетой *Polydora brevipalpa* (Курочкин и др., 1986; Силина, Овсянникова, 1995; Силина, 2003) и приводят к смене сообществ эпибентоса (Силина, Овсянникова, 1995; Овсянникова, Левенец, 2004). В отношении этих эндолитических полихет постоянно появляются неоднозначные сведения об их влиянии на организм хозяина (Kent, 1979; Радашевский, 1986; Силина, Жукова, 2009). После нашей посадки осенью 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 их влияния на базибионта – *M. yessoensis*, а также определение наиболее оптимальной технологии выращивания гребешка в зал. Петра Великого (Японское/Восточное море).

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для определения наиболее жизнестойкого к перевозке возраста в 1981-1982 гг. в б. Миноносок зал. Посьета ставили эксперименты по содержанию разновозрастных моллюсков в пяти различных режимах: постоянный полив, со льдом, полив 5 мин. через 1 час, в траве, сухим, при температурах от 4 до 22 °С. Гребешков содержали в перфорированных емкостях объемом 10 и 20 л. Через каждые 2 часа 2 500 экз. спата, 200 экз. годовиков и 20 экз. более взрослых гребешков извлекали из каждой емкости и пересаживали в гирлянды из 10 садков, которые подвешивали на морские плантации в б. Миноносок. Контролем были моллюски, постоянно находящиеся в море в садках. В процессе эксперимента во всех емкостях измеряли температуру среды. Через неделю после проведения эксперимента садки поднимали и определяли выживаемость моллюсков. Через каждый месяц в течение 4-х месяцев и один раз через 9 месяцев определяли размер моллюсков. Оседание 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. Посьета (рис. 1, ст. 1) в Славянском заливе (рис. 1, ст. 3) и в бух. Алексеева о. Попова (рис. 1, ст. 4).

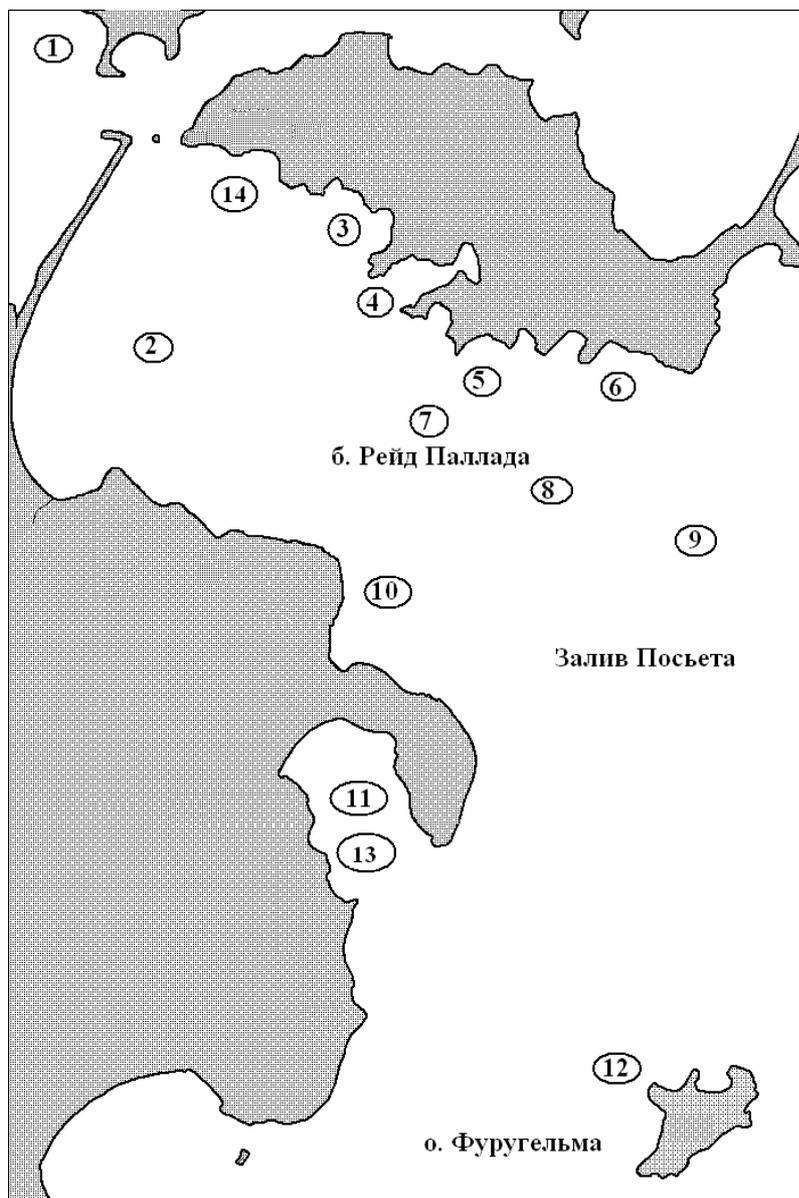


**Рис. 1.** Карта-схема района работ в зал. Петра Великого.

**Fig. 1.** The map-scheme of area work in Peter the Great Bay.

С целью определения оптимальной технологии донного выращивания гребешка, в 1977-1980 гг. в разные сообщества зал. Посьета выставляли искусственные рифы (Габаев, Григорьев, 1983; Габаев, 2010), и на нескольких станциях в этом же заливе отсаживали на дно спат и годовалого гребешка, выращенного в садках б. Миноносок в количестве от 2 до 5 млн. экз. До посева гребешка и выставления рифов, на каждой станции с площади 3 м<sup>2</sup> собирали все макроорганизмы, определяли их до вида и взвешивали. Название сообщества устанавливали по преобладающим видам. Гребешка отсаживали в сообщества,

содержащие либо взрослых особей гребешка, либо juveniлов, либо без тех и других. На дно ст. 4 (рис. 2) (сообщество *Mizuhopecten yessoensis* + *Echinocardium cardatum*) садили 100 тыс. экз. На дно ст. 10 (рис. 2) (сообщество *Ophiura sarsi vadicola*) – 200 тыс. экз. с плотностью 10-20 экз./м<sup>2</sup>, на дно ст. 6 (сообщество *Laminaria cichorioides* + *Desmarestia viridis* + *Modiolus difficilis*) с такой же плотностью садили 2 млн. экз., на дно ст. 5 (рис. 2) (сообщество *Zostera asiatica* + *Spisula sachalinensis*) было посажено 5 млн. экз. и на ст. 7 и 9 (рис. 2) (сообщество *Ophiura sarsi vadicola*) – по 100 тыс. экз. На дно ст. 2 (рис. 2) (сообщество *Luidia quinaria bispinosa* + *Anadara broughtoni*) в 1978 г. было выставлено 225 искусственных рифов.



**Рис. 2.** Карта-схема посева молоди гребешка и постановки искусственных рифов.  
**Fig. 2.** The map-scheme of sowing young of the scallops and raising the artificial reefs.

Через 5-12 месяцев после посева гребешков на дно, с помощью водолазного дночерпателя или драги, совмещенной с аквапланом, брали пробы грунта и в очищенном остатке определяли соотношение живых моллюсков к сумме живых и мертвых особей:

$$\frac{A}{A+B} \times 100\%,$$

где А – количество выживших особей, а В – количество мертвых особей. Попадание в пробу «диких» особей исключали по отсутствию у них утолщения на раковине – «кольца отсадки», возникающего из-за нахождения гребешка на воздухе и попадания в новую для него среду – на дно.

Для определения возможности обитания гребешка на дне после длительной транспортировки мы извлекли из коллекторов 25 октября 2006 г. в зал. Посьета 500 тыс. сеголетков и посеяли их у о. Рейнеке – Амурский залив (зал. Петра Великого) (рис. 1, ст. 2). Время нахождения моллюсков на воздухе составляло 6 часов. Через три часа после начала транспортировки орошали поролон, покрывающий моллюсков. Температура воды в месте получения молоди и месте посева составляла ~ 10 °С. Гребешков высыпали из емкостей на малом ходу судна вдоль изобаты 10 м. Место посева было обосновано сотрудниками ТИПРО-Центра. Сообщество, в которое поместили молодь гребешка, уже содержало редкие скопления взрослых особей. По преобладающим видам оно получило название: *Asterina pectinifera* + *Echinocardium cordatum*. Грунт на месте посадки представлен песчано-илистой фракцией без рифелей – признаков интенсивной гидродинамики. На следующий год годовалый гребешок из садков в зал. Посьета был отсеян на дно рядом с местом рождения (рис. 2, ст. 3).

Обследование донной плантации в Амурском заливе (рис. 1, ст. 2) осуществили 18 июля 2008 г. Водолазные работы проводили на трех соединяющихся разрезах – у ограничивающих бухту мысов и в центре бухты. За два часа работы под водой обследовали площадь ~ 4 800 м<sup>2</sup>. У живых гребешков по годовым меткам на раковине определяли темп роста и годовые приросты, а также степень заселения сверлящей полихетой – полидорой и баянусами (в процентах). На 15 верхних раковинах вселяемых и аборигенных моллюсков определяли количество отверстий полихеты на площадках 1 см<sup>2</sup>, выкладываемых подряд от макушки до мантийного края, а также количество отверстий от полидоры вдоль «кольца отсадки», появившегося после нахождения моллюсков на воздухе и попадания на дно. У всех моллюсков определяли толщину верхней раковины и численность баянусов на прямоугольниках площадью 2 см<sup>2</sup>, выкладываемых подряд от макушки до мантийного края. Аналогичный подсчет численности баянусов проводили на аборигенных особях. В случае подсчета общей численности обрастателей на раковине, полученные результаты переводили на 1 дм<sup>2</sup>. Для установления возможного влияния взрослых особей баянусов на интенсивность заселения молодью, у всех моллюсков определяли максимальный диаметр домиков баянусов на ювенильной раковине и около мантийного края. После измерений вычисляли их отношение: d<sub>1</sub>:d<sub>2</sub>. В зал. Посьета (рис. 2, ст. 3) сбор гребешка со дна совершили 16 октября 2008 г. На верхних раковинах гребешка встречались единичные особи баянусов, поэтому их распределение не определяли. Скопления полихет, также как в Амурском заливе было значительным, поэтому их обилие и распределение исследовали аналогичным образом. Определение вида баянусов провела сотрудник ИБМ ДВО РАН Овсянникова И.И., за что автор выражает 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 (Силина, 2003). У о. Рейнеке для анализа использовали 88 особей гребешка, а в зал. Посьета – 41 особь.

Характер распределения баянусов и перфорирующих полихет на раковине гребешка определяли по индексу рассеяния (Elliot, 1971):  $J_w = \frac{\sigma^2}{\bar{x}}$ , где  $\sigma^2$  – дисперсия, а  $\bar{x}$  – среднее число баянусов, заселивших 2 см<sup>2</sup> раковины, а у полихет – 1 см<sup>2</sup> 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  $\chi^2$  (Боровиков, 2003).

Для увеличения достоверности наших выводов, кроме корреляционного анализа использовали двухфакторный дисперсионный анализ (two-way ANOVA) и многомерное масштабирование (MDS). Полученные данные анализировали с помощью свободно доступной статистической программы KyPlot. Доверительные интервалы среднего арифметического тестировали на уровне  $\alpha = 0,05$ .

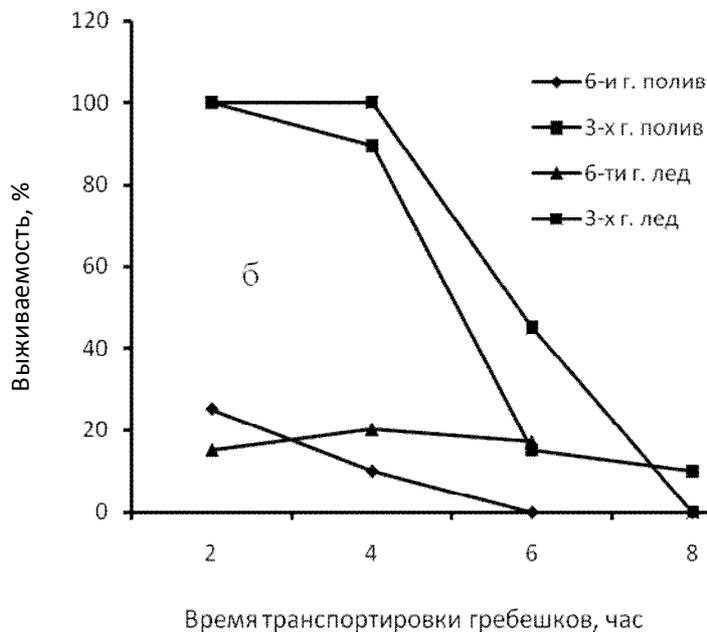
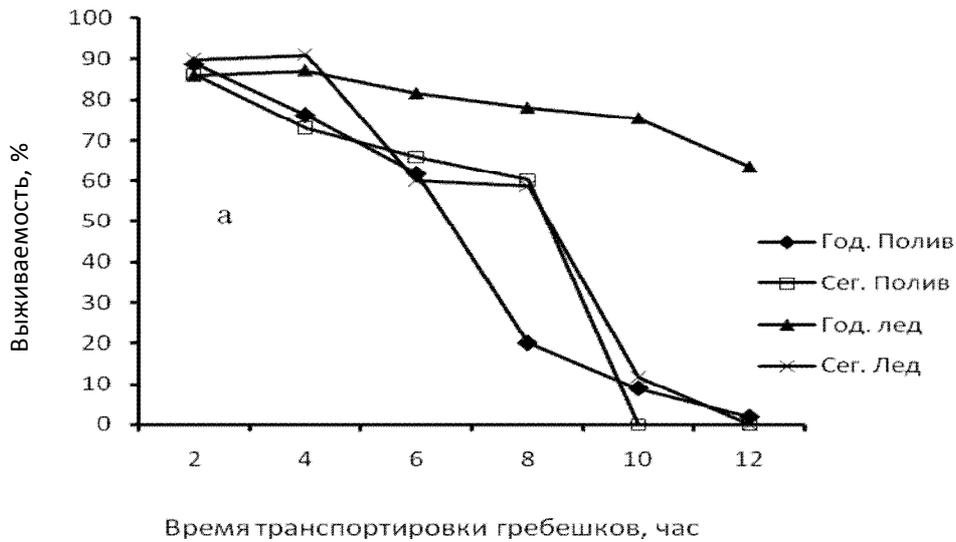
## РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате наших наблюдений установлено, что сеголетки гребешков, как правило, менее устойчивы к перевозкам, чем годовалые особи. В отдельных случаях различия в выживаемости могут достигать 40,2% (рис. 3а). Еще менее устойчивы к перевозке взрослые особи (рис. 3б). Ухудшение условий транспортировки гребешков располагается в следующем порядке: контроль > постоянный полив > во льду > полив 5 мин через час > в морской траве > сухим.

В случае сухой перевозки годовалого гребешка в течение 24 ч. при температуре 10 °С и пересадке в садки его выживаемость достигает 90%. При повышении температуры воздуха до 20-25 °С этой же выживаемости можно добиться только в том случае, если перевозка не превышает 2-х часов. Спат гребешка при 10 °С можно перевозить в течение 20 ч., а при температуре от 20 до 25 °С – в течение 1 ч. Четырехлетков (3+) при 10 °С можно транспортировать в течение 5-ти ч., а при 20-25 °С – в течение получаса. Шестилетков (5+) при температуре 10 °С можно перевозить в течение 4-х ч., а при 20-25 °С – в течение 20 мин. Особенно чувствительны к содержанию на воздухе не отнерестившиеся особи.

Через месяц после транспортировки выживаемость гребешков в садках стабилизируется и в дальнейшем почти не изменяется. Через 2 месяца различие в темпах роста, в зависимости от условий перевозки, достигает максимума и в дальнейшем остается постоянным. У трехлетков (2+) максимум различия в высоте раковин превышает 15 мм. У 5-6 летнего гребешка средние размеры раковин через 2 месяца уменьшаются за счет преимущественной гибели более крупных особей.

Конечно, посадка на дно вызывает большую гибель моллюсков, чем обитание в садках. После часовой перевозки годовиков при температуре 10 °С и посадки на дно у о. Фуругельма в 1979 г. (рис. 2, ст. 12) по крайней мере в течение часа моллюски не реагировали на прикосновение. Отход гребешков в это время был максимальным, поскольку хищным морским звездам, обитающим на дне, удавалось захватить несколько особей гребешка.



**Рис. 3.** Выживаемость разновозрастного гребешка после транспортировки в режиме полива 5 мин. через 1 ч. и во льду в зал. Посыета: а – сеголетки и годовики, б – трех и шести годовики.  
**Fig. 3.** Survival of multiple age the scallops after transportation at regimen of watering 5 min. after 1 hour and in ice in Posyet Bay: a – juveniles and one-years old, b – three and six-years old.

Выживаемость гребешков, попавших на дно спатом, в значительной степени зависит от типа грунта. На илистом дне (сообщество *Crenomytilus grayanus* + *Arca boucardi*) до годовалого возраста доживает 10,9%, а на илисто-песчаном дне (сообщество *Luidia quinaria bispinosa* + *Anadara broughtoni*) выживает 42,2%. У спата на илисто-песчаном грунте в б. Клыкова (рис. 2, ст. 3) (сообщество *Asterina pectinifera* + *Chaetoceros variopedatus*) к следующему году выживает 49,7%, а на мелкопесчаном дне у мыса Низменного (рис. 2, ст. 5) (сообщество *Zostera asiatica* + *Spisula sachalinensis*) годовалого возраста достигло 42,2% особей (табл. 1).

На илистом грунте б. Миносок (рис. 2, ст. 4) выживаемость посеянных годовалых гребешков (сообщество *Mizuhopecten yessoensis* + *Echinocardium cardatum*) была выше, чем спата, опавшего с искусственных рифов – 33,8% и 10,9%

соответственно (табл. 1). Однако размеры годовиков, оказавшихся на дне спатом, были несколько выше ( $38,9 \pm 1,4$  мм и  $33,4 \pm 0,7$  мм соответственно). На мелкопесчаном грунте у м. Низменного выживаемость годовиков также была выше, чем спата (45,2 и 42,2% соответственно) (табл. 1).

Самые лучшие результаты расселения годовалых особей были получены на песчаных грунтах у о. Фуругельма (рис. 2, ст. 12). После посева в апреле 1979 г. на дно б. Западная 568 тыс. особей, к 1996 г. уцелело ~ 200 тыс. экз. (выживаемость за 16 лет ~ 35,2%). Хорошие результаты выживаемости гребешков в зал. Посъета были получены и на крупно-песчаных грунтах, где с берега на глубину 10-15 м опускаются скалы, препятствующие выбросу гребешков на берег (рис. 2, ст. 4; ст. 13 и ст. 14). Во время штормов моллюсков приносит к этим скалам, но, несмотря на наличие рифелей, гребешки выживают и после улучшения погоды опять возвращаются на песчаное дно. На других участках зал. Посъета, не имеющих «скальной защиты», посаженных на дно гребешков либо выбрасывает на берег (рис. 2, ст. 1; 2; 11), либо зарывает в грунт (рис. 2, ст. 5; 6; 9; 10). Донные плантации в б. Рейд Паллада (рис. 2, ст. 5; 7 и 8) оказались на пути кормовой миграции взрослых особей камчатского краба и его самцы, несмотря на повышение температуры до 14 °С, встречались на плантациях гребешков до конца июня.

**Таблица 1.** Выживаемость, % и размер раковин молоди гребешков, мм, посеянных на разные типы грунта.

**Table 1.** Survival, % and size shells of young scallop, mm, sowing on the different bottom.

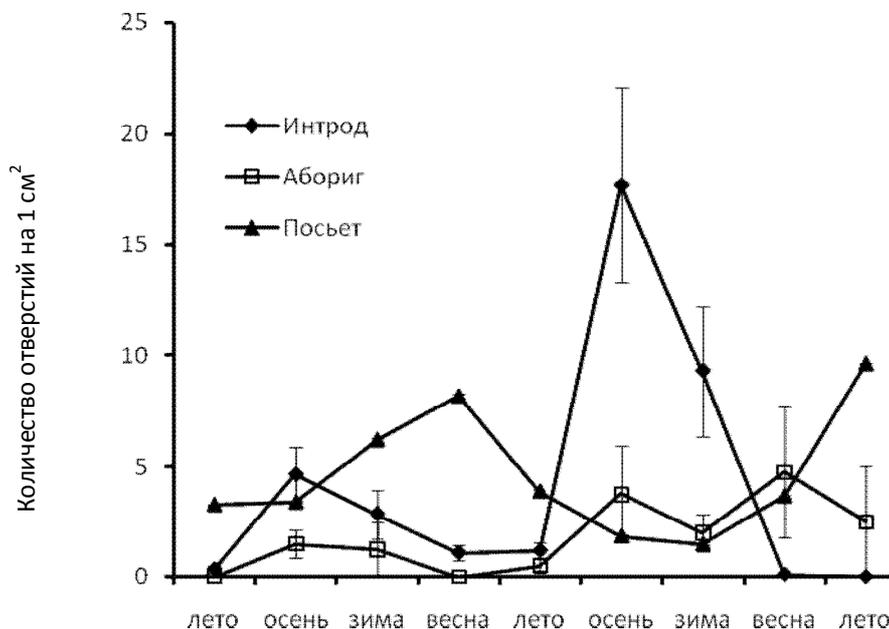
Возраст попадания на дно	Выживаемость, %	Высота раковины, мм	Тип грунта	Район отсадки	Время наблюдений
Спат*	42,2	$64,7 \pm 2,5$	Илисто-песчан.	М. Мраморный	Осень, 1979
Годовик	34,3	$59,2 \pm 0,6$	Гравийно-песчан.	М. Дегера	Осень, 1978
Спат	49,7	$42,9 \pm 8,2$	Илисто-песчан.	Б. Клыккова	Лето, 1987
Спат	42,2	$51,8 \pm 0,1$	Песчаный	М. Низменный	Лето, 1980
Годовик	45,2	$50,9 \pm 0,1$	Песчаный	М. Низменный	Лето, 1980
Спат*	10,9	$38,9 \pm 1,4$	Ил	Б. Миноносок	Лето, 1978
Годовик	33,8	$33,4 \pm 0,7$	Ил	Б. Миноносок	Лето, 1978
Годовик	30,1	$59,3 \pm 1,8$	Ил	Б. Пемзвая	Осень, 1978

**Примечание:** \* Спат опал с искусственных рифов (донных коллекторов).

**Note:** \* Spat fell down from artificial reefs (bottom collectors).

Полидора *Polydora brevivalpa* и баянус *Hesperibalanus hesperius* имеют пелагическую стадию. Однако гребешки, находящиеся в коллекторах и садках, слабо заселяются этими животными. Поэтому годовалые особи в садках не содержат этих обрастателей, а гребешки, попавшие на дно спатом, к годовалому возрасту успевают обрасти этими животными. На дне у о. Рейнеке молодь гребешка подверглась интенсивному заселению полидорой и баянусом. Общая численность отверстий полидоры у трехлетних гребешков достигала 567 на раковину или 911 на  $\text{дм}^2$ , а обилие баянусов достигало 976 на раковину или 1 361 на  $\text{дм}^2$ . Взаимосвязь между распределением баянусов у привезенных и аборигенных моллюсков 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 привезенных и аборигенных моллюсков отрицательна:  $R = -0,13$ ;  $p = 0,765$  и различие между средними недостоверно:  $t = 1,49$ ,  $p = 0,160$ . Распределение этих обрастателей на раковине гребешков у о. Рейнеке и полидоры в зал. Посъета имеет агрегатный характер ( $J_w > 1$ ).

Несмотря на благоприятные условия на дне у о. Рейнеке (низкое обилие хищников и слабое заиление), спат приморского гребешка тяжело перенес длительную перевозку. Из 500 тыс. посеянных особей живыми оказались 94 экз., причем их верхние раковины оказались сильнее поражены эндолитической полихетой *P. brevipalpa* и заселены баяннусом *H. hesperius*, чем аборигенные моллюски (рис. 4, 5).

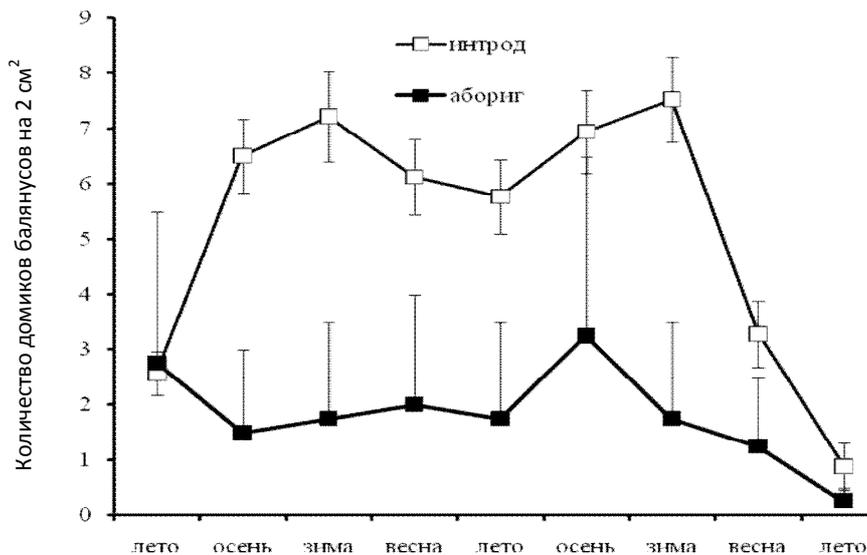


**Рис. 4.** Динамика заселения полидорой раковин приморского гребешка у о. Рейнеке (интродуцированные и аборигенные особи) и в зал. Посыета

**Fig. 4.** Dinamic of fouling polydora on shells of the Japanese scallop at Reineke Island (introduction and aboriginal specimens) and in Posyet Bay.

Все перевезенные к о. Рейнеке моллюски в большей или меньшей степени оказались покрытыми баяннусами, а сверлящие полихеты заселили 98,9% гребешков. Однако моллюски, посеянные годовиками в зал. Посыета, оказались менее заселенными полихетой, чем у о. Рейнеке (среднее количество отверстий  $174,4 \pm 29,9$  и  $245,0 \pm 34,9$  соответственно). Хотя из-за более длинных ходов в раковине в зал. Посыета площадь покрытия полихетой оказалась больше ( $20,2 \pm 3,7\%$  и  $15,0 \pm 1,5\%$  соответственно).

Общая степень инвазии полихетой в значительной степени зависит от количества отверстий, просверленных в раковине практически сразу после попадания гребешков на дно. Между количеством отверстий полихеты на ювенильной раковине и ее общим покрытием взаимосвязь достоверная ( $R = 0,445$ ,  $p = 0,000$ ). Количество этих отверстий зависит от размера гребешков, оказавшихся на дне, иными словами, личинки полихет активно ищут большую площадь для обитания. По-видимому, на оседание циприсов баяннусов положительно влияет наличие укрытий – отверстий от полихет. Между количеством отверстий на ювенильной раковине и обилием домиков баяннусов наблюдается достоверная положительная взаимосвязь (табл. 2). На общее покрытие баяннусом (%) также положительно и достоверно влияет общее заселение полихетой (табл. 3). Первоначальное заселение гребешков баяннусом привлекает позже оседающих циприсов между количеством баяннусов на первых 2 см<sup>2</sup> и общим покрытием раковины баяннусом ( $R = 0,641$ ,  $p = 0,000$ ).



**Рис. 5.** Динамика заселения баянусом раковин приморского гребешка у о. Рейнеке (интродуцированные и аборигенные особи).

**Fig. 5.** Dynamic of fouling balanus on shells of the Japanese scallop at Reineke Island (introduction and aboriginal specimens).

Присутствие обрастателей на раковине гребешков у о. Рейнеке отрицательно сказалось на их приростах. В первый и второй год полихеты негативно влияли на темп роста моллюсков, а на третий – достоверно положительно. Однако отрицательное влияние полихеты в первый и второй годы сгладило положительную взаимосвязь третьего прироста с обилием полихеты. Между конечным размером трехлеток и общим покрытием полихеты взаимосвязь отрицательная ( $p = 0,057$ ). Влияние баянусов на приросты гребешков, как правило, отрицательно (табл. 2). На вес мускула гребешка полихеты оказали отрицательное воздействие  $R = -0,177$ ,  $p = 0,627$ ; а баянусы – положительное  $R = 0,297$ ,  $p = 0,405$ .

Многомерный анализ факторов, влияющий на темпы роста гребешка у о. Рейнеке, позволил установить, что к размеру трехлетних особей наиболее приближен максимальный диаметр домиков баянусов и общий процент покрытия баянусом. В то же время последний прирост раковины максимально приближен к общему покрытию полихетами (рис. 6).

Это же подтверждает и двухфакторный дисперсионный анализ (табл. 4). В течение второго осенне-зимнего периода гребешки сильнее заселились полихетами, чем баянусами (рис. 4, 5), и те сильнее воздействовали на рост перезимовавшего гребешка, чем баянусы (рис. 7, 8).

**Таблица 2.** Матрица коэффициентов корреляции Спирмена между показателями роста гребешка, интенсивностью обрастания раковины баянусом и сверлящей полихетой у о. Рейнеке. Сокращения: Отс – «кольцо отсадки» на раковине, мм; Год – размер годовалого гребешка, мм; Два – размер двухгодичного гребешка, мм; Три – размер трехлетнего гребешка, мм; Пол – общее покрытие раковины полихетой, %; Бал – общее покрытие раковины баянусом, %; Отв – количество отверстий полидоры на ювенильной раковине; БЮ – диаметр домиков баянусов на ювенильной раковине, мм; Пр1 – первый годовой прирост гребешка, мм; Пр2 – второй годовой прирост гребешка, мм; Пр3 – третий прирост гребешка, мм; Толщ – толщина раковины гребешка, мм.

**Table 2.** Matrix of coefficient correlation of Spirman's between indices growth of the scallop, intensification fouling shell of the scallop balanus and boring polychaetes at Reineke Island. Abbreviation: Отс – «ring sowing» on the shell, mm; Год – size of the one-year scallops, mm; Два – size of the two-year scallops, mm; Три – size of the three-year scallops, mm; Пол – common covering polychaetes of the scallops, %; Бал – common covering balanus of the scallops, %; Отв – quantity of perforation polychaetes on the young shells; БЮ – diameter house of balanus on the young shells, mm; Пр1 – the first annual increase of the scallops, mm; Пр2 – the second annual increase of the scallops, mm; Пр3 – the three annual increase of the scallops, mm; Толщ – the thickness shell of the scallops, mm.

	Отс	Год	Два	Три	Пол	Бал	Отв	БЮ	Пр1	Пр2
Год	<b>0,35</b>									
Два	<b>0,31</b>	<b>0,62</b>								
Три	<b>0,35</b>	<b>0,58</b>	<b>0,89</b>							
Пол	0,01	-0,02	<b>-0,31</b>	-0,20						
Бал	-0,01	0,18	0,04	-0,10	0,21					
Отв	<b>0,22</b>	<b>0,26</b>	0,09	0,11	<b>0,45</b>	<b>0,40</b>				
БЮ	0,09	0,12	0,15	0,03	0,19	<b>0,54</b>	0,14			
Пр1	-0,05	<b>0,89</b>	<b>0,51</b>	<b>0,48</b>	-0,03	0,19	0,20	0,09		
Пр2	0,02	-0,1	<b>0,67</b>	<b>0,55</b>	<b>-0,43</b>	-0,15	-0,17	0,05	-0,13	
Пр3	-0,09	<b>-0,42</b>	<b>-0,68</b>	<b>-0,32</b>	<b>0,39</b>	-0,15	-0,02	-0,20	-0,36	<b>-0,52</b>
Тол	-0,03	-0,03	<b>-0,24</b>	<b>-0,24</b>	<b>0,29</b>	<b>0,27</b>	0,13	0,05	0,05	<b>-0,35</b>

**Таблица 3.** Двухфакторный дисперсионный анализ взаимосвязи общего покрытия баянусом (%) с максимальным диаметром подошвы у баянусов (мм) на ювенильной раковине гребешка и общим покрытием полихет (%).

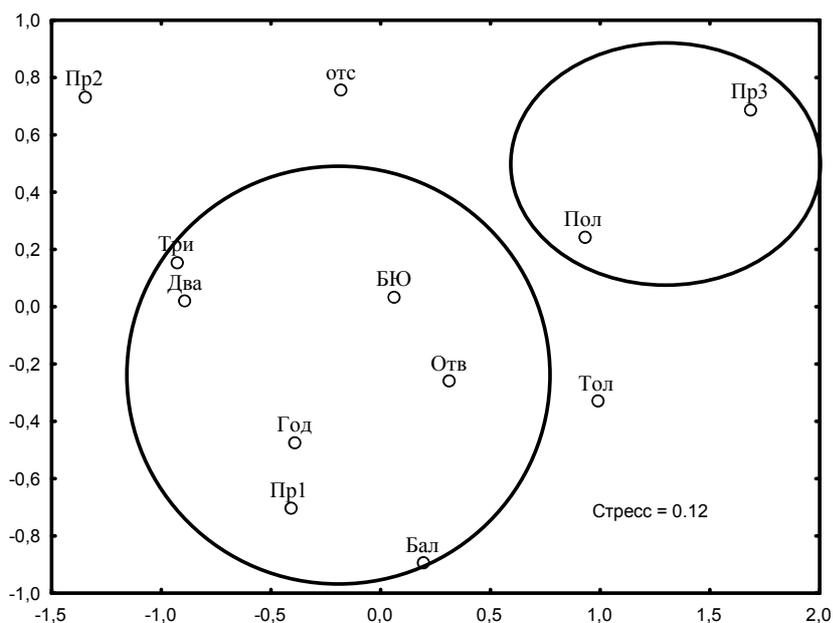
**Table 3.** Two-way ANOVA of interrelation between total covering of the balanus (%) and maximum diameter bottom of the balanus on young shell of the scallop and total covering of the polychaeta (%).

	Степень свободы	Средние квадраты	Критерий Фишера	Уровень вероятности
Покрытие полихетой, %	1	0,129	1,402	0,240
Домики баянусов	1	<b>3,199</b>	<b>34,699</b>	<b>0,000</b>
Полихета & домики	1	<b>0,444</b>	<b>4,815</b>	<b>0,031</b>
Ошибка	84	0,092		

**Таблица 4.** Двухфакторный дисперсионный анализ взаимосвязи последнего весенне-летнего прироста раковины гребешка с площадью покрытия раковины гребешка баянусами (%) и полихетами (%).

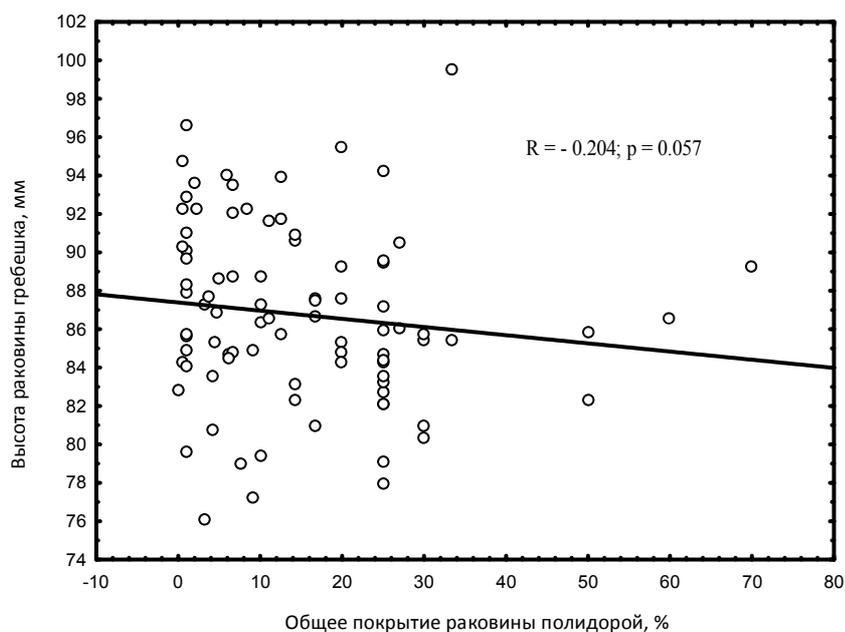
**Table 4.** Two-way ANOVA of interrelation between of the last spring-summer increase shell of scallops with square covering shell of scallops of the balanus (%) and of the polychaeta (%).

	Степень свободы	Средние квадраты	Критерий Фишера	Уровень вероятности
Покрытие баянусом, %	1	<b>0,015</b>	<b>4,87</b>	<b>0,03</b>
Покрытие полихетой, %	1	<b>0,070</b>	<b>22,63</b>	<b>0,00</b>
Баянус & полихета	1	0,001	0,15	0,70
Ошибка	84	0,003		



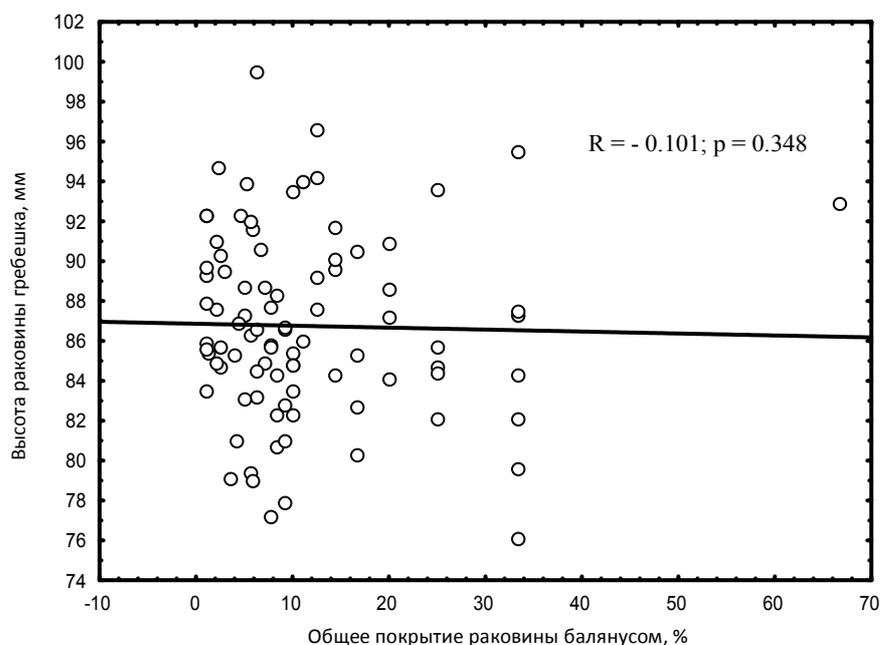
**Рис. 6.** Многомерный анализ факторов, влияющих на темпы роста приморского гребешка у о. Рейнеке. Сокращения – как в табл. 2.

**Fig. 6.** MDS factors, influencing on the rate growth of the Japanese scallop at Reineke Island. Abbreviation – like as in table 2.



**Рис. 7.** Взаимосвязь между обилием сверлящей полихеты на раковине и высотой раковины трехлетнего гребешка у о. Рейнеке.

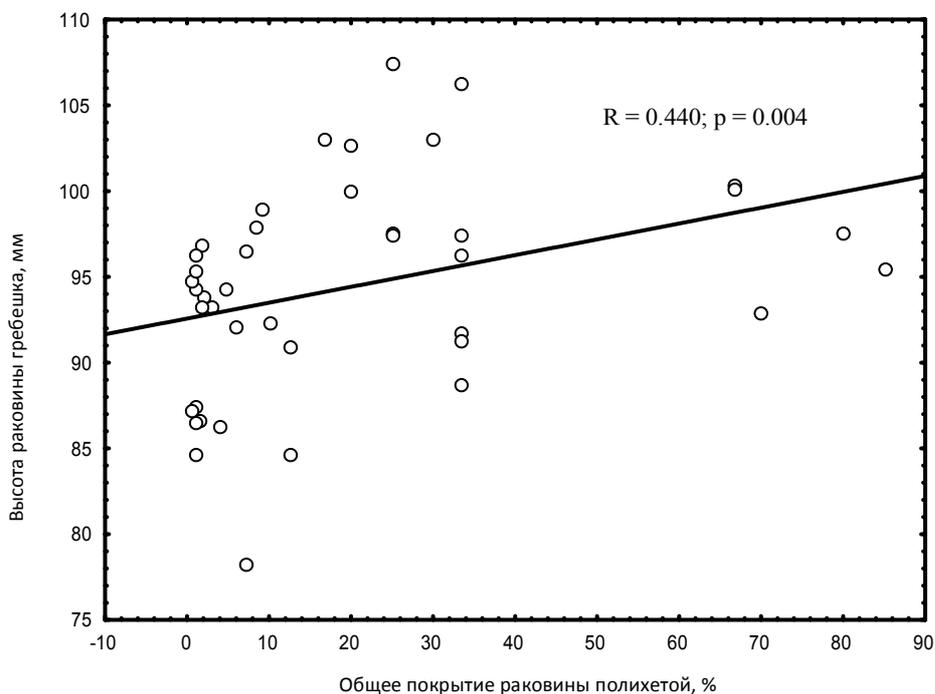
**Fig. 7.** Interrelation between of abundance boring polychaete on shells and dimension shell of 3 years scallops at Reineke Island.



**Рис. 8.** Взаимосвязь между обилием баянусов на раковине и высотой раковины трехлетнего гребешка у о. Рейнеке.

**Fig. 8.** Interrelation between of abundance balanus on shells and dimension shell of 3 years scallops at Reineke Island.

В зал. Посьета, даже несмотря на одиночные домики баянусов, их присутствие отрицательно сказывается на приростах гребешка и конечном размере раковины, а полихеты, как правило, положительно (рис. 9; табл. 5).



**Рис. 9.** Взаимосвязь между общим покрытием раковины сверлящей полихетой и высотой раковины приморского гребешка в зал. Посьета.

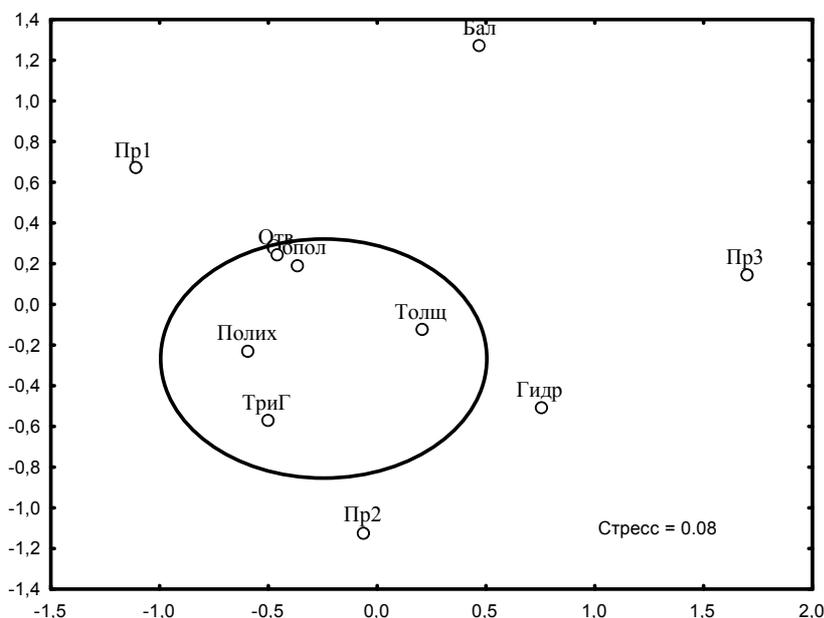
**Fig. 9.** Interrelation between total covering of boring polychaete on the shell and dimension shell of 3 years scallops in Posyet Bay.

**Таблица 5.** Матрица коэффициентов корреляции Спирмена между показателями роста гребешка, интенсивностью обрастания раковины гребешка баянусом и сверлящей полихетой в зал. Посыета. Сокращения: ТриГ – высота раковины трехгодовалого гребешка, мм; Полих – общее покрытие раковины полихетой, %; Бал – общая численность баянусов на раковине, %; Отв – количество отверстий полидоры на ювенильной раковине гребешка; Толщ – толщина раковины гребешка, мм; Обпол – суммарная численность отверстий на раковине; Пр1 – прирост раковины за первый год жизни, мм; Пр2 – прирост раковины за второй год жизни, мм; Пр3 – прирост раковины за второй год жизни, мм; Гидр – количество полихеты *Hydroides elegans* на раковине.

**Table 5.** Matrix of coefficient correlation of Spirman's between indices growth of scallop, intension fouling balanus and boring polychaetes shell of the scallop in Posyet Bay. Abbreviation: ТриГ – height shell of the three-year scallops, mm; Полих – common covering polychaetes of the scallops, %; Бал – common abundance balanus of the scallops, %; Отв – quantity of perforation polychaetes on young shell of the scallops; Толщ – the thickness shell of the scallops, mm; Обпол – the summary quantity of perforation polychaetes on the shells; Пр1 – the first annual increase of the scallops, mm; Пр2 – the second annual increase of the scallops, mm; Пр3 – the three annual increase of the scallops, mm; Гидр – quantity polychaetes *Hydroides elegans* on the shell.

	ТриГ	Полих	Бал	Отв	Толщ	Обпол	Пр1	Пр2	Пр3
Полих	<b>0,44</b>								
Бал	-0,06	0,02							
Отв	<b>0,47</b>	<b>0,58</b>	0,06						
Толщ	<b>0,32</b>	<b>0,62</b>	-0,02	<b>0,57</b>					
Обпол	<b>0,37</b>	<b>0,67</b>	-0,02	<b>0,72</b>	<b>0,52</b>				
Пр1	0,28	0,17	0,06	0,17	-0,02	0,17			
Пр2	<b>0,69</b>	<b>0,31</b>	-0,16	<b>0,33</b>	0,19	0,19	-0,05		
Пр3	-0,13	-0,25	0,01	-0,31	-0,02	-0,22	-0,37	<b>-0,45</b>	
Гидр	0,26	0,16	0,05	0,1	<b>0,37</b>	0,03	0,04	-0,03	0,21

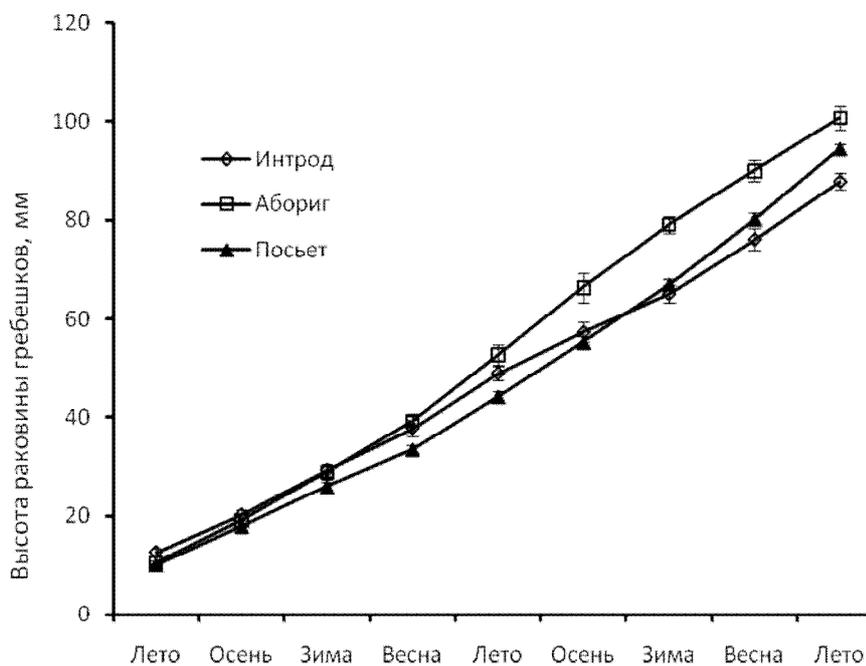
Это наглядно показывает многомерное масштабирование. К величине конечного размера раковины гребешка приближены: толщина раковины, процент покрытия раковины полидорой, количество отверстий на ювенильной раковине и общее количество отверстий (рис. 10).



**Рис. 10.** Многомерное масштабирование факторов, влияющих на темп роста приморского гребешка в зал. Посыета. Сокращения: как в таблице 5.

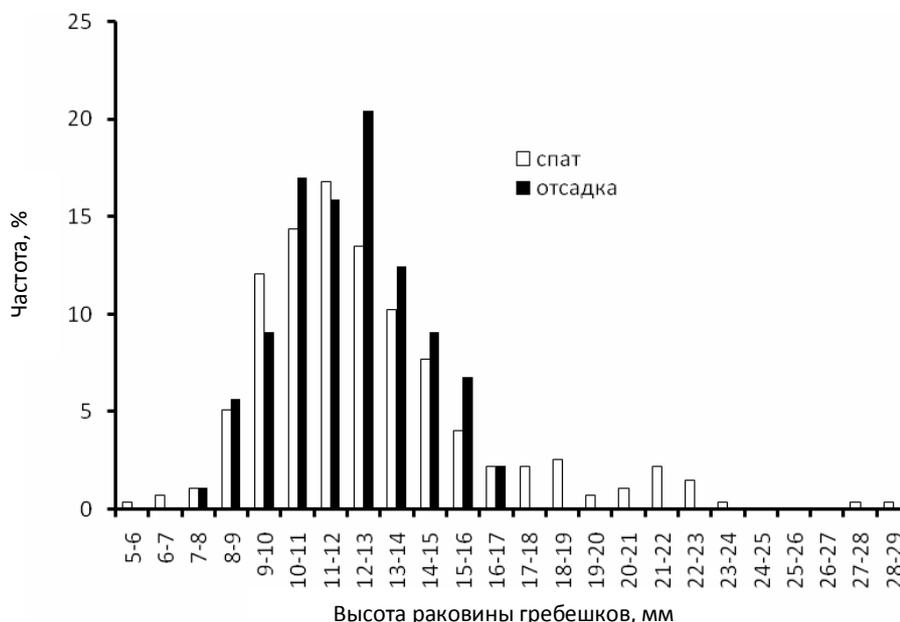
**Fig. 10.** MDS factors, influencing on rate growth of the Japanese scallop in Posyet Bay. Abbreviation: what in table 5.

В результате, несмотря на большие размеры спата, обросшие сильнее интродуценты проиграли аборигенам у о. Рейнеке в темпах роста (рис. 11). По-видимому, плотность обрастателей в зал. Посъета оказалась более оптимальной, поскольку гребешки, посаженные на дно в годовалом возрасте, на втором году жизни обогнали в росте перевезенных к о. Рейнеке спатом (рис. 11).



**Рис. 11.** Групповой линейный рост интродуцированных и аборигенных гребешков на дне у о. Рейнеке и выращиваемых на дне в зал. Посъета.

**Fig. 11.** Group linear growth of introduction and of native scallops on the bottom at Reineke Island and of cultivation on the bottom in Posyet Bay.



**Рис. 12.** Размерно-частотное распределение сеголетков гребешка перед посадкой на дно и «кольцо отсадки» у выживших гребешков.

**Fig. 12.** Measuring-frequency distribution spat of the scallop before sowing to the bottom and «ring sowing» at survived of the scallops.

Сопоставление размеров «кольца отсадки» у выживших у о. Рейнеке гребешков и размеров спата перед посевом показало, что различие между этими выборками почти достоверно:  $t = 1,75$ ,  $p = 0,082$ . Это говорит о том, что выжил не самый мелкий и самый крупный спат, а тот, который перед попаданием на дно достигал 7-17 мм (рис. 12).

#### ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе культивирования ценных пищевых объектов – двустворчатых моллюсков было обнаружено, что нахождение их в толще воды стимулирует заселение раковин многими видами обрастателей, которые у моллюсков в естественной среде не встречаются (Силина, Овсянникова, 2000; Vaba et al., 2007). Особенно сильно обрастают плантации и культивируемые моллюски на мелководье (Де-Палма, 1978; Габаев, 1981; Резниченко, 1983).

Оседание личинок ускоряется наличием 2-3-х дневной бактериально – водорослевой пленки (Киселева, 1967а, 1967б; Раилкин, 1998; Satuito et al., 1997; Dobretsov, 2008; Qian, Dahms, 2008), в то время как старая бактериально-водорослевая пленка отпугивает эпибионтов (Раилкин, 1998; Добрецов, 2005; Dobretsov et al., 2006, 2007; Khandeparker et al., 2003; Maki et al., 1988). Первые осевшие животные сами привлекают или облегчают оседание животных своего вида (Berntsson et al., 2004; Kirby, Clare, 2006; Munroe, Noda, 2009). Это часто приводит к агрегатному заселению субстрата (Keen, Neill, 1980; Kirby, Clare, 2006; Рудякова, 1981; Berntsson et al., 2004), и ухудшение условий обитания может привести к гибели первопоселенцев, например, баянусов под шубой тихоокеанской мидии (Горин, 1980; Габаев и др., 2005). Эпи- и эндобионты моллюсков оказывают огромное влияние на выживаемость, темп роста, репродукцию и коммерческую ценность самих хозяев (Овсянникова и др., 1983; Силина, Овсянникова, 2000; Силина, Жукова, 2008, 2009; Arakawa, 1980; Bishop, Peterson, 2006; Blake, Evans, 1973; Silina, 2006). Массовое заселение раковины ювенильного приморского гребешка гидроидом в зал. Функа (Хоккайдо) в 2003 г. вызвало массовую смертность моллюсков (Vaba et al., 2007), а в Норвегии гидроид (*Obelia*) повредил мягкие ткани гребешков, после чего заселение раковин полихетой (*Polydora* sp.) вызвало массовую смертность моллюсков (Mortensen et al., 2000). Повреждающая створки полихета *Polydora websteri* ответственна за гибель 84% приморских гребешков, а многочисленный плоский червь *Pseudostylochus ostreophagus* приводил к высокой смертности (до 100%) сантиметровых гребешков (Bower, Meyer, 1993). Кроме прямого воздействия полидоры на выживаемость гребешков, она может быть косвенной причиной гибели моллюсков. Так, инфицированные полидорой раковины литторин (*Littorina littorea*) сильнее страдают от хищничества крабов, чем неинфицированные (Eschweiler et al., 2009). Обрастатели часто имеют сходный тип питания с хозяином, поэтому их присутствие влияет на его темп роста. Если на устрице сидят три мидии, то ее рост уменьшается на 20%, а если семь – то на 40% по сравнению с не обросшими устрицами (Arakawa, 1980). По нашим неопубликованным материалам, у гребешков, растущих до трехлетнего возраста в садках б. Миносок зал. Посьета, в случае заселения устрицей высота раковины составляет 81,5% от высоты гребешков, оказавшихся без устрицы ( $92,6 \pm 0,9$  и  $75,5 \pm 1,4$  мм соответственно). Общие потери прибыли только от полихеты (*Hydroides elegans*) у устрицеводов зал. Хиросима в 1969-1970 гг. составили \$12-15 млн. (Arakawa, 1980).

Негативное влияние эпидиоза на суда, гидротехнические сооружения и объекты марикультуры вызвало необходимость разработать технологию борьбы с нежелательными вселенцами (Arakawa, 1980; Dobretsov et al., 2006; Dobretsov et al., 2007; Cho et al., 2001; Khandeparker et al., 2003; Murthy et al., 2008). Меры борьбы с обрастателями культивируемых моллюсков заключаются в отказе от посева на дно, где они интенсивно заселяются полидорой (Murad, Mohammad, 1976), а также в заглублении плантаций (Claereboudt et al., 1994). Балянусы и полихеты имеют различное обилие на раковинах, посеянных на разные участки дна (Овсянникова, Левин, 1982; Mori et al., 1985; Sato-Okoshi et al., 1990; Silina, 2006). Численность балянусов увеличивается с приближением к городу, имеющему огромное количество искусственных субстратов с родительскими особями (Габаев, Шарманкин, 2009). Личинки полидоры интенсивно заселяют гребешков на илистых грунтах (Курочкин и др., 1986; Silina, 2006). Поэтому эти грунты следует избегать при выборе участков для посадки молоди.

Эффективным способом уменьшения обилия полидоры на раковине гребешков служит выбор времени посева моллюсков. Если полидора активно заселяет раковины гребешка осенью, то его отсадку на дно переносят на весну (Sato-Okoshi et al., 1990). Как *H. hesperius*, так и полихеты – спиониды демонстрируют пик оседания личинок осенью (Корн, 1994; Овсянникова, 1982; Омеляненко, Куликова, 2000). Поэтому попавший на дно спат обрастает сильнее годовиков, подрастающих в садках. Этому способствует и то, что в садках на моллюсках не встречается эндобионт – полидора и раковины слабо заселяются балянусами. Старая бактериально-водорослевая пленка на годовиках после посева их на дно отпугивает личинок обрастателей.

Осевшие осенью на раковину обрастатели к весне становятся половозрелыми (Овсянникова, 1982; Sato-Okoshi et al., 1990) и увеличивают пул личинок. Эти личинки часто удерживаются недалеко от родителей (Камшилов, 1958; Ржепишевский, 1958; Милейковский, 1960) и образуют агрегированные поселения, поскольку личинок привлекают уже осевшие особи (Киселева, 1967а, 1967б; Crisp, 1955; Verntsson et al., 2004; Munroe, Noda, 2009).

Более сильное заселение обрастателями перевезенных особей по сравнению с аборигенами позволяет сделать вывод о том, что после перевозки и попадания на дно гребешки испытывают стресс. Во время надводных операций гребешки заболевают (Syasina, 2007), а перевозки по воздуху их состояние усугубляют (Minchin et al., 2000). Особенно чувствительны к перевозкам мелкие особи (Silina, 1994). Как мы уже отмечали, даже через час после кратковременной перевозки и посева гребешков у о. Фуругельма они не реагировали на прикосновения. В это время они легко заселяются личинками обрастателей, поскольку не могут им противостоять. Базибионт защищается от обрастателей физическими, механическими и химическими методами, но когда он стареет или ослаблен, то обрастает сильнее (Wahl, 1989). Слабеет гребешок как в результате ухудшения экологической обстановки в море (Огородникова, 2001), так и в результате надводных операций. Поэтому, большее обрастание раковин перевезенного гребешка объясняется не только увеличивающимся заилением заливов, облегчающим строительство домиков у полихет (Курочкин и др., 1986; Радашевский, 1986), и улучшающим их кормовой потенциал (Силина, 2003), но и ухудшением физиологического состояния моллюсков, вызванного перевозкой (Minchin et al., 2000; Syasina, 2007). Вследствие того, что обрастание – это двуединый процесс, зависящий как от экологической обстановки, так и от

физиологического состояния моллюсков, то положительное изменение одного фактора не решит проблему обрастания. Для его уменьшения нужно оптимизировать оба фактора, т.е. укорачивать время нахождения гребешков на воздухе. Учитывая, что годовалые особи лучше переносят транспортировку, чем спат, то на дальние расстояния лучше перевозить годовалых особей. Весной ниже численность личинок обрастателей и старая бактериально-водорослевая пленка на раковине гребешков будет успешно их отпугивать. В результате это повысит темп роста и выживаемость моллюсков по сравнению с посеянным спатом. Обрастатели на раковине, по-видимому, играют весомую роль в выживаемости моллюсков, поскольку самый крупный спат, сильнее обрастающий (Наумов, 2006; Guenther et al., 2006), не встретился среди особей, достигших у о. Рейнеке половозрелого возраста (рис. 12). Хозяйства марикультуры в зал. Посъета могут поделиться посадочным материалом только в урожайные годы. После неурожайных 1980 и 1990 гг. не было посадочного материала (Лебедев и др., 2004). Поэтому, несмотря на возрастание жизнестойкости популяции от повышения генетической гетерозиготности (Garten, 1976), основную продукцию лучше получать от автохтонного материала. В прошлом веке в Амурском заливе оседало сходное с б. Миносок зал. Посъета количество личинок гребешка (табл. 6). Если же Амурский залив сильнее пострадал от браконьеров, чем зал. Посъета, то низкая численность личинок гребешка даже облегчит внедрение беспересадочного метода выращивания (Габаев, 1985, 1989). В случае его внедрения, шанс на достижение жизнестойкого возраста получит не только культивируемый вид, но и другие ценные животные, расселяющиеся пелагической личинкой. Обработка литературных источников позволяет сделать вывод, что наличие крупной реки и разбавленный сток города положительно влияют на темп роста приморского гребешка. Высокие показатели линейного роста наблюдаются у о. Фуругельма (Силина, Позднякова, 1986) – куда проникают воды р. Туманной, в бух. Новик и у о. Рейнеке (Бирюлина, Родионов, 1972; Брегман и др., 1998) – куда поступают воды г. Владивостока и р. Раздольной. Наши наблюдения подтверждают высокий темп роста аборигенных моллюсков у о. Рейнеке. Следовательно, пригородная акватория, приближенная к потребителям, предпочтительна для разведения промысловых двусторчатых моллюсков.

Достоверная положительная взаимосвязь между обилием полидоры и третьим приростом гребешков у о. Рейнеке (табл. 2), а также между плотностью полидоры, вторым приростом и общим размером раковины гребешков в зал. Посъета (табл. 5) говорят о том, что между этими животными, в случае умеренной численности сверлильщика, существует симбиотическая связь. Возможно, она возникает из-за того, что полихета, селективно потребляя фитопланктон, увеличивает концентрацию тех микроводорослей, которые служат пищей моллюскам. Известно, что гребешки плохо усваивают диатомовую водоросль *Skeletonema costatum* (Robert, Trintingnac, 1997), а их обрастатели – хорошо (Qiu, Qian, 1997). Поэтому, вследствие обитания с эндолитической полихетой, у моллюсков уменьшается выход балластных веществ в виде фекалий и псевдофекалий (Makoto, 1981). Таким образом, умеренная численность полихеты на раковинах в пригороде г. Владивостока после посева на дно годовалых особей не станет существенным препятствием для разведения ценного моллюска. Еще более высокая выживаемость и темпы роста будут у тех гребешков, которые открепятся с искусственных рифов, выставленных на участках с благоприятными биоценозами (Габаев, 1986, 2010). Как мы уже отмечали, их личинки встречаются во многих

участках залива (табл. 6). На рифах личинки гребешка достигнут жизнестойкого возраста и самостоятельно открепятся на дно.

**Таблица 6.** Результаты многолетнего оседания личинок приморского гребешка, тихоокеанской мидии и амурской морской звезды на коллектор-садки (над чертой) и сетные коллекторы (под чертой) в зал. Петра Великого.

**Table 6.** Results of long-term settlement larvae the Japanese scallops, the Pacific mussels and the Amur seastar on the collector-cages (over line) and net collectors (under line) in Peter the Great Bay.

	№ ст. *	1981	1982	1983	1984	1985	1986
Численность приморского гребешка, экз./м <sup>2</sup>	I	<u>1182,0</u>	<u>357,0</u>	<u>3447,0</u>	<u>428,7</u>	<u>109,0</u>	<u>541,2</u>
		256,6	159,7	829,0	192,7	30,5	443,4
	II	<u>1988,0</u>	<u>244,4</u>	<u>151,5</u>	<u>394,0</u>	<u>112,4</u>	<u>424,4</u>
		1389,0	189,5	--	118,0	--	--
	III	<u>1336,0</u>	<u>360,0</u>	--	<u>71,1</u>	<u>64,0</u>	--
		744,4	104,9	--	--	--	--
Численность тихоокеанской мидии, экз./м <sup>2</sup>	I	<u>908,0</u>	<u>949,0</u>	<u>1479,0</u>	<u>1037,0</u>	<u>97,0</u>	<u>192,0</u>
		172,0	73,0	143,0	1481,0	11,0	739,0
	II	<u>1302,0</u>	<u>6256,0</u>	<u>5225,0</u>	<u>1657,0</u>	<u>210,0</u>	<u>415,0</u>
		283,0	17485,0	1261,0	276,0	--	--
	III	<u>1062,0</u>	<u>3600,0</u>	--	<u>1014,0</u>	<u>320,0</u>	--
		448,0	108000,0	--	--	--	--
Численность амурской звезды, экз./м <sup>2</sup>	I	<u>1,4</u>	<u>0,0</u>	<u>4,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>	<u>0,3</u>
		0,1	0,0	2,0	0,0	0,0	0,2
	II	<u>0,1</u>	<u>0,8</u>	<u>5,8</u>	<u>0,1</u>	<u>0,0</u>	<u>0,0</u>
		0,0	1,0	--	0,0	--	--
	III	<u>8,5</u>	<u>2,5</u>	--	<u>3,2</u>	<u>0,0</u>	--
		4,2	1,4	--	--	--	--

\***Примечание:** I – Зал. Посыета (рис. 1, ст. 1), II – Зал. Славянский (рис. 1, ст. 3), III – б. Алексева о. Попова (рис. 1, ст. 4).

\***Note:** I – Posyet Bay (pic. 1, st. 1), II – Slavyansky Bay (pic. 1, st. 3), III – Alexeyev Inlet Popov Island (fig. 1, st. 4).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Боровиков В.П.* STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. С-Пб.: Питер, 2003. 688 с.

*Бирюлина М.Г., Родионов Н.А.* Распределение, запасы и возраст гребешка в заливе Петра Великого // Вопросы гидробиологии некоторых районов Тихого океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1972. С. 33-41.

*Брегман Ю.Э., Седова Л.Г., Мануйлов В.А. и др.* Комплексное исследование среды и донной биоты бухты Новик (о. Русский, Японское море) после многолетнего антропогенного пресса // Биология промысловых объектов дальневосточных российских вод и их экосистемные связи. Изв. ТИНРО. 1998. Т. 124. С. 320-343.

*Габаев Д.Д.* Способ разведения морского гребешка и устройство для его осуществления. А.с. №1178371 / Заявлено 26.07.83; Опубл. 15.09.85. Бюл. №34. С. 10.

*Габаев Д.Д.* Выставление искусственных рифов – национальная задача // Вопросы рыболовства. 2010. Т. 11. №1(41). С. 15-37.

*Габаев Д.Д.* Результаты испытаний беспересадочного метода культивирования приморского гребешка // Научно-технические проблемы марикультуры в стране. Тез. докл. Владивосток: ТИНРО, 1989. С. 78-79.

*Габаев Д.Д., Григорьев В.Н.* Использование искусственных рифов для пополнения естественных запасов приморского гребешка и мидии Грея // IV Всесоюзное совещание по научно-техническим проблемам марикультуры. Тез. докл. Владивосток: ТИНРО, 1983. С. 147-148.

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.

Габаев Д.Д., Шарманкин В.А. Результаты посадки молоди приморского гребешка на дно в заливе Петра Великого // Рыбное хозяйство. 2009. №5. С. 35-36.

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.

Григорьева Н.И., Регулев В.Н., Золотова Л.А., Регулева Т.А. Культивирование моллюсков в западной части залива Посъет (залив Петра Великого, Японское море) // Рыбное хозяйство. 2005. №6. С. 63-66.

Де-Палма Д.Р. Прогнозирование скорости обрастаний в прибрежных водах. Закономерности распределения и экология прибрежных биоценозов. Л.: Наука, 1978. С. 7.

Добрецов С.В. Подавление оседания личинок обрастателей водорастворимыми веществами морских эписимбиотических бактерий // Биология моря. 2005. Т. 31. №6. С. 429-434.

Камшилов М.М. Материалы по биологии личинок усоногих ракообразных Восточного Мурмана // Тр. МБС. 1958. Т. 4. С. 56-57.

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.

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.

Корн О.М. Многолетние изменения видового состава и численности личинок усоногих раков в бухте Алексеева острова Попова Японского моря // Биология моря. 1994. Т. 20. №2. С. 100-106.

Куручкин Ю.В., Цимбалюк Е.М., Рыбаков А.В. Паразиты и болезни // Приморский гребешок. Институт биологии моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. С. 174-182.

Лебедев Е.Б., Вышковарцев Д.И., Григорьева Н.И. Марикультура в бухте Миноносок. В кн. Дальневосточный морской биосферный заповедник. Исследования. Т. I. Владивосток: Дальнаука. 2004. С.795-803.

Милейковский С.А. Взаимоотношения между пелагическими личинками *Nephtys ciliata* (O.F. Müller), *Macoma baltica* L. и *Mya arenaria* L. Белого моря // Зоологический журнал. 1960. Т. 38. №12. С. 1889-1891.

Наумов А.Д. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа. С-Пб., 2006. 367 с.

Овсянникова И.И. Размножение усоногого рака *Solidobalanus hesperius* в заливе Посъета // Биология шельфовых зон Мирового океана: Тез. докл. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. Ч. 3. С. 80-81.

Овсянникова И.И., Левин В.С. Динамика роста балануса *Solidobalanus hesperius* на створках приморского гребешка в условиях донного выращивания // Биология моря. 1982. №4. С. 44-51.

Овсянникова И.И., Орлова Т.Ю., Вышковарцев Д.И. Пищевые конкурентные взаимоотношения приморского гребешка и усоногих раков, поселяющихся на его створках // IV Всесоюзное совещание по научно-техническим проблемам марикультуры. Тез. докл. Владивосток: ТИНРО, 1983. С. 189-190.

Овсянникова И.И., Левенец И.Р. Межгодовая динамика эпибионтов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в восточной части Амурского залива (Японское море) // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. 2004. Вып. 8. С. 61-74.

Огородникова А.А. Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого. Владивосток: ТИНРО-центр, 2001. 193 с.

Омельяненко 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.

Радашевский В.И. Размножение и личиночное развитие полихеты *Polydora ciliata* в заливе Петра Великого Японского моря // Биология моря. 1986. №6. С. 36-43.

Раилкин А.И. Процессы колонизации и защита от биообрастания. С-Пб: Изд-во С.-Петербург. университета, 1998. 272 с.

Резниченко О.Г. Структурно-функциональная характеристика обрастания марикультуры гребешка в бухте Алексева (зал. Петра Великого, Японское море) // IV Всесоюзное совещание по научно-техническим проблемам марикультуры. Тез. докл. Владивосток: ТИНРО, 1983. С. 192-193.

Рудякова Н.А. Обрастание в северо-западной части Тихого океана. М.: Наука, 1981. 68 с.

Ржепишевский И.К. Распределение и динамика численности личинок баланусов в прибрежной зоне Восточного Мурмана // Тр. МБС. 1958. Т. 4. С. 68-78.

Силина А.В., Позднякова Л.А. Рост // Приморский гребешок. Институт биологии моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 144-164.

Силина А.В. Многолетние изменения полихетной биоэрозии раковин гребешка *Mizuhopecten yessoensis* из северо-западной части Японского гребешка // Биология моря. 2003. №6. С. 436-440.

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.

Силина А.В., Овсянникова И.И. Приморский гребешок и его эпибиоз в донной и подвесной культурах в бухте Алексева (Японское море) // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. Владивосток: Дальнаука, 2000. Вып. 4. С. 103-105.

Силина А.В., Жукова Н.В. Трофические взаимоотношения в сообществе морского двустворчатого моллюска и полихеты – сверлильщика // Океанология. 2008. Т. 48. №6. С. 889-894.

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.

Щербань В.А., Милашевич В.Е. Концепция развития марикультуры на Дальнем Востоке: Препринт. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 46 с.

Arakawa K.J. Prevention and removal of fouling on cultured oysters a handbook for growers. Maine Sea Grand Tech. Report. 1980. №56. 38 p.

Baba K., Miyazono A., Matsuyama K., Kohno Sh., Kubota Sh. Occurrence and detrimental effects of the bivalve-inhabiting hydroid *Eutima japonica* on juveniles of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in Funka Bay, Japan: relationship to juvenile massive mortality in 2003 // Mar. Biol. 2007. V. 151. №5. Pp. 1977-1987.

Bower S.M., Meyer G.R. Causes of mortalities among cultured Japanese scallops, *Patinopecten yessoensis*, in British Columbia, Canada. Proceedings of the 9th International

Pectinid Workshop. Nanaimo, B.C., Canada. 1993. V. 1. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1994. Pp. 85-94.

*Berntsson K.M., Jonsson P.R., Larsson A.I., Holdt S.* Rejection of unsuitable substrata as a potential driver of aggregated settlement in the barnacle *Balanus improvisus* // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2004. V. 275. Pp. 199-210.

*Bishop M.J., Peterson Ch.H.* Direct effects of physical stress can be counteracted by indirect benefits: oyster growth on a tidal elevation gradient // Oecologia. 2006. V. 147. Pp. 426-433.

*Blake J.A., Evans J.W.* *Polydora* and related genera as bores in mollusk shells and other calcareous substrates (Polychaeta: Spionidae) // The Veliger. 1973. V. 15. №3. Pp. 235-249.

*Cho J.Y., Kwon E-H., Choi J-S., Hong S-Y., Shin H-W., Hong Y-K.* Antifouling activity of seaweed extracts on the green alga *Enteromorpha prolifera* and the mussel *Mytilus edulis* // J. Applied Phyc. 2001. V. 13. Pp. 117-125.

*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. Pp. 327-342.

*Crisp D.J.* The behavior of barnacle cyprids in relation to water movement over a surface // J. Exp. Biol. 1955. V. 32. №3. Pp. 569-590.

*Dobretsov S., Dahms H-U., Qian P-Y.* Inhibition of biofouling by marine microorganisms and their metabolites // Biofouling. 2006. V. 22. №1. Pp. 43-54.

*Dobretsov S., Xiong H., Xu Y., Levin L. A., Qian P-Y.* Novel antifoulants: inhibition of larval attachment by proteases // Mar. Biotech. 2007. V. 9. Pp. 388-397.

*Dobretsov S.* Inhibition and induction of marine biofouling by biofilms. Springer Series on Biofilms, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008. Pp. 293-313.

*Elliot J.M.* Statistical analysis of samples of benthic invertebrates // Freshwater Biol. Ass. Sci. Publ. 1971. №25. 144 p.

*Eschweiler N., Molis M., Buschbaum Ch.* Habitat-specific size structure variations in periwinkle populations (*Littorina littorea*) caused by biotic factors // Helg. Mar. Res. 2009. V. 63. №2. Pp. 119-127.

*Garten G.T.Jr.* Relationships between aggressive behavior and genetic heterozygosity in the oldfield mouse, *Peromyscus polinotus* // Evolution. 1976. V. 30. Pp. 59-72.

*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.

*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. Pp. 289-297.

*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. Pp. 139-155.

*Khandeparker L., Anil A.C., Raghukumar S.* Barnacle larval destination: piloting possibilities by bacteria and lectin interaction // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 2003. V. 289. №1. Pp. 1-13.

*Kirby R., Clare A.* Barnacle settlement // MBA Annual Report. 2006. P. 14.

*Maki J.S., Rittschof D., Costlow J.D., Mitchell R.* Inhibition of attachment of larval barnacles, *Balanus amphitrite*, by bacterial surface films // Mar. Biol. 1988. V. 97. Pp. 199-206.

*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. Pp. 1-15.

*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. Pp. 169-182.

*Munroe D.M., Noda T.* Spatial pattern of rocky intertidal barnacle recruitment: comparison over multiple tidal level and years // *J. Mar. Biol. Ass. UK*. 2009. V. 89. №2. Pp. 345-353.

*Murthy P.S., Venugopalan V.P., Nair K.V.K., Subramoniam T.* Larval settlement and surfaces: implications in development of antifouling strategies // *Springer Series on Biofilms*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008. Pp. 233-263.

*Mori K., Sato W., Nomura T., Imajima M.* Infestation of the Japanese scallop *Patinopecten yessoensis* by the boring polychaetes, *Polydora* on the Okhotsk Sea coast of Hokkaido, especially in Abashiri Waters // *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 1985. V. 51. №3. Pp. 371-380.

*Mortensen S., Van Der Meeren T., Fosshagen A. et al.* Mortality of scallop spat in cultivation, infested with tube dwelling bristle worms, *Polydora* sp. // *Aquaculture International*. 2000. V. 8. Pp. 267-271.

*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. Pp. 129-138.

*Qian P-Y., Dahms H.-U.* A triangle model: environmental changes. Affect biofilms that affect larval settlement. *Springer Series on Biofilms*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008. Pp. 315-328.

*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. Pp. 47-61.

*Robert R., Trintignac P.* Microalgues et nutrition larvaire en éclosion de mollusques // *Haliotis*. 1997. V. 26. Pp. 1-13.

*Satuito C.G., Shimizu K., Fusetani N.* Studies on the factors influencing larval settlement in *Balanus amphitrite* and *Mytilus galloprovincialis* // *Hydrobiologia*. 1997. V. 358. Pp. 275-280.

*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. Pp. 61-66.

*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. Pp. 51-59.

*Silina A.V.* Tumor-like formations on the shells of Japanese scallops *Patinopecten yessoensis* (Jay) // *Mar. Biol.* 2006. V. 148. Pp. 833-840.

*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. Pp. 173-180.

*Wahl M.* Marine epibiosis. I. Fouling and antifouling: some basic aspects // *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1989. V. 58. №1-2. Pp. 175-189.

*Zhenxia S., Hui X., Yan Y., Liangmin H.* Effect of fouling organisms on food uptake and nutrient release of scallop (*Chlamys nobilis*, Reeve) cultured in Daya Bay // *J. Ocean Univ. Chin.* 2008. V. 7. №1. Pp. 93-96.

**RESULTS OF COMPARISON TWO SEASONS OF SOWING JAPANESE  
SCALLOP *MIZUHOPECTEN YESSOENSIS* (JAY) AT THE BOTTOM  
IN PETER THE GREAT BAY (JAPAN/EAST SEA)**

© 2011 y. D.D. Gabaev

*Institute of Marine Biology, FEB RAS, Vladivostok*

The results of comparison two seasons of sowing at the bottom of valuable bivalve mollusk – Japanese scallop *Mizuhopecten (=Patinopecten) yessoensis* (Jay) are submitted. Has appeared, that are more sensitive to transportation on distant distance and sowing at the bottom the middle juvenile and mollusks. The natives and one years old specimens are less suffer from fouling, than brought spat, and at them the rate of growth is higher. The received results allow to make a conclusion about optimal seasons of sowing scallop and effective technology of its cultivation up to the commodity size.

*Key words:* bivalve mollusks, cultivation, foulings.