

Воспроизводство некоторых двустворчатых моллюсков в Приморье (Японское море)

Д.Д. Габаев, Н.А. Айздайчер

*Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,
Владивосток 690059, Россия
e-mail: gabaevdd@mail.ru*

Климатические особенности Приморья, влияющие на воспроизводство двустворчатых моллюсков, позволяют стабилизировать получение посадочного материала путем использования для сбора молоди двух близких акваторий – б. Мелководная и б. Кит (среднее Приморье), демонстрирующих противоположные динамики численности. Суммирование двухлетних наблюдений по сбору спата приморского гребешка на коллектор – садки в б. Миноносок (зал. Посыета), б. Мелководная и б. Кит (1987 и 1988 гг.) показало значительное преимущество б. Кит. Численность молоди составляла в трех бухтах 634, 449 и 1072 экз./м², соответственно. Для получения гарантированной продукции предлагается восстановить плантации в б. Кит, обеспечивавшей высокий уровень воспроизводства моллюсков в 1980-е гг., и молодь моллюсков собирать и выращивать на обеих акваториях бухт Мелководной и Кит.

Ключевые слова: двустворчатые моллюски, приморский гребешок, аквакультура, Японское море.

Reproduction of some bivalve molluscs in Primorye (north-western Sea of Japan)

D.D. Gabaev, N.A. Aizdaicher

*A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology, Far East Branch,
Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690059, Russia
e-mail: gabaevdd@mail.ru*

The climatic conditions of Primorye (north-western Sea of Japan) influencing reproduction of bivalve mollusks allow to stabilize process of spat production using two closely located areas (Melkovodnaya and Kit Bays) for cultivation. These bays demonstrate opposite dynamics of spat abundance dynamics. Two-years comparative study on spat of the Japanese scallops on collector facilities and cages in Mino-nosok (Possjet Bay, southern Primorye), Melkovodnaya and Kit bays (1987 and 1988) showed significant advantage of Kit Bay. The abundance of youngs in three enumerated bays reached 634, 449 and 1072 ind./m², respectively. It is suggested to renew plantations in Kit Bay where a high level of reproduction mollusks in the 1980s was observed, for guaranteed production of spat, and collection and cultivation of young mollusks should be done in both Melkovodnaya and Kit Bays.

Kew words: bivalve mollusks, Japanese scallop, aquaculture, Sea of Japan.

Объектами культивирования становятся, как правило, наиболее ценные в пищевом отношении животные и растения, среди которых приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1857) является одним из наиболее важных объектов марикультуры в мире. По данным FAO [2009], он занимает

12 место в мире по объему выращенной продукции (1.4 млн т) и по стоимости (\$2.0 млрд). В Приморье этот вид занимает лидирующее положение в хозяйствах марикультуры, и для его выращивания, по данным ФГУ «Приморрыбвод», в 2007 г. уже действовало 36 хозяйств, получивших 1339.9 т товарной продукции.

В конце прошлого века добывающие организации в Приморье – владельцы акваторий, вели неконтролируемый отлов приморского гребешка. В результате этого создаваемые в 1990-е гг. хозяйства марикультуры оказались без производителей и, соответственно, без молоди. Все это привело к тому, что посадочный материал стали закупать в пос. Посъет (зал. Посъета, юго-западная часть Приморья), где маточное стадо удалось восстановить. Несмотря на принятые меры по пополнению гребешковых популяций, интенсивность оседания личинок у восточного берега Уссурийского залива и побережья

Приморья от м. Поворотного до б. Соколовская не превышает 3 млн экз./га, а в зал. Посъета составляет порядка 11 млн экз./га [Гаврилова, 2005]. Вследствие хронического отсутствия посадочного материала в б. Мелководной и б. Соколовской, Преображенская база флота (среднее Приморье) составляет коллекторы и выкупает посадочный материал в зал. Посъета. Вместе с тем, на водорослевых плантациях б. Кит, принадлежащих до сих пор Преображенской базе флота, личинок приморского гребешка в 1980-х гг. на коллекторы оседало больше, чем в б. Миноносок зал. Посъета, причем динамика их численности в этих бухтах была асинхронна [Габаев, 1988, 2009]. Цель настоящего исследования заключается в обосновании необходимости восстановления хозяйства марикультуры в б. Кит (среднее Приморье), что позволит отказаться от покупки и небезопасной для гребешковой молоди перевозки из других районов.

Материал и методы

Для определения начала оседания личинок приморского гребешка на субстраты в б. Миноносок зал. Посъета (рис. 1, ст. 1) каждые десять дней с конца апреля и до конца июня в 1977–1990 гг., а в б. Кит (рис. 1, ст. 15) с начала мая и до середины июля в 1985–1988 гг. брали выборку моллюсков. Для этого отлавливали водлазным методом 25–30 экз. приморского гребешка и на весах ВЛТК-500 взвешивали общую массу, массу мягких тканей, мускула и гонад с точностью ± 0.02 г. Гонадный индекс у гребешков определяли по методу Ито и соавторов [Ito et al., 1975], заключающемуся в делении массы гонад на массу мягких тканей и умножении частного на 100%. Наступление нереста моллюсков опре-

деляли по резкому снижению гонадного индекса. После завершения нереста разницу между максимальным гонадным индексом и минимальным считали выметанным «объемом» гонады. Пол у моллюсков определяли по цвету гонад.

Через неделю после нереста гребешков сетью Апштейна начинали брать планктонные пробы. В 1979, 1980, 1985, 1988 гг. пробы брали на 24 станциях в зал. Посъета, а в 1982, 1989, 1995 и 1996 гг. – в б. Миноносок этого же залива. В течение 1985–1986 гг. пробы брали на 5 станциях в б. Кит, в течение 1988 г. – на 33 станциях Приморья, в течение 1989 г. – на 6 станциях зал. Владимира (рис. 1, ст. 16) и в 1999 г. на двух станциях в Амурском

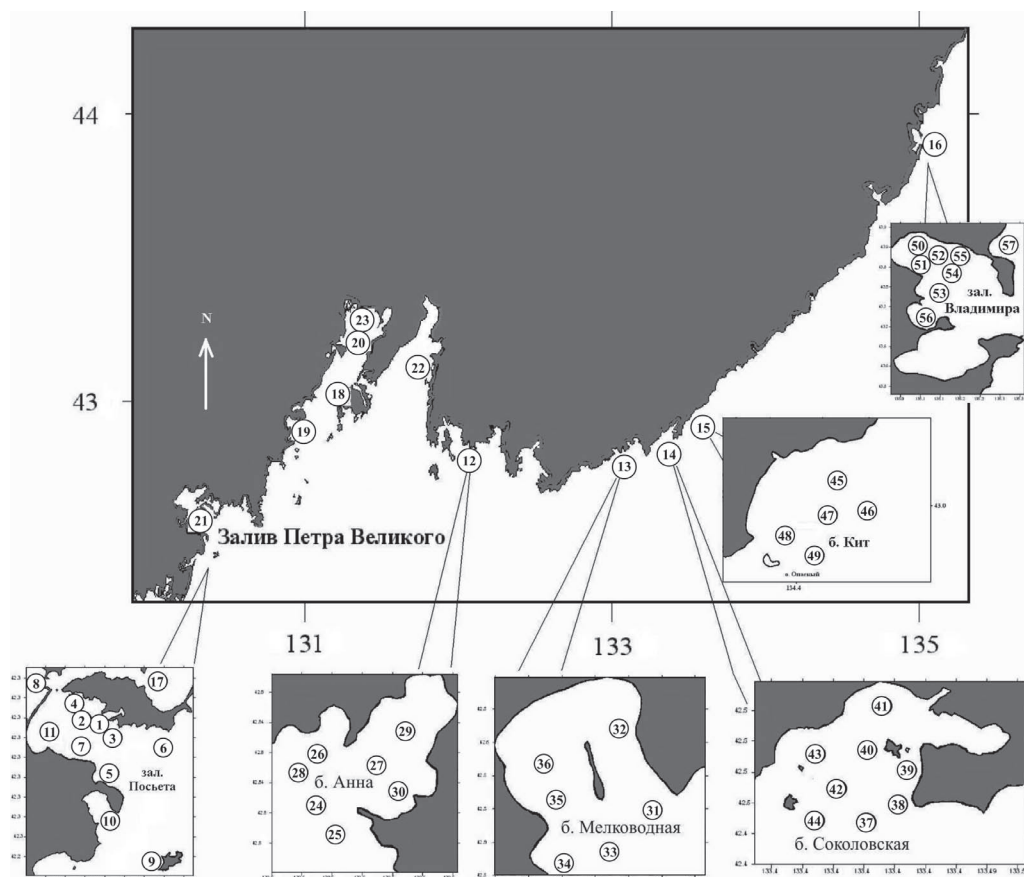


Рис. 1. Карта-схема станций отбора проб планктона и выставления гребешковых коллекторов в Приморье.

Fig. 1. A schematic map showing sampling stations and sites of deployment of scallop's collectors in Primorye.

заливе (рис. 1, ст. 20 и 23). В 1988 г. пробы планктона брали в б. Миноносок и б. Калевала зал. Посыета (рис. 1, ст. 1 и 10), б. Анна (рис. 1, ст. 12), б. Мелководной (рис. 1, ст. 13), б. Соколовской (рис. 1, ст. 14) б. Кит (рис. 1, ст. 15) и зал. Владимира. В центре б. Миноносок было взято 9 проб, в б. Калевала – 7 проб, в б. Анна – 16 проб, в б. Мелководная – 16 проб, в б. Соколовская 12 проб, в б. Кит – 5 проб, в зал. Владимира – 16 проб и в Амурском заливе – 19 проб. Планктонные пробы брали раз в 2–3 дня. Как правило, отлов личинок проводили в горизонте 0–10 м, а в б. Кит в горизонте 0–20 м.

Размер ячеек мельничного сита у планктонной сетки был 100 мкм. Планктонные пробы фиксировали 4% формальдегидом. Обилие личинок приморского гребешка в пробе подсчитывали в камере Богорова под микроскопом МБС-9. Полученные результаты по численности личинок пересчитывали на 1 м³. Высоту створок личинок измеряли окуляр-микрометром с точностью ± 5 мкм. Одновременно с отловом производителей и отбором планктонных проб на трех горизонтах (0, 5 и 10 м) измеряли температуру воды опрокидывающимся термометром.

После достижения первыми личинками гребешка высоты раковины 250 мкм в 1978–1982 гг. и 1989 г. на 15 станциях в зал. Посъета выставляли коллекторы японской конструкции на глубину 0–19 м, а в 1985 и 1987 гг. – на 28 м. В 1981–1991 гг. гребешковые коллекторы выставляли в б. Миноносек, в 1981–1986 гг. – в Славянском заливе, в 1982–1982 и 1984–1985 гг. – у о-ва Попова, в 1989–1991 гг. – в б. Андреева (Уссурийский залив), в 1987–1988 гг. – в б. Мелководная, в 1985–1988 гг. – в б. Кит и в 1985–1989 гг. – в зал. Владимира. В б. Миноносек в 1988–1990 и 1995 гг. коллекторы выставляли одновременно с отбором планктонных проб – по две гирлянды через день с конца мая по начало июля. Аналогичные работы проводили в 1988 г. в зал. Владимира и в 1999 г. в Амурском заливе. После достижения молодью гребешка 8–10 мм по высоте раковины, коллекторы поднимали на поверхность. Приморского гребешка, тихоокеанскую мидию *Mytilus trossulus* Gould, 1850 и гребешка Свифта *Chlamys (Swiftopecten) swiftii* (Bernardi, 1858) снимали с субстратов, измеряли и подсчитывали количество живых и мертвых особей. Результаты пересчитывали на 1 м². Всего исследовано 2213 шт. коллекторов. У 30 особей моллюсков штангенциркулем с точностью ± 0.1 мм измеряли высоту раковины. Осенью 1985 г. и весной 1986 г. обитающий в коллектор-садках [А.С. 826998] приморский гребешок был пересажен в б. Кит в пластиковые садки. Аналогичная работа была проделана в эти же годы на двух станциях в зал. Посъета. Часть коллектор-садов с оболочкой 15 мм была оставлена в б. Кит на три года. Каждый год одну гирлянду садков поднимали на поверхность и извлекали из них культивируемых моллюсков, которых из-

меряли и взвешивали. После четырехлетнего содержания в садках гребешки, росшие одновременно на трех станциях в Приморье, были подвергнуты полному биологическому анализу. Штангенциркулем с точностью ± 0.1 мм измеряли высоту раковины моллюсков. После вытекания мантийной жидкости на весах ВЛТК-500 с точностью ± 0.1 г взвешивали массу мягких тканей, мускула и гонад. После этого мягкие ткани высушивали по методу Бейкема [Beukema, 1976] и опять взвешивали.

Для разработки метода оптимизации численности молоди на коллекторах осуществляли искусственный нерест производителей, отловленных либо в б. Миноносек, либо в холодноводном районе – у о-ва Фуругельма (рис. 1, ст. 9). Личинок в 1980 г. метили нейтральным красным по методу [Loosanoff, Davis, 1947] и выпускали в кутовой части б. Миноносек. После их оседания с плантаций снимали 25 коллекторов и содержимое счищали в воду, в которой с помощью камеры Богорова и микроскопа подсчитывали меченую молодь. В 1982 г. для нереста использовали производителей с белыми верхними створками. Материалы по общему сбору молоди гребешка на плантациях б. Миноносек и численности производителей на дне взяты из годовых отчетов Экспериментальной морской базы Дальрыбтехцентра (п. Посъет).

Полученный материал обрабатывали статистически с помощью доступной для общего пользования статистической программы KyPlot. Сопряженность между переменными величинами устанавливали с помощью корреляционного анализа. Вычисляли коэффициент корреляции Пирсона (r) и уровень доверительной вероятности (p). Его значения были тестированы на уровне $\alpha=0.05$.

Результаты и обсуждение

На воспроизводство морских двустворчатых моллюсков и в том числе приморского гребешка влияет множество факторов, и один из главных – это температура окружающей среды. Наши наблюдения позволили установить, что низкие температуры воды благоприятны для развития гонад. В холодноводной б. Кит гонадный индекс выращенного в садках гребешка был выше, а масса мускула и мягких тканей – ниже, чем у одновозрастных особей из тепловодного зал. Посъета (табл. 1). Это же подтверждают результаты сбора спата. Четырехлетние наблюдения в б. Миноносек и б. Кит (1985–1988 гг.) показали, что суммарная численность молоди гребешка, собираемой на 1 м² коллектора, была выше на северной акватории (1284 экз. и 2246 экз., соответственно).

Наши многолетние наблюдения за половой структурой приморского гребешка в зал. Посъета позволили установить, что в урожайный год

количество самок весной достоверно возрастает. Коэффициент корреляции между урожайностью года и процентным отношением самок к самцам составляет $r=0.76$; $p=0.048$. Это же подтвердили наблюдения в б. Кит. В урожайный для бухты 1987 г. самки в популяции составляли 58%, а в неурожайный 1986 г. – 49%. Возможно, это говорит о том, что благоприятные условия для накопления гонад стимулируют инверсию пола в сторону увеличения воспроизводства, поскольку от обилия самок оно зависит в большей степени, чем от самцов. Для накопления гонад у самок требуется больше энергии и их репродуктивный потенциал достигает максимальных значений в те годы, когда поступление энергии максимально. Поскольку на изменение пола требуется достаточный промежуток времени, то этот процесс должен начаться задолго до нереста. По-видимому, он начинается осенью.

Таблица 1

Производственные показатели приморского гребешка
после четырехлетнего культивирования в садках в разных районах Приморья

Table 1

Parameters of production of the Yezo (Japanese) scallop
after four-years cultivation in cages in different areas of Primorye

Станции (как на рис. 1)	Высота створки, мм	$P_{\text{общ.}}, \text{г}$	$P_{\text{сух. мягких тканей}}, \text{г}$	$P_{\text{сух. мускула}}, \text{г}$	$P_{\text{сух. гонад}}, \text{г}$	Гонадный индекс, %
Ст. 1	89.5±1.5	84.6±4.0	4.15±0.4	2.57±0.2	0.55±0.1	13.25
Ст. 3	94.0±3.4	88.3±7.2	3.67±0.6	1.80±0.3	0.53±0.1	14.44
Ст. 15	92.3±3.2	85.5±10.6	4.06±1.1	2.12±0.1	0.97±0.3	23.89

Наблюдения за динамикой гонадного индекса в б. Миноносок зал. Посъета показали влияние температурных особенностей года на начало нереста приморского гребешка и подтверждаются правилами Ортона. В годы с поздней весной (1983, 1986 и 1988 гг.) производители завершали нерест в первой половине июня и эти годы были более урожайными на молодь гребешка, чем годы с ранней весной (1978, 1987, 1989 и 1990 гг.), когда нерест завершался до 30 мая. Возможно, запаздывание нерестового периода позволяет гонадам дозреть, что увеличивает качество гамет и объем гонады, выметываемой во время нереста. Между температурой воды в июне и выметанным объемом гонады взаимосвязь почти достоверно отрицательная ($r=-0.455$; $p=0.102$). Почти на

месяц запаздывают сроки завершения нереста на выходе из зал. Посъета и еще на больший срок – в среднем Приморье (табл. 2). Через неделю после нереста гребешка его личинки улавливаются планктонной сеткой.

В зал. Посъета личинки приморского гребешка распределяются довольно однородно, как правило, с некоторым преобладанием в б. Миноносок или в непосредственно прилегающей акватории. В 1979 и 1985 гг. личинок было больше рядом с б. Миноносок, а в 1980 и 1988 гг. много личинок было в самой бухте (рис. 2). В б. Анна в июне и августе 1988 г. личинки гребешка в планктоне не встречались. Пробы от 15.07.1988 г. и 23.07.1988 г. показали, что численность личинок в бухте не превышала 8–10 экз./м³ и некоторые из

Таблица 2

Время нереста приморского гребешка в Приморье

Table 2

Time of reproduction of the Yezo (Japanese) scallop in Primorye

Время наблюдения, годы	Время нереста	Акватория
1983, 1986 и 1988	Первая половина июня	Бухта Миноносок, зал. Посъета
1978, 1987 и 1989	До 30 мая	Здесь же
1977 и 1979	После 25 июня	Остров Фуругельма, зал. Посъета
1978 и 1985	18–20 июня	Здесь же
1985	К 16 июня	Бухта Кит
1986	К 12 июля	Здесь же
1988	К 16 июня	Здесь же
1988	К 29 июня	Залив Владимира
1989	После 12 июля	Здесь же

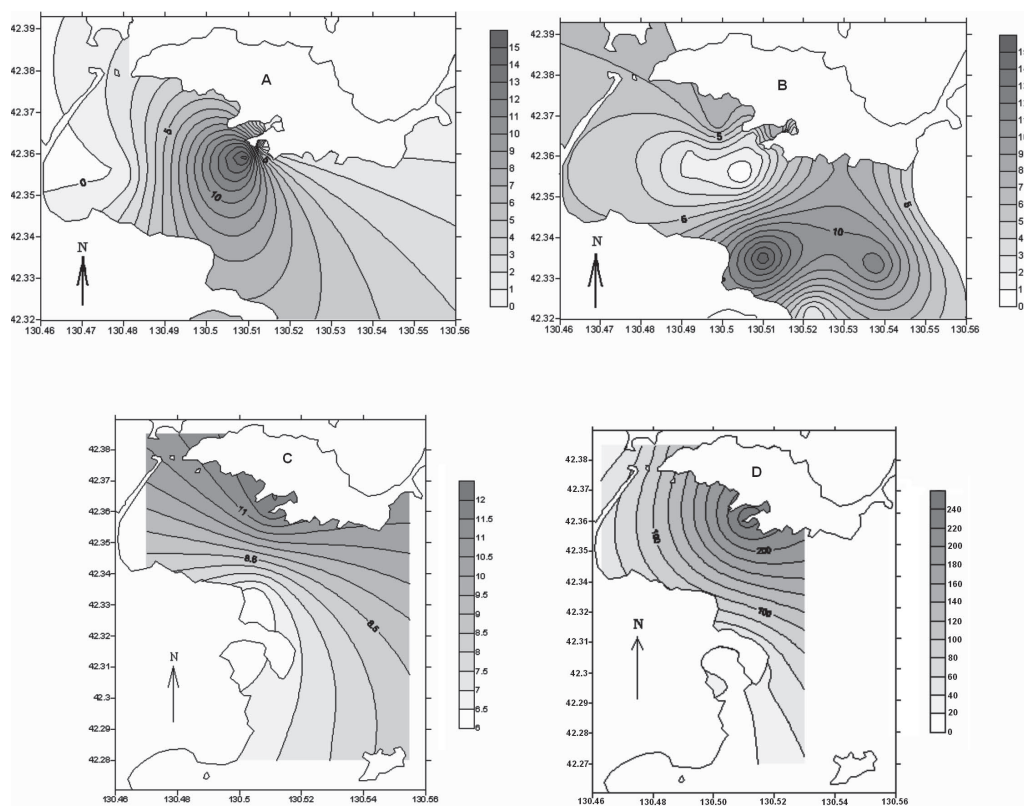


Рис. 2. Распределение личинок приморского гребешка в северо-западной части зал. Посыета (экз./м³): **A** – 1979 г., **B** – 1980 г., **C** – 1985 г., **D** – 1988 г.

Fig. 2. Distribution of larvae of the Yezo (Japanese) scallop in the northwestern part of Possjet Bay (ind./m³): **A** – 1979, **B** – 1980, **C** – 1985, **D** – 1988.

них, по-видимому, заносились преобладающим летом юго-восточным ветром, поскольку максимальная численность личинок в обоих случаях наблюдалась ближе к открытой части. Исчезновение к 23 июля локального скопления личинок в средней части бухты, возможно, было вызвано оседанием автохтонных личинок после 15 июля. В Амурском заливе личинки гребешка в 1999 г. встречались с 8 июня, однако максимальной численности они достигли в конце месяца – 29 июня, и в первую декаду июля личинки из планктона исчезли (рис. 3). В эстуарной части

Амурского залива с середины июня до конца июля численность личинок гребешка не достигала 3 экз./м³. Некоторый занос личинок циклонической циркуляцией прослеживался в 1988 и 1989 гг. в зал. Владимира и в 1988 г. в б. Мелководная и б. Соколовская, поскольку их высокие концентрации наблюдались на входе в бухты.

В горизонтальном распределении личинок гребешка в б. Кит довольно отчетливо прослеживалась сезонная изменчивость. В июне и июле 1985, 1986 и 1988 гг. распределение личинок было более схожим, чем в июле и

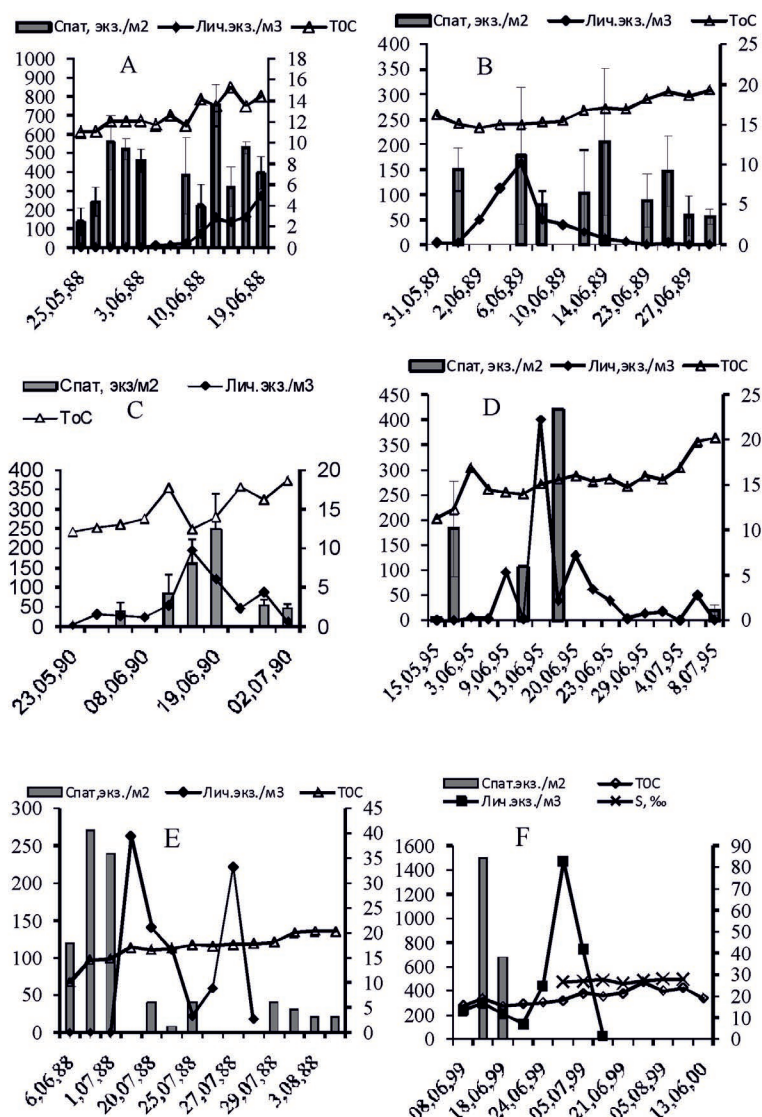
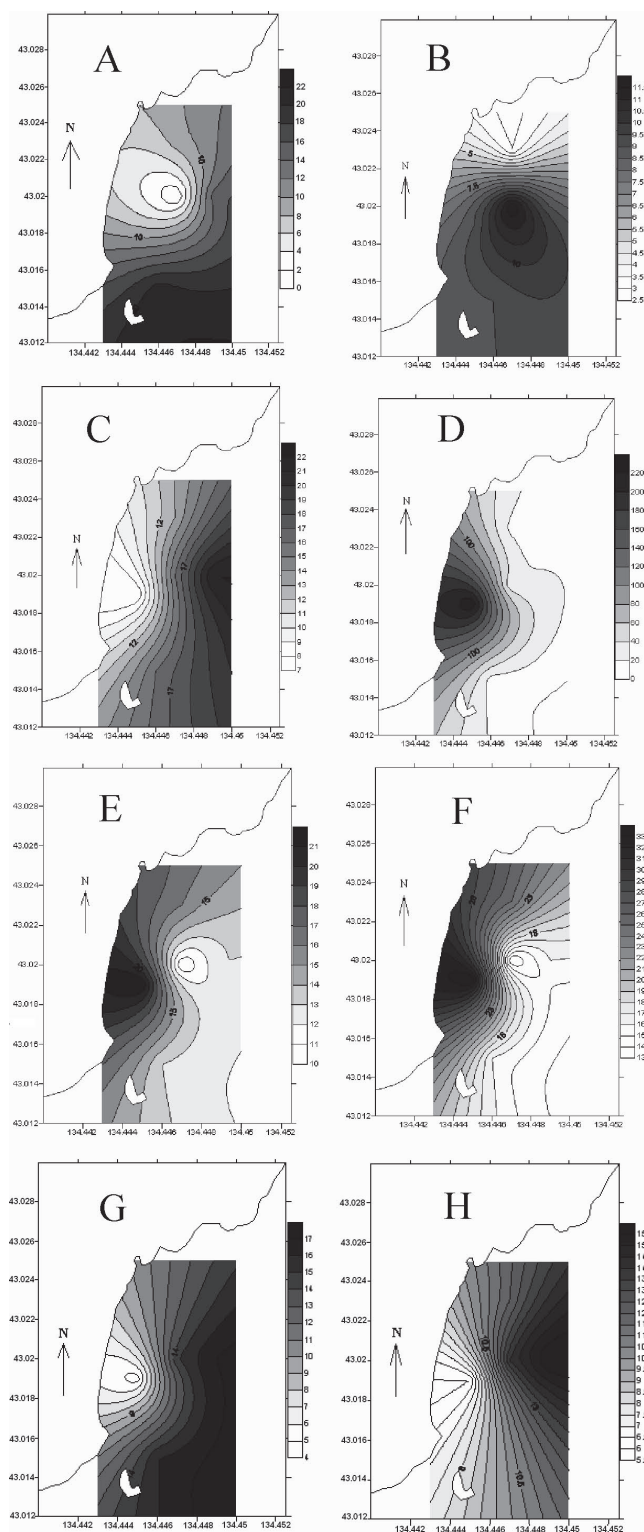


Рис. 3. Динамика численности личинок приморского гребешка в Приморье, численность молоди приморского гребешка на коллекторах, выставленных в динамике, температура и соленость на поверхности воды. По горизонтальной оси – время отбора проб планктона и выставления коллекторов; по левой вертикальной оси – численность личинок, экз./м³ и численность молоди, экз./м², по правой вертикальной оси – температура, °С и соленость, ‰ на поверхности воды. **А–б.** Миноносок зал. Посъета, 1988 г., **В–б.** Миноносок зал. Посъета, 1989 г., **С–б.** Миноносок зал. Посъета, 1990 г., **Д–б.** Миноносок зал. Посъета, 1995 г., **Е** – зал. Владимира, 1988 г., **Ф** – Амурский залив, 1999–2000 г.

Fig. 3. Dynamics of abundance of larvae of the Yezo (Japanese) scallop in Primorye, abundance of juvenile of the Yezo scallop on collectors exhibited in dynamics, temperature and salinity of water on a surface. Abscissa axis – time of sampling of plankton and exhibit of collectors. On the left ordinate axis – number of larvae, ind./m³ and number of youths, ind./m², on the right ordinate axis – temperature and salinity on surface of water, °C and salinity, ‰. **A – б.** Minonosok Bay of Possjet Bay, 1988, **В – б.** Minonosok Bay of Possjet Bay, 1989, **С – б.** Minonosok Bay of Possjet Bay, 1990, **Д – б.** Minonosok Bay of Possjet Bay, 1995, **Е** – Vladimir Bay, 1988, **Ф** – Amursky Bay, 1999–2000.



августе 1986 г. (рис. 4). Возможно, такая изменчивость в их распределении вызвана различием в направлении ветров, преобладающих в пелагический период. В июле 1985, 1986 и 1988 гг. среднее направление ветра было 170.1° ; 159.9° и 161.4° , соответственно, а в августе 1986 г. – 155.2° . Возможно, «южное» направление ветров и вызываемых ими течений, а также м. Туманный и о-в Опасный способствовали специфической циркуляции, вызывающей концентрацию поздних личинок в 1985 г. в северо-восточной части б. Кит, и наблюдаемую там максимальную численность молоди на коллекторах (рис. 5). Рекордное количество личинок гребешка 1 августа 1986 г. у м. Туманного (рис. 4), по-видимому, также вызвано специфическим направлением ветра в этот период.

Рис. 4. Распределение личинок приморского гребешка в б. Кит (экз./м³): А – 16.07.1985 г., В – 24.07.1985 г., С – 25.07.1986 г., D – 01.08.1986 г., E – 05.08.1986 г., F – 06.08.1986 г., G – 29.06.1988 г., H – 12.07.1988 г.

Fig. 4. Distribution of larvae of the Yezo (Japanese) scallop in Kit Bay (ind./m³): А – 16.07.1985 г., В – 24.07.1985 г., С – 25.07.1986 г., D – 01.08.1986 г., E – 05.08.1986 г., F – 06.08.1986 г., G – 29.06.1988 г., H – 12.07.1988 г.

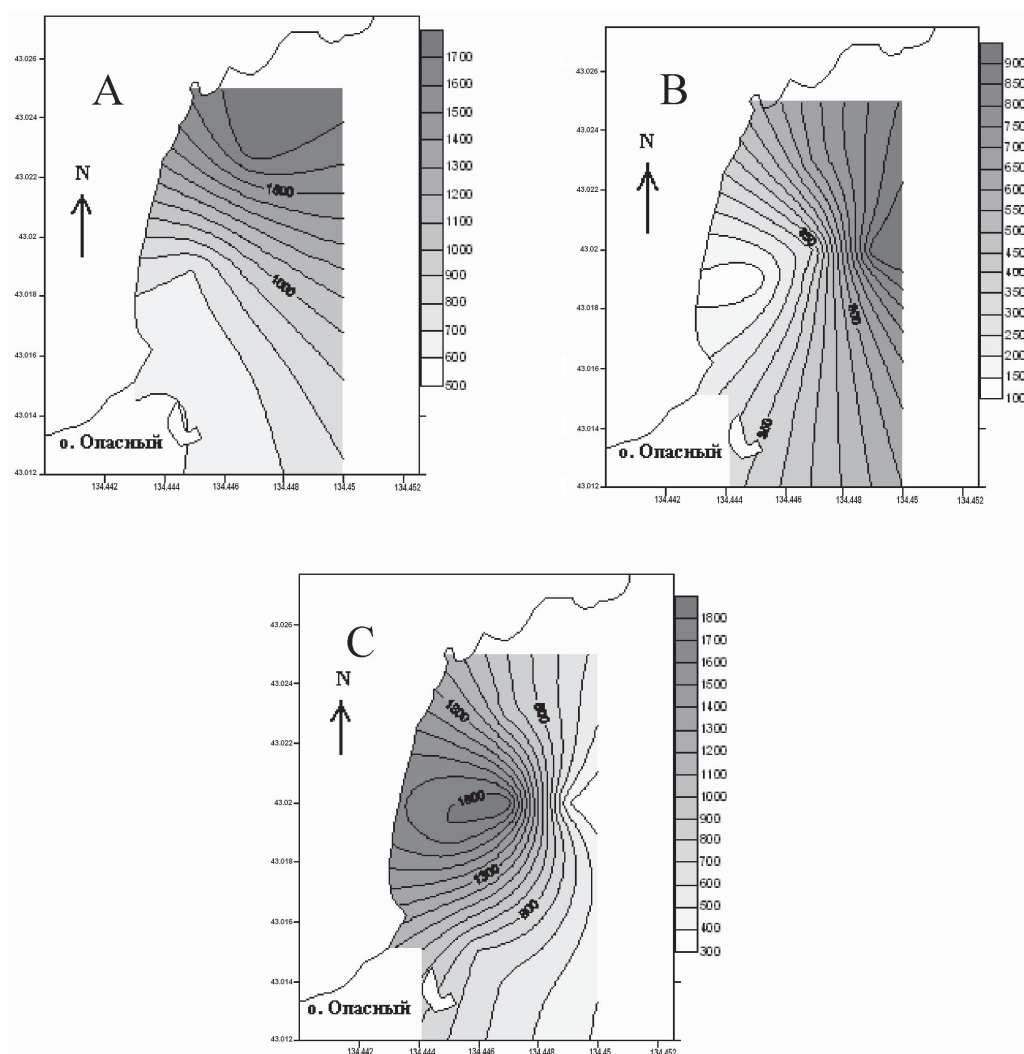


Рис. 5. Горизонтальное распределение молоди трех видов двустворчатых моллюсков на коллекторах в 1985 г. в б. Кит: **А** – распределение молоди приморского гребешка, **В** – распределение молоди тихоокеанской мидии, **С** – распределение молоди гребешка Свифта.

Fig. 5. The horizontal distribution of three species of bivalve mollusks on collectors at 1985 in Kit Bay: **A** – allocation of youngs of the Yezo (Japanese) scallop, **B** – allocation of youngs of the Pacific mussel, **C** – allocation of youngs of the Swift's scallop.

В то же время в полужакрытой б. Миноносек, по 14-летним наблюдениям, скорость течения и его направление не влияли на численность личинок гребешка. Между средним обилием личинок и средней скоростью и направлением ветра в июне – основ-

ном месяце присутствия личинок в планктоне, $r = -0.0012$ и $r = -0.2203$, соответственно.

Широкомасштабный отбор планктонных проб, проведенный в 1988 г. в Приморье, позволил найти акватории с максимальной концентрацией личинок

приморского гребешка, которыми оказались б. Миносок и б. Мелководная. Причем максимальные значения концентрации наблюдались в разное время. В б. Миносок максимальная численность личинок гребешка была 19 июня, а в б. Мелководной – 14 июля. В этот день в б. Мелководной численность личинок гребешка на разных станциях колебалась от 122 до 252 экз./м³. Позже, концентрация личинок резко снизилась и 23 июля сравнялась с таковой в б. Соколовской. Больше всего личинок гребешка в б. Соколовская встречалось у восточного берега и ближе к выходу из бухты (10 и 16 экз./м³). Во время этих съемок численность личинок гребешка в б. Кит была низкой и не достигала 17 экз./м³. Наибольшая концентрация личинок наблюдалась в центре морских плантаций (рис. 4). В б. Средней зал. Владимира личинки гребешка в конце июня 1988 г. встречались единично, а в б. Северной первые личинки появились лишь 14 июля и тогда же был зафиксирован максимум их численности – 39.5 экз./м³. Встречались личинки гребешка в заливе до конца июля, причем оседающие особи были единичны.

Пелагический период у приморского гребешка при температуре 17–12°C длится 20–25 дней (табл. 3). Однако растянутость нереста в популяции удлиняет сроки встречаемости личинок. Поэтому общий период нахождения личинок в зал. Посыета составляет около двух месяцев [Белогрудов, 1980]. В отличие от тепловодного зал. Петра Великого, в б. Кит личинки гребешка в 1985 г. встречались в планктоне менее месяца, с 16 июля по 10 августа. Близкая продолжительность пелагического периода наблюдалась в

1986 и 1988 гг., и только сроки встречаемости личинок сдвигались по времени в зависимости от климатических особенностей года.

Полученные нами материалы по продолжительности пелагического периода и слабая зависимость личинок от течений позволяют предположить, что не все они выносятся из полужакрытых бухт. Это подтверждают наши эксперименты. В 1977 г. после нереста производителей, взятых у о-ва Фуругельма, и помещения личинок в куттовую часть б. Миносок рядом с мелководной (береговой) установкой [Габаев, Калашникова, 1980], на коллекторах этой плантации отмечалось необычайно много мелкого гребешка [Коновалова, Поликарпова, 1983]. В результате изучения в 1980 г. в б. Миносок смывов с 25 коллекторов было обнаружено, что на них через 29–42 дня после помещения в море трохофор находились меченые личинки гребешка размером 255–400 мкм, соответственно [Габаев, 1982]. Темп роста личинок в море оказался близким с таковым личинок, полученными Г.М. Гуйда и др. [1986] в лабораторных условиях. Всего меченых личинок было 61 экз., т.е. 2.44 экз./коллектор. В основном меченые личинки встречались в средней части бухты на нижних коллекторах. После нереста белых производителей гребешка и помещения оплодотворенных икринок и трохофор в куттовую часть б. Миносок в 1982 г., альбиносов на коллекторах стало больше в 1.8 раза по сравнению с предыдущими пятью годами [Габаев, 1989].

По нашим многолетним наблюдениям, в б. Миносок между численностью личинок гребешка и плотностью молоди на коллекторах наблюда-

Таблица 3

Продолжительность развития и градусо-дни, необходимые для развития личинок приморского гребешка от нереста до стадии оседания [Габаев, Калашникова, 1980]

Table 3

Duration of development and degree-days necessary for development of larvae of the Yezo (Japanese) scallop from spawning to a stage of settlement [Gabaev, Kalashnicova, 1980]

Годы	Средняя температура воды, °С	Стадия велигер		Стадия великонх		Стадия продиссоконх 2	
		время, сут	градусо-дни	время, сут	градусо-дни	время, сут	градусо-дни
1977*	12.4±1.6	5	55.6	9	109	25	311.9
1977	13.0±1.4	6	68.7	9	101	26	340.0
1978	17.1±2.2	5	71.4	8	119	20	341.9

* Нерест гребешка в садке.

* Spawning of the scallop in cages.

ется высокая достоверная взаимосвязь: $r=0.886$, $p=0.000$. Однако в открытых бухтах эта взаимосвязь исчезает $r=-0.107$, $p=0.801$. Наибольшая численность спата гребешка наблюдалась на коллекторах, находящихся на выходе из бухты, и отношение средней численности личинок гребешка в планктоне (экз./м³) к средней численности молоди гребешка (экз./м²) в б. Миноносок, б. Кит и зал. Владимира составляла 24.6, 2.1 и 4.4%, соответственно. Несмотря на низкую численность личинок приморского гребешка в б. Кит в 1985 г. (от 14.2 до 16.2 экз./м³), средняя численность молоди составляла 1126.4±88.1 экз./м².

В б. Миноносок в течение четырех лет максимальная численность молоди приморского гребешка наблюдается на тех коллекторах, которые погружали в море в период с 12 и 19 июня.

Сходная закономерность наблюдалась в Амурском заливе в 1999 г. Незадолго до массового оседания личинок наступает небольшой подъем температуры на поверхности воды и в планктоне отмечается пик численности личинок. На полмесяца задержалось время оптимального выставления коллекторов в зал. Владимира в 1988 г. Причем в Амурском заливе и зал. Владимира оно предшествовало пикам численности личинок (рис. 3). Возможно, это связано с тем, что в северных районах на субстрате медленнее формируется бактериально-водорослевая пленка, благоприятствующая метаморфозу личинок. Коллекторы, погруженные раньше пиков численности личинок, успевают ею покрыться и стать привлекательными для личинок.

Сопоставление горизонтального распределения личинок и молоди при-

морского гребешка в северо-западной части зал. Посыета не обнаружило какого-либо сходства. Чаще всего максимальная численность спата наблюдалась на ст. 4 (рис. 1); его средняя численность там составляла 290 экз./м² субстрата. После начатого в 1977 г. посева годовалого гребешка на дно в б. Миноносок, через год стало наблюдаться возрастание уровня воспроизводства гребешка в этой бухте (рис. 6; табл. 4, 5).

Между двустворчатыми моллюсками, оседающими на гребешковые коллекторы, наблюдаются существенные различия в вертикальном и в горизон-

тальном распределении [Габаев, 1981; 1989]. Одним из наиболее вероятных факторов, влияющих на пространственное распределение личинок, по-видимому, является их температурное предпочтение. Больше всего личинок приморского гребешка в б. Кит оседало на коллекторы, выставленные в северо-восточной и восточной части плантаций, где температура на поверхности воды 24 июля 1985 г. была на 1.5–2.0°C ниже, чем на западной части плантаций, расположенных ближе к берегу (рис. 5). Если бы личинки двустворчатых моллюсков были абсолютно инертны к перемещениям и их распределе-

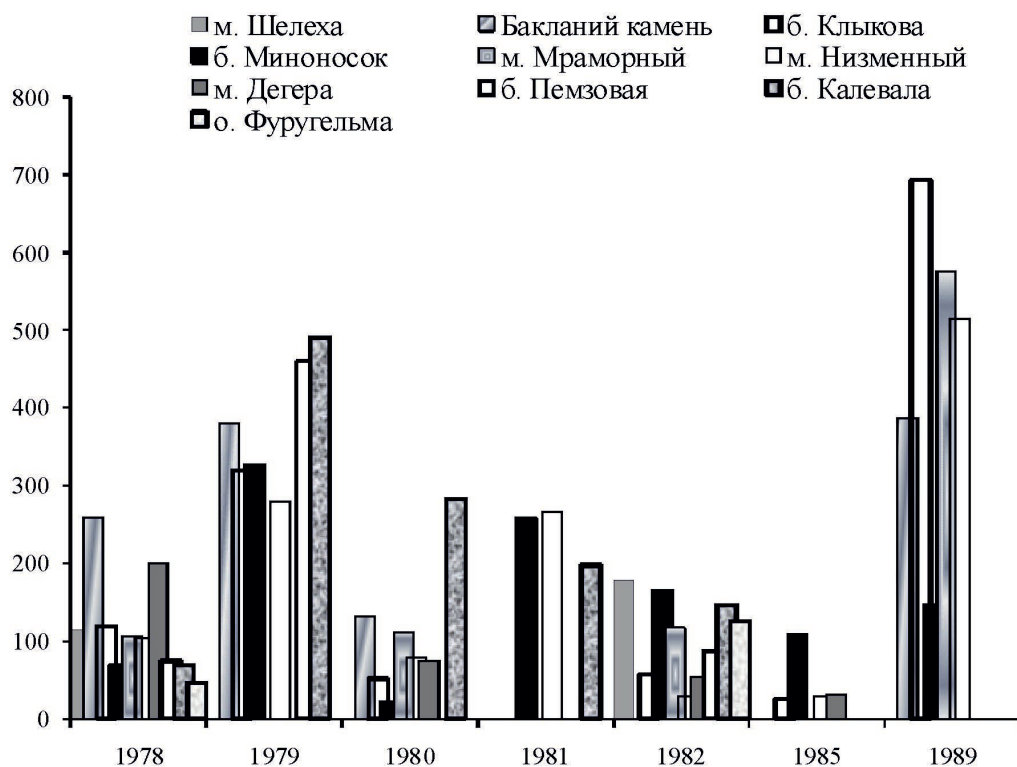


Рис. 6. Численность молоди приморского гребешка на коллекторах в зал. Посыета в течение нескольких лет, экз./м².

Fig. 6. Abundance of youngs of the Yezo (Japanese) scallop on collectors in Possjet Bay during several years, ind./m².

Таблица 4
Коэффициент корреляции Пирсона между
динамиками численности приморского
гребешка в зал. Посъета в разные годы

Table 4
Pearson's coefficient of correlation
between abundance dynamics
of the Yezo (Japanese) scallop
in Possjet Bay in different years

Годы	1978	1979	1980
1979	$r=-0.6181$ $p=0.382$		
1980	$r=-0.4346$ $p=0.565$	$r=0.9156$ $p=0.084$	
1982	$r=-0.9146$ $p=0.085$	$r=0.6065$ $p=0.393$	$r=0.2940$ $p=0.706$

ние зависело бы только от течений, то не было бы различий в горизонтальном распределении между видами. Однако исследованные моллюски, имеющие близкое время обитания в планктоне, показывают разное распределение в б. Кит (рис. 5). Это говорит о том, что личинки завершают метаморфоз на тех субстратах, которые в момент оседания им наиболее предпочтительны.

В 1930-е гг. прошлого века в б. Кит отмечались скопления приморского гребешка [Разин, 1934]. После создания водорослевых плантаций в конце 1970-х гг. уровень воспроизводства гребешка в бухте возрос, поскольку слоевища водорослей и сами плантации служат субстратом для оседающих личинок. Открепляющаяся молодь находит на дне благоприятные условия, так как на глубине 22–26 м донные отложения

Таблица. 5
Коэффициент корреляции Пирсона между динамиками численности
молоди приморского гребешка в зал. Посъета на разных станциях

Table 5
Pearson's coefficient of correlation between abundance dynamics
of youngs of the Yezo (Japanese) scallop in Possjet Bay in different stations

Районы	Бакланый Камень	Бухта Клыкова	Бухта Мионосок	Мыс Мраморный
Бухта Клыкова	$r=0.9087$ $p=0.274$			
Бухта Мионосок	$r=0.896$ $p=0.092$	$r=0.9593$ $p=0.182$		
Мыс Мраморный	$r=0.8593$ $p=0.342$	$r=0.9944$ $p=0.068$	$r=0.9240$ $p=0.250$	
Мыс Низменный	$r=0.8904$ $p=0.301$	$r=0.9991$ $p=0.027$	$r=0.9467$ $p=0.209$	$r=0.9979$ $p=0.041$

представлены мелкопесчаной фракцией с небольшим налетом ила и наиболее опасные для гребешка морские звезды там отсутствуют. Эти условия способствовали появлению в бухте в середине 1980-х гг. полноценно функционирующей популяции гребешка, плотность которой в 1986 г., по нашим наблюдениям, достигала 4 экз./м². Однако популяция регулярно облавливалась водозлазами и из-за этого воспроизводство гребешка снижалось (рис. 7).

Половая структура приморского гребешка, как правило, представлена равноправным соотношением полов [Дзюба, 1986]. Однако, более поздние исследования показали протандрическую инверсию пола, причем соотношение полов довольно пластично [Silina, 2010]. Динамика численности

приморского гребешка демонстрирует квазидвухлетние колебания [Габаев, 1986]. После неурожайного года гонады у гребешков остаются не полностью опустошенными [Белогрудов, 1987] и невыметанные гаметы подвергаются резорбции [Дзюба, 1986]. Скорее всего, резорбированные после неурожайного года питательные вещества, вследствие их избыточности, способствуют инверсии пола в сторону увеличения количества самок в популяции и создают предпосылку для урожайного года.

Так же как и в зал. Посыета, пелагический период популяции приморского гребешка в зал. Восток длится около двух месяцев [Брыков, Колотухина, 2009], но иногда в июле личинки из планктона исчезают [Омельяненко,

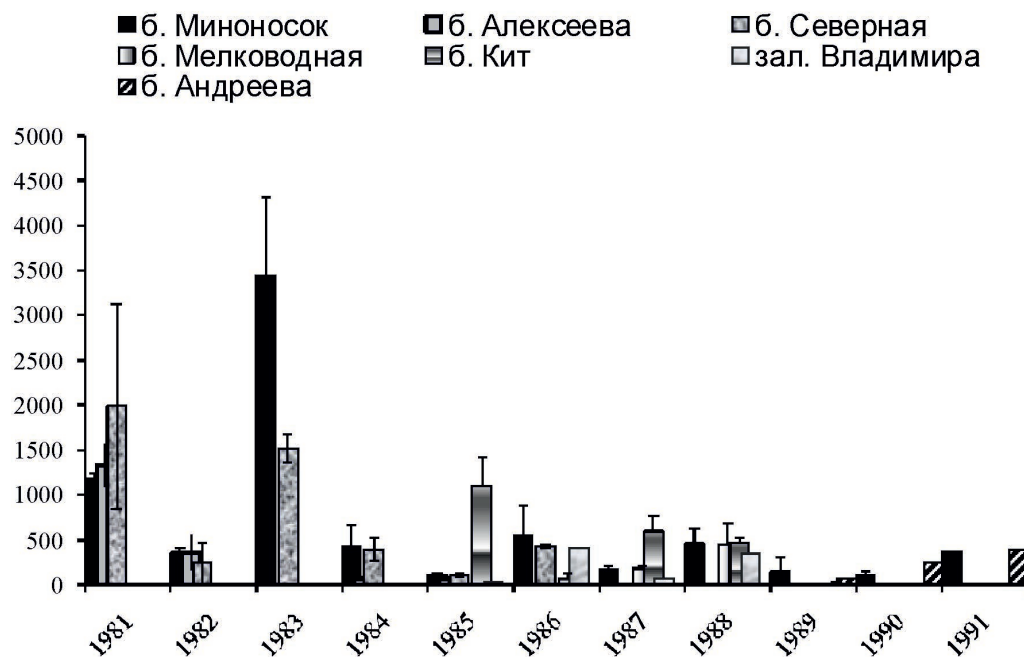


Рис. 7. Численность молоди приморского гребешка на коллекторах в Приморье в течение нескольких лет, экз./м².

Fig. 7. Abundance of young of the Yezo (Japanese) scallop on collectors in Primorye during several years, ind./m².

Куликова, 2011]. Севернее м. Поворотного, из-за позднего наступления нерестовых температур и быстрого охлаждения вод, длительность нерестового периода укорачивается. У широко распространенных видов продолжительность сезона размножения в низких широтах значительно больше, чем в высоких [Милейковский, 1970]. Сужение пелагического периода у гребешка наблюдалось и в холодноводной лагуне Буссе [Куликова, Табунков, 1974], что объясняется коротким сроком «нерестовых» температур.

Обнаруженная ранее корреляция между количеством личинок приморского гребешка в планктоне и численностью спата на коллекторах [Ямамото, 1964; Белогрудов, Скоклёнева, 1983] соблюдается только в полузакрытых бухтах. Коллектор – это пассивное орудие лова личинок и его результаты зависят не только от концентрации личинок, но и от объема воды, просачивающейся через субстрат. В свою очередь, объем проходящей через коллектор воды зависит от скорости течения, а скорость течения зависит от силы ветра, которая возрастает в открытых бухтах. Поэтому, максимальные скорости поверхностных течений в б. Рейд Паллада достигают 25–30 см/с, в б. Миноносок не превышают 20 см/с [Новожилов и др., 1991], а в районах, подверженных влиянию Приморского течения, его скорости достигают 20–30 см/с [Юрасов, Яричин, 1991]. Следовательно, несмотря на большую численность личинок в б. Миноносок [Белорудов, 1980], оседание личинок гребешка всегда выше в б. Рейд Паллада [Габаев, 1981]. Возможно, вследствие сильного течения в б. Кит, несмотря на низкую числен-

ность личинок гребешка в планктоне, на коллекторах встречается больше молоди приморского гребешка, чем в б. Миноносок (рис. 7). Динамики численности молоди гребешка в этих бухтах имеют противоположный характер ($r=-0.81$, $p=0.195$) [Габаев, 2009]. По-видимому, это происходит вследствие противоположного летнего обилия осадков на севере и юге Приморья, отмечаемое И.В. Бирманом [1985] и разным ходом температуры воды [Покудов, Власов, 1980]. В случае низкого сбора спата в б. Миноносок, в б. Кит можно было собрать рекордное количество молоди.

Несмотря на некоторое снижение сбора молоди приморского гребешка в б. Кит в конце 1980-х гг. в результате отлова производителей, уровень его воспроизводства за четырехлетний период был выше, чем в б. Миноносок зал. Посьета. Суммирование двухлетних наблюдений по сбору спата гребешка на коллектор-садки в б. Миноносок, б. Мелководная и б. Кит (1987 и 1988 гг.) показало значительное преимущество б. Кит. Численность молоди составляла 634, 449 и 1072 экз./м², соответственно.

Вся северо-западная часть зал. Посьета демонстрирует единство условий воспроизводства у приморского гребешка [Габаев, 1988]. Сходство в динамике численности наблюдается также между популяциями в зал. Посьета, б. Северная (Славянский залив), б. Алексеева (о-в Попова), а также б. Мелководная и зал. Владимира (рис. 7). Иными словами, весь зал. Петра Великого и севернее – до м. Оларовского, а также зал. Владимира имеют сходные условия его вос-

производства. Эти наблюдения подтверждает сопоставление наших данных с двухлетними наблюдениями в зал. Восток Брыкова с соавт. [2003] и в б. Киевка Ракова с соавт. [2007]. Сходство условий воспроизводства гребешка в зал. Петра Великого и б. Киевка можно обнаружить в четырехлетних наблюдениях Ляшенко [2008]. По сообщению морских фермеров, без посадочного материала в 2010 г. остались хозяйства в зал. Посъета, зал. Стрелок, б. Мелководная и б. Соколовского. Только в б. Кит динамика численности молоди приморского гребешка в 1980-е гг. имела противоположный характер с б. Миносок [Габаев, 1988] и с б. Мелководной (рис. 7).

В конце прошлого века прекратилась хозяйственная деятельность в б. Кит и браконьеры подорвали там популяцию приморского гребешка. Для эффективного сбора спата в бухте ее нужно восстановить и для этого необходимо посеять не менее 0.5 млн годовалых особей на глубинах 22–26 м. Эти мероприятия, по нашим наблюдениям, позволили в зал. Владимира к 1999 г. восстановить воспроизводство гребешка до уровня 1980-х гг. Это же подтверждают Гаврилова с соавт. [2006]. Учитывая, что в 1990-е гг. площадь водорослевых плантаций в б. Кит превышала 100 га, уровень сбора молоди и выращивания

ее до промыслового размера может достичь больших объемов, поскольку на 1 га плантаций можно вырастить 26 т сырца [Справочник..., 2002].

В б. Кит, по сравнению с зал. Петра Великого, на коллекторы оседает мало личинок тихоокеанской мидии – конкурента гребешка (рис. 5), поэтому в этой бухте можно удлинить сроки его нахождения без пересадки в садки вплоть до полного отказа [Габаев, 2008]. Это облегчит технологию его выращивания и позволит добиться ее рентабельности.

При пересадке молоди приморского гребешка из коллекторов в садки отход составляет 30% [Габаев, 1986], а в случае урожайного года – 50% [Габаев, 1989]. Нахождение гребешков на воздухе и повреждения, полученные при извлечении из коллекторов и сортировке приводят к их заболеванию [Syasina, 2007]. Когда этих заболевших гребешков везут из зал. Посъета в отдаленные районы, заболевание усугубляется. Поэтому лучше выращивать гребешка до товарного размера без всяких пересадок. Асинхронность воспроизводства гребешка между б. Мелководной (возможно, также б. Соколовской) и б. Кит позволят стабилизировать процесс получения товарной продукции путем использования для культивирования обеих акваторий.

Благодарности

Мы глубоко признательны сотрудникам Экспериментальной базы марикультуры в п. Глазковка: В.Т. Демченко, Н.Ф. Демченко, В.С. Шамсутдиновой, Г.П. Шестере, В.В. Глебову за помощь при проведении исследований и со-

трудникам Экспериментальной морской базы в п. Посъет: Г.В. Поликарповой, Н.Н. Коноваловой, В.Н. Григорьеву, Е.Н. Шевченко, Л.А. Золотовой, С.А. Калашниковой за помощь в сборе и предоставлении материалов.

Литература

- А.с. 826998. 1981. Коллектор для искусственного разведения моллюсков (авт. Д.Д. Габаев, С.М. Львов) МКЛ² А ОТК 61/00. № (21) 2783044/28-3; Заявлено 18.06.1979; Оpubл. 07.05.1981. Бюл. № 17. 2 с.
- Белогрудов Е.А. 1980. Биологические основы культивирования приморского гребешка *Patinopecten yessoensis* (Jay) (Mollusca, Bivalvia) в заливе Посьета (Японское море): Диссертация ... кандидата биологических наук. Владивосток: ТИНРО. 134 с.
- Белогрудов Е.А. 1987. Биология и культивирование приморского гребешка // Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М.: Агропромиздат. С. 66–71.
- Белогрудов Е.А., Скобленева Н.М. 1983. Прогнозирование сроков установки коллекторов и количества спата приморского гребешка // Марикультура на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО. С. 10–13.
- Бирман И.Б. 1985. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей. М.: Агропромиздат. 208 с.
- Брыков В.А., Колотухина Н.К. 2009. Биологические основы культивирования приморского гребешка в прибрежных водах Приморского края // Вопросы рыболовства. Т. 11, № 3(43). С. 564–586.
- Брыков В.А., Колотухина Н.К., Таупек Н.Ю., Радовец А.В. 2003. Эффективность сбора молоди приморского гребешка на коллекторы, решение оптимизационной задачи // Вопросы рыболовства. Т. 4, № 2(14). С. 327–346.
- Габаев Д.Д. 1981. Оседание личинок двустворчатых моллюсков и морских звезд на коллекторы в заливе Посьета Японское море // Биология моря. № 4. С. 59–65.
- Габаев Д.Д. 1982. Искусственное увеличение личинок приморского гребешка в планктоне // Второй Всесоюзный съезд океанологов: Тезисы докладов. Вып. 6. Биология океана. Севастополь: МГИ АН СССР. С. 119–120.
- Габаев Д.Д. 1986. Создание оптимальных условий для выращивания гребешка и мидии в зал. Посьета // Рыбное хозяйство. № 7. С. 42–43.
- Габаев Д.Д. 1988. Динамика численности промысловых двустворчатых моллюсков на коллекторах и границы ее асинхронности // Третья Всесоюзная конференция по морской биологии: Тезисы докладов. Часть 2. Киев: ИНБЮМ АН СССР. С. 230–231.
- Габаев Д.Д. 1989. Биологическое обоснование новых методов культивирования некоторых промысловых двустворчатых моллюсков в Приморье: Диссертация ... кандидата биологических наук. Владивосток: ТИНРО. 129 с.
- Габаев Д.Д. 2008. Беспересадочное разведение промысловых двустворчатых моллюсков // Вопросы рыболовства. Т. 9, № 1(33). С. 218–243.
- Габаев Д.Д. 2009. Динамика численности некоторых видов двустворчатых моллюсков в российских водах Японского моря и ее прогноз // Океанология. Т. 49, № 2. С. 237–247.
- Габаев Д.Д., Калашиникова С.А. 1980. Выращивание личинок приморского гребешка до стадии оседания // Биология моря. № 5. С. 85–87.
- Гаврилова Г.С. 2005. Марикультура беспозвоночных на Дальнем Востоке: этапы, итоги, задачи // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра (ТИНРО-центра). Т. 141. С. 103–120.
- Гаврилова Г.С., Кучерявенко А.В., Одинцов А.М. 2006. Результаты и перспективы культивирования приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Владимира (Японское море) // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра (ТИНРО-центра). Т. 147. С. 385–396.
- Гуйда Г.М., Брегман Ю.Э., Макарова Л.Г., Викторовская Г.И. 1986. Получение жизнестойкого спата приморского гребешка в лабораторных условиях // Биология моря. № 1. С. 64–67.
- Дзюба С.М. 1986. Половая структура и гаметогенез // Приморский гребешок. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 118–130.
- Коновалова Н.Н., Поликарпова Г.В. 1983. Промышленный сбор спата приморского гребешка // Рыбное хозяйство. № 9. С. 27.
- Куликова В.А., Табунков В.Д. 1974. Экология, размножение, рост и продукционные свойства популяции гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Dysodonta, Pectenidae) в лагуне Буссе (залив Анива) // Зоологический журнал. Т. 53, вып. 12. С. 1767–1774.
- Ляшенко С.А. 2008. Состояние естественного воспроизводства двустворчатых моллюсков в прибрежной зоне южного Приморья и перспективы их культивирования: Диссертация ... кандидата биологических наук. Владивосток: ТИНРО-центр. 161 с.

- Милейковский С.А. 1970. Зависимость размножения и нереста морских шельфовых донных беспозвоночных от температуры воды // Труды Института океанологии АН СССР. Т. 88. С. 113–148.
- Новожилов А.В., Григорьева Н.И., Вышковцев Д.И., Лебедев Е.Б. 1991. Течения и горизонтальная турбулентность в бухтах залива Посёта (Японское море) // Рациональное использование биоресурсов Тихого океана: тезисы докладов Всесоюзной конференции. Владивосток: ТИНРО. С. 61–63.
- Омельяненко В.А., Куликова В.А. 2011. Пелагические личинки донных беспозвоночных залива Восток (залив Петра Великого, Японское море): состав, фенология и динамика численности // Биология моря. Т. 37, № 1. С. 9–21.
- Покудов В.В., Власов Н.А. 1980. Температурный режим прибрежных вод Приморья и острова Сахалин по данным ГМС // Труды Дальневосточного научно-исследовательского гидрометеорологического института. Вып. 86. С. 109–118.
- Разин А.И. 1934. Морские промысловые моллюски южного Приморья // Известия Тихоокеанского научного института рыбного хозяйства. Т. 8. С. 1–110.
- Раков В.А., Зуенко Ю.И., Свитина А.Г. 2007. Особенности распространения личинок и роста спата приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в бухте Клевка Японского моря // Исследования морских экосистем и биоресурсов. М.: Наука. С. 519–530.
- Справочник по культивированию беспозвоночных в южном Приморье. 2002. Сост. А.В. Ку-
черявенко, Г.С. Гаврилова, М.Г. Бирюлина. Владивосток: ТИНРО-центр. 83 с.
- Юрасов Г.И., Яричин В.Г. 1991. Течения Японского моря. Владивосток: ДВО АН СССР. 176 с.
- Ямамото Г. 1964. Разведение приморского гребешка в заливе Муцу. Издание японских рыбопромышленников (Нихон суйсанкай). 80 с. [На японском яз.].
- Beukema J.J. 1976. Biomass and species richness of the macrobenthic animals living on the tidal flats of the Dutch Wadden sea // Netherlands Journal of the Sea Research. V. 10, N 2. P. 236–261.
- FAO. 2009. Fisheries Technical Paper. Roma. 457 p.
- Ito S., Kanno H., Takahashi K. 1975. Some problems on culture of the scallop in Mutsu Bay // Bulletin of the Marine Biological Station Asamushi. V. 15, N 2. P. 89–100.
- Loosanoff V.L., Davis H.C. 1947. Staining of oyster larvae as a method for studies of their movements and distribution // Science. V. 106, N 2742. P. 597–598.
- Silina A. 2010. Social control of sex change in scallop *Patinopecten yessoensis*: response to population composition // 17th World congress of Malacology, 18–24 July 2010, Phuket, Thailand. S. Panha, Ch. Sutcharit, P. Tongkerd (Eds.). Chulalongkorn University. P. 359.
- Syasina I.G. 2007. Histopathology of the Japanese scallop, *Mizuhopecten yessoensis*, cultured in the experimental marine farm in Minonosok Bay (Russian Far East) // Korean Journal of Malacology. V. 23, N 2. P. 173–180.