

===== АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО =====
УДК 639

**БЕСПЕРЕСАДОЧНОЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ
ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ**

© 2008 г. Д.Д. Габаев

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

Поступила в редакцию 25.04.2007 г.

Окончательный вариант получен 13.06.2007 г.

Представлено обоснование разработанного нами в 80-х годах прошлого века беспересадочного способа культивирования приморского гребешка на донных коллектор-садках. В этом способе по количеству ледовых дней в мелководных бухтах прогнозируется урожайность молоди гребешка на коллекторах, и, в зависимости от прогноза, проводят операции, обеспечивающие постоянное и оптимальное количество молоди. В отличие от традиционного способа, коллекторы для сбора личинок гребешка выставляют в реализованной (свободной) нише, что уменьшает численность конкурентных и хищных видов. Это позволяет без пересадок выращивать гребешка и сопутствующие виды до промыслового размера, а ценные долгоживущие виды – до жизнестойкого возраста. Эксплуатацию коллекторов можно проводить с промыслового судна, что делает технологию культивирования механизированной и рентабельной.

ВВЕДЕНИЕ

Кажется, уже все согласны с тем, что будущее рыбного хозяйства – это аквакультура. Создание управляемых хозяйств аквакультуры – одна из основных целей рыбохозяйственных исследований (Шунтов, 2000). Марикультура в Приморье существует уже более 30 лет, но ее результаты весьма скромные, несмотря на значительное развитие этого направления за последние годы (в 2001 г. в крае было 14 хозяйств, занимающихся марикультурой, произведено 302 т продукции, а в 2004 г. – 36, произведено 688,7 т продукции), состояние ее нельзя назвать удовлетворительным (Марикультура Приморья, 2005). Соседние страны со сходными климатическими условиями (Китай, Япония) демонстрируют огромные достижения в этой области. Только в 1967 г. в Японии началось подвесное выращивание приморского гребешка *Patinopecten yessoensis*, но уже к 1977 г. продукция его в садках достигла 40 000 т (Kafuku, Ikenoue, 1983). В 1984 г. продукция посаженного на дно и дикого гребешка в Японии составляла 135 239 т, а подвесное выращивание возросло до 73 981 т (Ito, 1988). Ежегодный прирост продукции аквакультуры в Китае за последнее десятилетие превышает 1-2 млн. т (Зиланов, Мамонтов, 2003). Эти результаты наводят на размышления о причинах нашего отставания. Собственные наблюдения за корейскими и китайскими мариводами, показывающими более высокую производительность труда в нашем зал. Посыта говорят о различиях в менталитете. Наши мариводы

проигрывают иностранцам в рутинной работе. В период выбора путей в марикультуре для двустворчатых моллюсков-фильтраторов ставилась задача создать технологии, позволяющие обеспечить более дешевое выращивание, чем промысел. Предполагалось, что с их использованием культивирование будет сводиться по сути дела к предоставлению субстрата личинкам и, иногда, к защите от хищников (Предисловие, 1973). Однако, наши разработчики облегчили себе задачу и скопировали азиатские технологии, применение которых оказалось у нас убыточным. Даже самый дешевый способ выращивания гребешка – отсадка на дно спата может осуществляться только при фантастическом кредитовании: период кредитования – 7 лет; льготный период (без выплат) – 4 года (Жук, 2002). Какой же банк даст кредит под негарантированное содержание спата на дне? Поэтому вышеуказанные объемы выращивания получены с убытками, покрытыми прибылью в другой сфере деятельности, в том числе и браконьерской. Применение азиатских технологий не позволяет марихозяйствам увеличивать объемы культивирования.

В существующих схемах разведения приморского гребешка, тихоокеанской мидии, тихоокеанской устрицы, непременно присутствует ручная операция по пересадке молоди из коллекторов в садки, на дно, или же очистка лишней молоди с коллектора (Белогрудов, 1987; Раков, 1987; Шепель, 1987; Патент №2149541 РФ). операция по пересадке мидийных коллекторов в сетные рукава не увеличивает продукцию, но требует ручного труда для изготовления рукавов и пересадки в них коллекторов; заглубления и подъема плантации после зимнего притапливания, подъема рукавов на поверхность, извлечения из них коллекторов и пересадки их в новые рукава (Шепель, 1986). Затем нужно снова притопить плантацию на зиму и поднять ее на поверхность с выращенным урожаем. Нужны и материалы для рукавов. После всех этих операций мы еще «надеемся», что технология будет рентабельной.

Плачевные результаты в рутинной работе и мировые достижения наших рыбаков в доперестроечный период позволяют сделать вывод о том, что высоких результатов в разведении мы достигнем в том случае, если эти технологии ничем не будут отличаться от промысла. Различие между технологией разведения и промыслом должно быть только во времени отстоя ловушек. Для вылова краба ловушки ставят на дно на 2-3 дня, а коллектор-садки для выращивания гребешка нужно ставить на дно на 2-3 года. Это позволит операции с коллекторами проводить с маломерного промыслового судна при помощи судовых механизмов. Замена ручного труда на механизированный увеличит объемы производства и позволит задействовать под марикультуру открытые акватории.

Отход молоди приморского гребешка при пересадке из коллекторов в садки составляет 30% (Габаев, 1986). Эта надводная операция вызывает задержку роста гребешка (кольцо помех). Как правило, мариводы ведут эту пересадку на

берегу, так что осевшие вместе с гребешком ценные виды беспозвоночных (камчатский краб, трепанг, кукумария, морские ежи) погибают. Для этой технологии нужны надводные плантации и закрытые бухты, а судно с подъемными механизмами работать на таких плантациях не может. Закрытые бухты быстро истощаются. В каждый последующий сезон вновь осевшей молоди мидии становится гораздо меньше (Кулаковский, Кунин, 1983). Снижение уровня воспроизводства гребешка и мидии отмечено и в б. Миноносок зал. Посьета (Габаев и др., 1998). В настоящее время внутренняя часть б. Миноносок уже не используется для марикультуры, а б. Алексеева о. Попова и б. Северная (Славянский залив) закрылись еще раньше. Японская технология разведения морского гребешка нерентабельна и в Европе (Раков, 1984). Там тоже ведутся исследования с целью уменьшения пересадок гребешка (Frechette et al., 2000).

Для упрощения процесса выращивания в середине 80-х годов была создана беспересадочная технология разведения приморского гребешка на коллектор-садках, стоящих на дне (Габаев, 1985, 1989). В отличие от пересадочной технологии, настроенной на размещение коллекторов в потенциальной нише (пианка, 1981) и последующей борьбой с сорными и хищными видами, предлагаемый способ использует реализованную (свободную) нишу с меньшим присутствием нежелательных видов. Поиск реализованной ниши мы проводили в 70-80-х годах прошлого века.

Беспересадочное разведение моллюсков осуществимо, если на коллекторах удастся создать плотность, оптимальную для товарного выращивания. Создать эту плотность можно тогда, когда знаешь, от чего она зависит. На численность осевших личинок влияют климатические особенности года и конструкция коллекторов. Чтобы добиться постоянной, оптимальной численности молоди, нужно уметь ее прогнозировать. Коллектор-садки нужно ставить на дно в соответствии с прогнозом. С учетом конкурирующих видов оптимальной считается такая численность гребешков, суммарная проективная площадь которых в 1,5-2 раза меньше предоставленной им площади (Габаев, 1985). В пересчете на 1 м² это будет 25-45 экз. товарных особей. Для получения оптимального количества личинок требовалось определить:

1. Время выставления коллектор-садков.
2. Глубину погружения коллектор-садков.
3. Место выставления коллектор-садков.
4. Размер оболочки коллектор-садков.
5. Расстояние между пластинами коллектор-садка.
6. Заращение коллектор-садков.
7. Факторы, влияющие на численность молоди.
8. Возможность предотвращения неурожайного года.

Перспективность технологии должна быть доказана при сравнении с существующими технологиями. Результатам этих экспериментов и посвящена данная статья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В течение 1977-2003 гг. отмечали продолжительность ледового периода в мелководных бухтах зал. Посъета. Ежесуточные значения солёности, температуры и обилия осадков в зал. Посъета для летних месяцев 1977-2003 гг. взяты на Посъетской метеостанции. По показателям средней температуры воды было подсчитано стандартное отклонение, характеризующее изменчивость температуры. Значения солнечной активности, выраженные в числах Вольфа, взяты в интернете: ftp://ftp.ngdc.noaa.gov/STP/SOLAR_DATA/SUNSPOT_NUMBERS/YEARLY_PLT.

Наблюдения за воспроизводством приморского гребешка начинали с изучения динамики гонадного индекса. Каждые десять дней с середины мая до конца июня 1977-1990 гг. в зал. Посъета водолазным методом отлавливали 25-30 экз. приморского гребешка, взвешивали общую массу, массу мягких тканей, мускула и гонад с точностью $\pm 0,02$ г. Аналогичную работу проводили в 1985-1987 гг. в бухте Кит и в 1988-1989 гг. в заливе Владимира (среднее Приморье). Гонадный индекс у гребешков определяли по методу Ито и соавторов (Ito et al., 1975). Время наступления нереста моллюсков определяли по снижению гонадного индекса.

Через неделю после нереста, раз в два-три дня в 1977-1990 гг. в горизонте 0-10 м на 1-3 ст. б. Миноносок зал. Посъета (рис. 1), в течение 4 лет на 5 станциях б. Кит (рис. 4) и в течение двух лет на 4 станциях зал. Владимира сетью Апштейна брали планктонные пробы. В 1985 г. в б. Кит на самой глубоководной станции пробы планктона брали с 20 и 10 м. Размер ячеек мельничного сита – 100 мкм. Планктонные пробы фиксировали 4% формалином. Просчет и измерение личинок проводили в камере Богорова под микроскопом МБС-1, а численность личинок пересчитывали на 1 м^3 .

После достижения личинками гребешка 250 мкм, на нескольких станциях упомянутых акваторий выставляли коллекторы нескольких конструкций. В 1977-1980 гг. в северо-западной части зал. Посъета на дно выставили 1 600 донных коллекторов (рифов) длиной по 6 м из сетематериалов или из пластмассы (а.с. №730331). Рифы были привязаны к «вожаку» на расстоянии 4 м друг от друга. Плавучесть 5 кг не позволяла субстрату в течение 2-х лет касаться дна. Для защиты субстрата от морских звезд и ежей рифы соединялись с грузом только веревкой о 3-6 мм. Нахождение плавучести под водой приводило к натяжению этой веревки, что не позволяло хищным иглокожим добраться до субстрата. На семи станциях часть рифов в западном, либо восточном направлениях была укрыта за мысами, на трех станциях часть рифов выставляли поперек основного направления (Габаев, 1981). Кроме рифов, почти в каждом районе на дно были

выставлены гирлянды мешочных коллекторов японской конструкции длиной 16 м. В 1981, 1982, 1985, 1987 и 1989 гг. на дно выставляли только мешочные коллекторы. В 1988 и 1990 гг. на экспериментальную плантацию в б. Миноносек зал. Посьета через день с конца мая до конца июня подвешивали по две гирлянды. После достижения молодью гребешка 8-10 мм по высоте раковины, часть рифов и все промышленные коллекторы поднимали на поверхность. Гребешок и сопутствующие виды снимали с субстратов, измеряли и подсчитывали количество живых и мертвых особей. Высоту раковин у 30-50 особей приморского гребешка измеряли штангенциркулем с точностью $\pm 0,1$ мм. По многолетним данным, взаимосвязи времени наблюдения и высоты раковины гребешка было составлено уравнение:

$$H = 4,7703 + 0,7631 \times \text{дата} (R^2 = 0,532),$$

где дата – время наблюдений. Позже, результаты измерения гребешка приводили к одной дате (23 сентября) следующим образом: разницу между фактическим значением высоты раковины и расчетным на момент измерения использовали для поправки расчетного значения высоты раковины, полученного для 23 сентября.

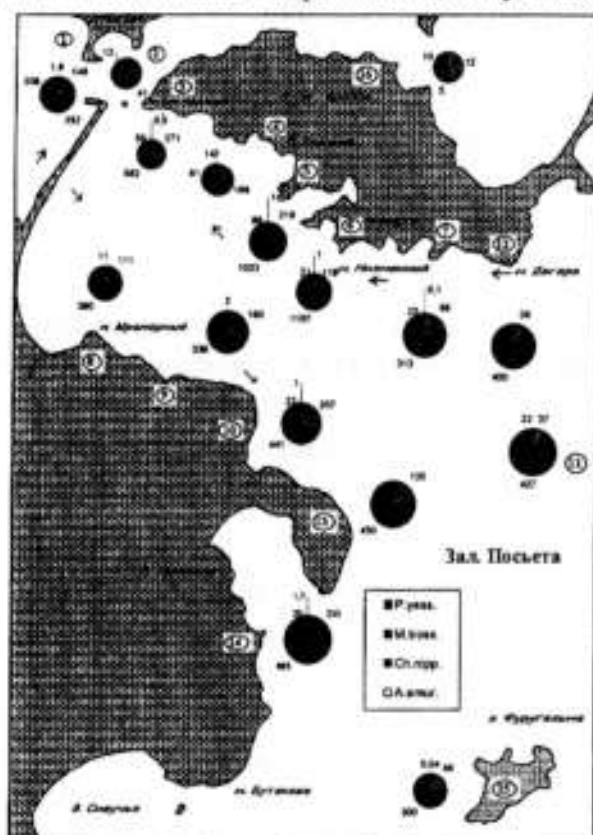


Рис. 1. Карта-схема северо-западной части зал. Посьета с результатами многолетнего сбора молоди двустворчатых моллюсков и амурской звезды на гребешковые коллекторы (экз/м²). Стрелками показан путь приноса личинок, см: (Габаев, 1981).

Fig. 1. The card-scheme of northwest part of Posyet Bay with results of perennial collection young bivalve mollusks and Amur starfish on scallop collectors (ind/m²). Arrows is shown way bring larvae, look: (Gabaev, 1981).

Снятую с субстратов молодь пересаживали в садки и на дно. Годовалого гребешка из коллектор-садков (а. с. №826998) также пересаживали в садки и на дно. Часть коллектор-садков оставляли под водой на 2-й и 3-й год. Выживаемость гребешка определяли по соотношению живых и мертвых особей. Для этого моллюсков отлавливали на дне с помощью водолазного дночерпателя или драги, оснащенной аквапланом. Темп линейного роста определяли с помощью штангенциркуля, а весовой рост – с помощью весов ВЛТК-500. Конечную продукцию определяли по общей биомассе вида на устройстве. Основной объем работ по этому эксперименту проводили в 1977-1995 гг. в зал. Посъета, в 1985-1988 гг. в б. Кит и в 1988, 1989 и 1999 гг. в зал. Владимира.

На створках приморского гребешка наблюдаются суточные кольца роста (Силина, 1978, 1983). Подсчитывая количество суточных колец, мы определяли время оседания личинок на коллекторы. Для этого в 1978-1980 гг. на каждой станции в зал. Посъета с трех горизонтов у 5 гребешков под микроскопом МБС-1 подсчитывали общее количество суточных колец, а окуляр-микрометром измеряли высоту раковины моллюсков.

Влияние размера ячеек в оболочке коллектора на численность молоди определяли в 1982 г. на коллектор-садках, состоящих из 20-ти конусообразных пластин, обтянутых оболочкой с 6-ю вариантами размера ячеек. Использовали по 2 повторности оболочки. Контролем были коллектор-садки без оболочки. В последующие годы наблюдали за содержимым коллекторов, имеющих 2-3 варианта размеров отверстий. На 3-х участках марикультуры в 1985-1990 гг. проводили эксперименты с коллектор-садками, имеющими разное расстояние между пластинами. Оптимальным для нашего способа устройством должна быть стоящая на дне стенка из набора Г-образных элементов под общей оболочкой (Габаев, 1995). Пресс-формы для изготовления этого элемента не было, поэтому эксперименты проводили на коллектор-садках, состоящих из гирлянд полиэтиленовых конусов (а. с. №826998).

Полученные данные были анализированы статистически с помощью программы STATISTICA 6.0. Перед анализом, каждое значение было стандартизировано ($\log(X+1)$). Мультидименсионный анализ (MDS) проводили после получения матрицы в факторном анализе. Значения дисперсионного анализа были тестированы на уровне $\alpha = 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нерест приморского гребешка раньше начинается и заканчивается в мелководных бухтах (Белогрудов, 1981). В зависимости от температурных особенностей года нерест начинается в разное время. Это показали наши наблюдения за динамикой гонадного индекса в б. Миносок зал. Посъета. В годы с поздней весной производители приморского гребешка нерестились в первой половине июня (табл. 1) и эти годы оказывались более благоприятными для его

воспроизводства. В годы с ранней весной нерест гребешка завершался до 30 мая (табл. 1). Эти годы, как правило, оказывались не оптимальны для воспроизводства гребешка. Почти на месяц запаздывает нерест на выходе из зал. Посъета. Еще позже происходит нерест в открытом побережье Приморья (табл. 1). Пелагический период у гребешка при 17-12 °С длится 20-25 дней (Габаев, Калашникова, 1980), но растянутость нереста в популяции удлиняет пелагический период вида. Поэтому, общая продолжительность встречаемости личинок в зал. Посъета составляет около 2-х месяцев (Белогрудов, 1981).

Таблица 1. Время нереста приморского гребешка на исследуемой акватории.

Table 1. The spawning time of Japanese scallops on study area.

Время наблюдения, годы	Время нереста	Акватория
1983, 1986 и 1988	первая половина июня	б. Миноносок, зал. Посъета
1978, 1987 и 1989	до 30 мая	-- " --
1977 и 1979	после 25 июня	о. Фуругельма, зал. Посъета
1978 и 1985	18-20 июня	-- " --
1985	к 16 июня	б. Кит (среднее Приморье)
1986	к 12 июля	-- " --
1988	к 21 июня	-- " --
1988	к 29 июня	зал. Владимира (северное Приморье)
1989	после 12 июля	-- " --

В соответствии с началом нереста, изменяется и момент оседания личинок на коллекторы. Измеряя общее количество суточных колец на раковинах гребешка мы пришли к выводу, что оседание личинок гребешка, как правило, раньше начинается в мелководных, быстрее прогреваемых районах, на верхних горизонтах, что подтверждают наблюдения В.Н. Мальцева (1975). Однако, на отдельных станциях (ст. 4, 1979 г.) оседание начиналось со средних горизонтов, а на ст. 10 в 1979 г. и на ст. 7 в 1980 г. – с нижних (табл. 2). Это можно объяснить нарушением закономерного хода температуры воды под влиянием динамических факторов, чаще всего сгонно-нагонного и приливного характера (Конев, 1990). Позже всего личинки гребешка оседали на ст. 6 и 7 – приближенные к глубоководным скоплениям гребешка.

Сравнительно мелкие размеры спата в холодноводных районах о. Фуругельма (ст. 15) и б. Калевала (ст. 14) (табл. 2, 3) говорят о том, что личинки слабо удаляются от производителей. Несмотря на то, что общая продолжительность времени нахождения личинок гребешка в планктоне достигает 60 дней, в массовом количестве они встречаются 22-30 дней (Белогрудов, 1981). Раннее и позднее выставление коллекторов уменьшает численность приморского гребешка (табл. 4) (рис. 2). Поэтому, время выставления коллекторов влияет на численность молоди. Наиболее оптимально, на наш взгляд, более раннее выставление коллекторов, поскольку на этих коллекторах не только больше приморского гребешка, но и меньше конкурирующих и хищных видов (рис. 2).

Их нерест начинается, как правило, позже гребешка (Касьянов и др., 1980). Личинки приморского гребешка в зал. Петра Великого находятся в планктоне с конца мая по вторую половину июля, японский гребешок (*Chlamys nipponensis*) появляется в июле, а тихоокеанская мидия (*Mytilus trossulus*) с конца мая до начала сентября (Белоградов и др., 1986).

Таблица 2. Высота раковины и количество суточных колец у спата приморского гребешка в зал. Посыета.

Table 2. The height of shell and amount of daily rings at spat the Japanese scallops in Posyet Bay.

Время наблюдений	Станции из рис. 1	Высота раковины, мм			Количество суточных колец		
		*	**	***	*	**	***
31.08.78	5	15,7	14,6	8,0	50	52	35
06.09.78	14	16,3	13,4	10,4	58	33	33
11.09.78	10	17,3	16,6	12,6	50	45	40
12.09.78	3	13,8	14,7	12,5	47	47	43
14.09.78	1	19,4	17,1	13,7	72	57	49
10.10.79	6	14,0	13,0	15,0	68	63	48
15.10.79	10	17,5	16,4	15,3	75	71	81
16.10.79	14	17,4	14,5	14,5	76	79	74
24.10.79	3	17,6	14,6	15,0	93	72	69
03.10.79	4	17,0	15,0	16,0	73	90	52
29.09.80	3	19,0	19,0	19,0	—	108	88
29.09.80	6	15,0	15,0	16,0	133	140	113
29.09.80	5	18,0	18,0	18,0	141	132	140
29.09.80	7	18,0	19,0	17,0	102	96	106

Примечание: * – верхний коллектор, ** – средний коллектор, *** – нижний коллектор.

Note: * – top collector, ** – average collector, *** – bottom collector.

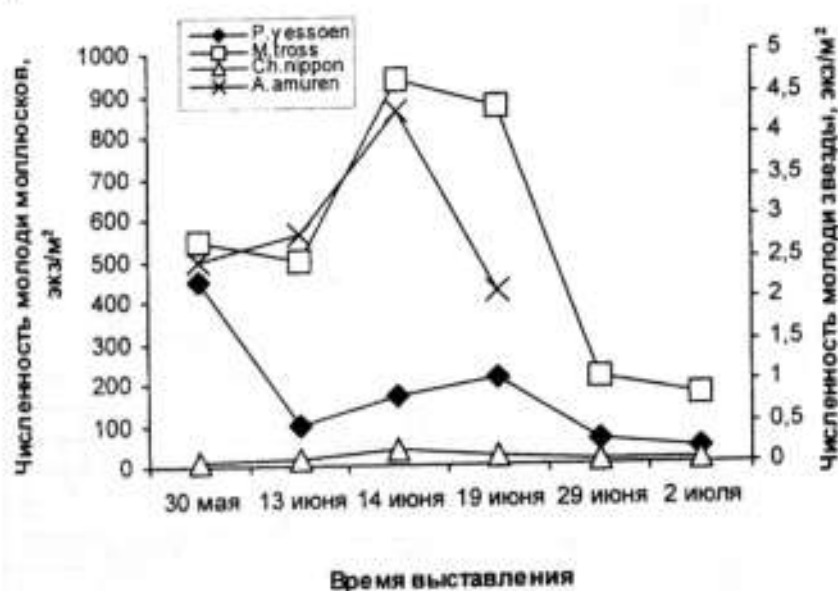


Рис. 2. Численность молоди двустворчатых моллюсков и амурской звезды на гребешковых коллекторах, выставленных в б. Миноносок в разные дни 1990 г.

Fig. 2. Amount of youngs bivalve mollusks and starfish on scallop collectors, exposed in Minonosok Inlet in miscellaneous days 1990.

Таблица 3. Средняя высота раковины (мм) приморского гребешка в конце августа 1982 г.
Table 3. The average height of shell (mm) of Japanese scallop at the end of august 1982.

Станции из рис. 1	Расположение в гирлянде		
	Верхний коллектор	Средний коллектор	Нижний коллектор
14	11,4 \pm 0,2	12,2 \pm 0,1	9,7 \pm 0,1
15	11,4 \pm 0,1	9,0 \pm 0,2	9,9 \pm 0,1
12	14,6 \pm 0,2	15,2 \pm 0,2	13,9 \pm 0,3
7	14,5 \pm 0,2	9,0 \pm 1,0	10,8 \pm 0,2
9	11,9 \pm 1,4	13,8 \pm 1,2	15,5 \pm 0,8
10	13,6 \pm 1,4	13,2 \pm 1,5	11,3 \pm 1,7
4	13,6 \pm 1,1	15,2 \pm 1,3	14,6 \pm 1,2
6	13,4 \pm 1,1	12,3 \pm 1,5	11,7 \pm 1,4
5	16,6 \pm 0,9	15,7 \pm 1,2	14,8 \pm 1,1
8	16,2 \pm 1,1	17,5 \pm 0,7	13,9 \pm 0,9
1	16,7 \pm 0,9	18,4 \pm 0,7	18,5 \pm 0,9

Таблица 4. Численность молоди приморского гребешка на коллекторах, выставленных в Приморье в разное время.

Table 4. Amount of young Japanese scallops on collectors, exposed in Primorye in miscellaneous time.

Время выставления коллекторов	Время наблюдений	Численность молоди гребешка (экз./м ²)
бух. Миноносок		
20.11.1979	1980	6,7
11.06.1980	--"---	185,1
17.06.1980	--"---	145,8
06.07.1980	--"---	20,6
10.06.1981	1981	282,6 \pm 106,2
11.06.1981	--"---	270,2 \pm 103,3
12.06.1981	--"---	304,7 \pm 134,8
16.06.1981	--"---	256,9 \pm 101,7
19.06.1981	--"---	174,0 \pm 72,9
26.06.1981	--"---	29,9
30.06.1981	--"---	23,1
07.06.1982	1982	192,2 \pm 33,8
08.06.1982	--"---	136,2 \pm 37,0
09.06.1982	--"---	181,1 \pm 49,9
10.06.1982	--"---	150,9 \pm 40,6
11.06.1982	--"---	161,5 \pm 65,5
15.06.1982	--"---	65,8 \pm 20,0
16.06.1982	--"---	86,3 \pm 50,4
17.06.1982	--"---	58,1
бух. Кит		
14.07.1987	1987	291,7 \pm 136,0
20.07.1987	--"---	191,8 \pm 140,4
05.08.1987	--"---	14,1 \pm 10,7
зал. Владимира		
28.06.1989	1989	4,3 \pm 2,9
07.07.1989	--"---	23,5 \pm 5,2
09.07.1989	--"---	26,7 \pm 18,5

Меньшая численность конкурентов на коллекторах, выставленных в море в первой половине июня, позволяет первым гребешкам обогнать в росте тех, кто

заселил субстраты позже. В б. Миноносек зал. Посыета на коллекторах, выставленных 8 июня 1988 г., к 28 сентября спат достигал $14,84 \pm 3,26$ мм по высоте раковины, а на выставленных 19 июня, к 11 октября спат достигал только $12,78 \pm 2,89$ мм. Биотические взаимоотношения имеют более важное значение в создании продукции, чем абиотические факторы (Cusson, 2005).

У каждого вида, оседающего на коллекторы, имеется оптимальный горизонт, на котором численность его личинок максимальна (Габаев, 1982). вертикальное распределение личинок зависит от термопатии вида. Чем южнее центр его ареала, тем позже вид нерестится и тем более верхний горизонт занимают его личинки на субстрате. В полузакрытых бухтах со слабым перемешиванием личинки гребешка оседают на коллекторы в слое 6-10 м (Белогрудов, 1987). В отдельные, рекордно штилевые годы (1987, 1993, 1997) сильная стратификация приводила к тому, что личинки многих видов беспозвоночных в б. Миноносек зал. Посыета не опускались глубже 8 м. В то же время в открытой б. Рейд Паллада этого не наблюдалось. Наиболее оптимальный горизонт для сбора личинок приморского гребешка в б. Рейд Паллада располагается на глубине 9-16 (Габаев, 1981). В урожайные годы, начиная с 8 м численность гребешка превышает 200 экз/м^2 . С 10 до 15 м численность приморского гребешка превосходит численность основного конкурента – тихоокеанской мидии. Личинки основного хищника – амурской звезды (*Asterias amurensis*) глубже 14,5 м, как правило, не встречаются (рис. 3).

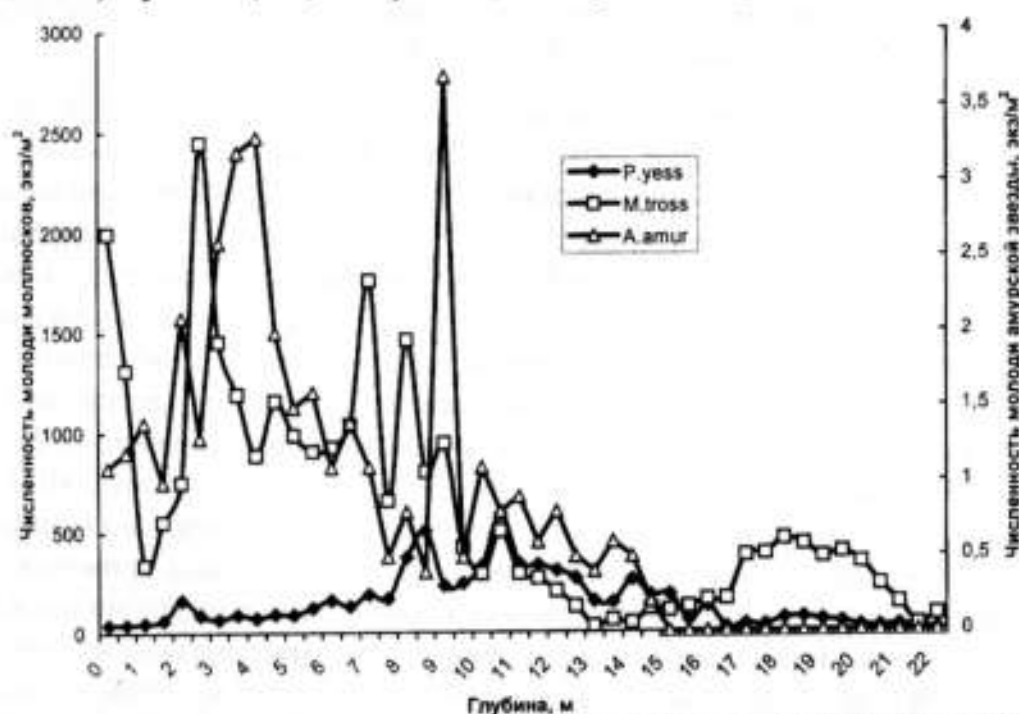


Рис. 3. Вертикальное распределение на гребешковых коллекторах приморского гребешка, тихоокеанской мидии и амурской звезды в зал. Посыета.

Fig. 3. Vertical distribution on scallop collectors of Japanese scallop, pacific mussel and Amur starfish in Posyet Bay.

В 1978-1979 гг. в северо-западной части зал. Посъета на 13 станциях наблюдалась достоверная положительная корреляция между глубиной (0-16 м) и численностью молоди приморского гребешка ($r=0,67-0,69$). Даже по двухлетним наблюдениям между этими станциями наблюдалось достоверное сходство в вертикальном распределении. Погрешность среднего арифметического при 95% вероятности на каждом исследованном горизонте не превышала среднего арифметического (рис. 3, Габаев, 1981). В последующие годы нижний горизонт достоверной положительной взаимосвязи располагался на 13-14 м. Возможно, это связано с температурными особенностями года, поскольку между этим горизонтом и температурой воды в июне наблюдалась слабая положительная взаимосвязь: $r=0,41$. Отрицательная взаимосвязь между глубиной и численностью молоди на некоторых мелководных станциях, по-видимому, связана с тем, что нижние коллекторы оказывались пустыми (табл. 5). Сопоставление этих наблюдений с типом грунта позволяет предположить, что причиной плохого оседания личинок на нижние коллекторы может стать илистый грунт. Частицы ила на мелководье легко взмывают и покрывают субстрат наилком, препятствующим оседанию и обитанию молоди (Переладов, 1990). Возрастание численности личинок гребешка с глубиной на некоторых станциях с твердым дном (табл. 5) может быть вызвано снижением течения при соприкосновении с неровным грунтом, а также повышением освещенности у дна. В пелагический период обилие пищи не определяет местоположение личинок. В стратифицированных водах пища обычно значительна в верхних 10 м, но личинки морского гребешка *Placopecten magellanicus* в основном концентрировались ниже 10 м и не агрегировались в соответствии с концентрацией пищи (Tremblay, Sinclair, 1990).

По-видимому, интенсивное перемешивание в открытой б. Кит способствует тому, что вертикальное распределение молоди на коллекторах более равномерно, чем в зал. Посъета. На горизонте 5-16 м в б. Кит мы не обнаружили достоверной положительной взаимосвязи между глубиной и численностью приморского гребешка ($r=0,37$), и на всех станциях было обнаружено достоверное сходство в вертикальном распределении личинок. На трех станциях из пяти максимальная численность молоди гребешка наблюдалась на коллекторах, помещенных на глубину 12 м (табл. 6). Глубокое расположение личинок подтверждают и планктонные пробы. Планктонная сеть, облавливающая горизонт 0-20 м, отлавливала в 1,5-2,0 раза больше личинок гребешка, чем горизонт 0-10 м. В зал. Владимира, на гирлянде, состоящей из 9 коллектор-садков, занимающих горизонт 0-9 м, было замечено возрастание численности спата приморского гребешка от поверхности до дна в 6 раз и снижение тихоокеанской мидии в 13 раз. На мелководных станциях концентрация пищи максимальна на 9-10 м (Звалинский и др., 2006; Claereboudt et al., 1994; Frechette et al., 2000). Однако, конкуренция оказывает большее влияние на темп роста гребешка, чем пища. На гирлянде, представленной девятью коллектор-садками, размещенными на горизонте 5-16 м в б. Кит, общий вес годовалого приморского гребешка был

максимальным на глубине 12 м (2 664,0 г). На глубине 15 м вес гребешка был выше, чем на 9 м (1 890,7 и 1 072,5 г соответственно). Если бы эти субстраты остались еще на 2 года под водой, то различие в темпах роста было бы еще значительнее: горизонт 15-20 м больше подходит для культивирования гребешка *Placopecten magellanicus*, чем 9-10 м (Claereboudt et al., 1994; Frechette et al., 2000). Для беспересадочного выращивания гребешка нужно учитывать конкурентов и хищников, поэтому и коллекторы следует выставлять в горизонте их минимальной численности, на глубине 9-16 м (Габаев, 1981).

Таблица 5. Вертикальное распределение молоди приморского гребешка на мешочных коллекторах, стоящих на дне в зал. Посыета в 1982 г. (экз./м²). Номера станций взяты из рис. 1.
Table 5. Vertical distribution of Japanese scallop on scallop collectors stood at the bottom in Posyet Bay in 1982 (ind/m²). Number stations take from Fig. 1.

Глубина, м	ст. 1	ст. 4	ст. 5	ст. 6	ст. 7	ст. 8	ст. 9	ст. 10	ст. 12	ст. 14	ст. 15	*
1						51						
1,5						79						
2						103						
2,5						86	33					+
3						73	52					+
3,5						98	65					+
4						83	81	83				+
4,5				19		143	53	54				+
5	250	16		15		87	58	48				-
5,5	152	57		14	17	67	122	132				+
6	136	65		13	32	105	133	28		81		+
6,5	173	67		28	19	47	139	111		193		+
7	201	55	208	14	33	117	102	177		185		+
7,5	264	26	156	31	54	55	142	113		163		+
8	256	13	212	39	47	160	116	178	41	254		+
8,5	205	58	310	20	51	63	201	115	47	222		+
9	232	33	230	43	72	19	294	180	40	51		+
9,5	99	58	255	25	63	11	192	194	34	294		+
10	361	26	216	22	83	13	174	47	64	305		+
10,5	199	43	224	25	41	11	281	57	61	419	167	+
11	454	95	231	18	58	0	109	30	63	33	154	-
11,5	403	92	242	41	62		357	6	72	194	151	+
12	93	74		29	107		444	8	53	169	199	-
12,5	17	25		58	81			0	26	79	138	+
13	44	82		30	35			5	74	59	169	+
13,5	4	66		32	58			5	38	5	176	-
14	34	124		62	17				51	179	193	+
14,5	4	85			52				19	35	217	-
15		49			89				65	9	167	+
15,5									4	19	88	-
16									5		49	-
16,5									1		37	-
17									0		91	-
17,5									0		78	-
18											104	
18,5											91	
19											69	
19,5											51	
r**	-0,39	0,44	0,30	0,64	0,43	-0,51	0,82	-0,44	-0,62	-0,45	-0,73	

* Показатели достоверности результатов между станциями на сходной глубине. Знак + означает достоверность среднего арифметического при 95% вероятности, знак - означает недостоверность среднего арифметического. ** Коэффициент корреляции Пирсона между глубиной и численностью спата.
* Parameters of reliability of results between stations on similar depth. A mark + means reliability average arithmetic at 95% probability, mark - means unauthenticity average arithmetic. ** Factor of correlation Pirson's between depth and numbers spat.

Анализ многолетних наблюдений по сбору молоди моллюсков на коллекторы позволил установить, что скорость течения влияет на численность оседающих личинок. Несмотря на то, что в б. Миноносек встречается больше личинок приморского гребешка, чем в б. Рейд Паллада (Белогрудов, 1981), молоди на коллекторах встречается меньше, чем в б. Рейд Паллада (Габаев, 1981). Максимальные скорости поверхностных течений в б. Рейд Паллада достигают 25-30 см/с, а в б. Миноносек не превышают 20 см/с (Новожилов и др., 1991). Особенно много личинок гребешка оседает у мысов п-ва Краббе и у косы Назимова, открытых к преобладающему в пелагический период юго-восточному ветру (рис. 1). Вероятно, завихрения течения у мысов и косы увеличивают возможность прикрепления личинок к субстрату. В районах, подверженных Приморскому течению, его скорости достигают 20-30 см/с (Юрасов, Яричин, 1991) и отношение средней численности личинок гребешка в планктоне (экз./м³) к средней численности молоди гребешка (экз./м²) в б. Кит и зал. Владимира составляют 2,1 и 4,4%, а в б. Миноносек – 24,6%. Несмотря на низкую численность личинок приморского гребешка в 1985 г. в б. Кит (от 14,2 до 16,2 экз./м³), средняя численность молоди составляла 1 220 экз./м². Если бы перспективность бухт определяли только по планктонным пробам, то б. Кит отнесли бы к неперспективным для разведения гребешка.

Скопления производителей также влияют на обилие молоди. Однако, стабильное возрастание уровня воспроизводства гребешка в последние годы в зал. Посъета (Гаврилова и др., 2005) трудно объяснить увеличением маточного стада и климатическими факторами из-за их изменчивости. Во второй половине 90-х годов площадь сохранившихся скоплений гребешка оценивалась в 835 га, а биомасса составляла около 300 т (Гаврилова и др., 2005). По нашим подсчетам, годовой улов предприятий марикультуры и браконьеров в те годы достигал 300 т. По сообщению жителей пос. Посъет одна браконьерская лодка добывала в сутки до 100 кг мускула, а это 620 кг сырца. Эти цифры мы проверяли на промысле гребешка. Если учесть, что в году 100 навигационных дней, то вылов одной лодки в год достигал 62 т. Пять лодок и вылов составляет 300 т. Немаловажным фактором, положительно влияющим на воспроизводство гребешка, на наш взгляд, может быть снижение численности его конкурента – тихоокеанской мидии. Обилие морских птиц в зал. Посъета, значительно снижает ее численность. Птицы во многих регионах истребляют моллюсков. Одна гага в сутки потребляет до 4 кг мидии (Кулаковский, Кунин, 1983). За 1 месяц стая птиц в 1 000 особей снижает биомассу животных более, чем на 60%, что может привести к полному изъятию определенного вида из биоценоза (Лебедев, 1986). До создания морского заповедника местные жители собирали на островах яйца птиц. Увеличению численности птиц в зал. Посъета мы обязаны морскому заповеднику (Назаров, 2004). Переход добывающего флота на прибрежное рыболовство уменьшил у берегов запасы рыбы и вынудил птиц переключиться на другую пищу – мидию. Ее обилие снижало уровень воспроизводства гребешка (Габаев, 1986).

Таблица 6. Численность молоди моллюсков на коллектор-садках в б. Кит (Японское море) (экз./м²).

Table 6. Amount of young mollusks on collector-cages in Kit Inlet (Japan sea) (ind/m²).

Год	№ ст.	Вид моллюсков	Глубина в метрах									Средн.*
			5,0	6,0	7,0	9,0	10,0	12,0	13,0	15,0	16,0	
1985	1	<i>P. yessoen.</i>	1460	1480	2220	2180	1760	1570	--	--	--	1778
--"	--	<i>Ch. swifti</i>	610	1570	850	570	270	80	--	--	--	658
--"	--	<i>M. trossul.</i>	1500	2770	1000	260	210	10	--	--	--	958
--"	2	<i>P. yessoen.</i>	1050	1200	1300	950	1440	1850	1140	1460	1260	1294
--"	--	<i>Ch. swifti</i>	310	350	490	340	780	1390	1080	1020	2640	933
--"	--	<i>M. trossul.</i>	590	490	510	170	360	490	310	330	430	409
--"	3	<i>P. yessoen.</i>	780	1120	1310	1230	1180	1220	--	--	--	1140
--"	--	<i>Ch. swifti</i>	430	80	320	380	280	310	--	--	--	300
--"	--	<i>M. trossul.</i>	2888	1110	1400	3530	1180	1170	--	--	--	1878
--"	4	<i>P. yessoen.</i>	180	310	480	800	1190	1270	--	--	--	705
--"	--	<i>Ch. swifti</i>	80	60	80	150	280	100	--	--	--	125
--"	--	<i>M. trossul.</i>	1320	840	1190	2260	2200	2900	--	--	--	1785
--"	5	<i>P. yessoen.</i>	930	400	390	310	740	1010	--	--	--	630
--"	--	<i>Ch. swifti</i>	200	260	410	590	140	640	--	--	--	373
--"	--	<i>M. trossul.</i>	1410	810	400	610	290	600	--	--	--	687
1986	3	<i>P. yessoen.</i>	30	10	20	10	30	20	--	--	--	20
--"	--	<i>Ch. swifti</i>	00	10	10	30	30	10	--	--	--	15
--"	--	<i>M. trossul.</i>	80	100	50	30	20	20	--	--	--	50
1987	3	<i>P. yessoen.</i>	710	860	880	270	380	500	--	--	--	600
--"	--	<i>Ch. swifti</i>	400	470	480	540	560	890	--	--	--	557
--"	--	<i>M. trossul.</i>	320	300	320	70	20	20	--	--	--	175
1988	3	<i>P. yessoen.</i>	--	450	560	530	--	450	460	420	--	498
--"	--	<i>Ch. swifti</i>	--	710	690	700	--	720	540	210	--	705
--"	--	<i>M. trossul.</i>	--	150	100	80	--	70	70	40	--	100

* Средние значения вычислены для общего горизонта.

* The average importance are calculated for common horizon.

По сравнению с зал. Посыета, в б. Кит наблюдалась, как правило, более высокая численность молоди приморского гребешка и гребешка Свифта (*Chlamys swifti*) на коллекторах. Численность же тихоокеанской мидии была меньшей. Интенсивная гидродинамика этой бухты благоприятствует разведению приморского гребешка. На дне нет хищных морских звезд *Asterias amurensis* и *Distolasterias nippon* и их молодь не встречается на коллекторах. В более северном зал. Владимира ниже численность промысловых моллюсков, но слабая очистка плантаций от мидии приводит к тому, что ее обилие постепенно возрастает (Жук, 1989). Личинки тихоокеанской мидии хорошо заселяют только свежие субстраты. По мере старения, плантации заселяются слабее. В Приморье тихоокеанская мидия не живет дольше трех лет. Возможно, благодаря этому, численность мидии в зал. Владимира за десять лет выросла незначительно. В 1988 и 1989 гг. численность мидии составляла 333 и 20 экз./м² коллектор – садка соответственно, а в 1999 г. – 266 экз./м². Там встречается на коллекторах молодь амурской звезды, но ее хищническая активность не так заметна, как в зал. Посыета (табл. 7).

Таблица 7. Продукционные показатели приморского гребешка на трех конструкциях коллекторов, выставленных в Приморье в разное время.

Table 7. The production parameters of Japanese scallop on three designs of collectors, exposed in Primorye in miscellaneous time.

Возраст и дата рождения	Численность гребешка и мидии, экз./м ² *	Колич. доля гребешка	Выживаемость гребешка, %	Высота раковины гребешка, мм	Глубина, м	Место нахождения	Район и конструкция коллектора
спат 1990	$\frac{125,5}{587,7}$	0,21	13,8	21,5 \pm 2,1	8	толща	б. Миноносек мешочный
спат 1990	$\frac{1962,5}{227,8}$	8,62	59,3	25,4 \pm 4,3	8	толща	б. Миноносек коллектор-садок
спат 1990	$\frac{1115,5}{241,3}$	4,62	97,9	21,6 \pm 4,6	20	дно	б. Рейд Паллада разреженный коллектор-садок
годовик 1990	$\frac{989,0}{781,5}$	1,26	62,2	39,2 \pm 10,7	20	дно	б. Рейд Паллада разреженный коллектор-садок
годовик 1990	$\frac{197,0}{72,5}$	2,71	95,4	55,4 \pm 9,6	20	дно	б. Рейд Паллада коллектор-садок
спат 1989	$\frac{44,5}{12,5}$	3,56	100,0	13,0 \pm 3,1	8	толща	зал. Владимира коллектор-садок
спат 1989	$\frac{85,5}{100,0}$	0,86	100,0	9,3 \pm 2,1	8	толща	зал. Владимира разреженный коллектор-садок
годовик 1988	$\frac{171,5}{333,3}$	0,51	100,0	34,3 \pm 4,3	8	толща	зал. Владимира коллектор-садок

* **Примечание:** в числителе – численность гребешка, в знаменателе – численность мидии.

* **Note:** in numerator – number of scallop, in a denominator – number of mussel.

Больше всего личинок приморского гребешка в б. Кит оседало на коллекторы, выставленные в северо-восточной части плантаций (Габаев и др., 1986). Этот участок (ст. 1, 2) наиболее удален от берега (рис. 4) и поэтому более холодноводен. Там же на дне обитают и производители гребешка. В зал. Владимира личинок приморского гребешка в 1989 г. больше оседало в б. Северной, чем в б. Западной (26,6 и 23,5 экз./м² соответственно). Еще меньше гребешка оседало на плантации, расположенные за «воротами», севернее п-ва Балюзек – 13,3 экз./м² коллектора.

Результаты сбора мидии на гребешковые коллекторы позволили установить, что ее личинки в северо-западной части зал. Посыета оседают в основном в мелководных, тепловодных районах, а также на входе в б. Рейд Паллада (рис. 1). Мелководные районы ближе ей по температурному предпочтению, а вход в б. Рейд Паллада ближе к скоплению производителей (Шепель, 1979). В б. Кит коллекторы, расположенные на одинаковых глубинах, содержали больше мидии на ст. 3 и 4, расположенных ближе к берегу (Габаев и др., 1986). Это же наблюдалось и в б. Миноносек (Коновалова, Поликарпова, 1983).

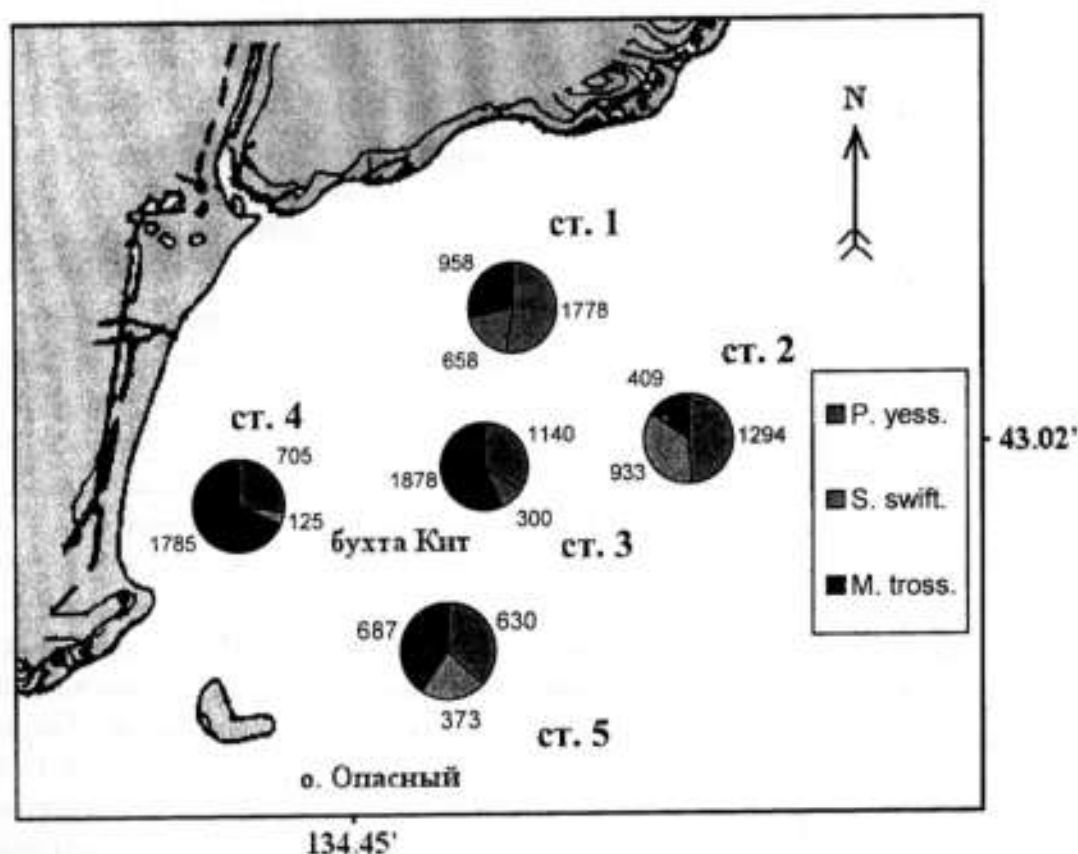


Рис. 5. Карта-схема б. Кит с результатами сбора молоди двустворчатых моллюсков на коллектор-сачки (экз./м²).

Fig. 5. The card-scheme Kit Inlet with results of collection young bivalve mollusks on collector-cages (ind/m²).

Размер ячеек оболочки коллектора имеет большое значение для оседающих личинок. Чем больше отверстия, тем меньше оседает личинок. По-видимому, мелкие отверстия сильнее уменьшают скорость течения перед коллектором и, благодаря этому, увеличивают возможность прикрепления личинок. течения замедляются при протекании через определенный тип оболочки (Жирмунский, Кузьмин, 1982) в результате перехода ламинарного потока в турбулентный (Ржепишевский, Уварова, 1978). Скоростной градиент хорошо коррелирует с численностью оседающих личинок (Qian et al., 1999). Максимальная численность личинок приморского гребешка встречается на коллекторах с отверстиями 2 мм (табл. 8). Слабое оседание личинок на коллекторы с отверстиями 1 мм, возможно, объясняется зарастанием и заилинием. В урожайные годы отличие в собирающей способности коллекторов с разной оболочкой выражено резко. Так, в урожайном 1983 г. количество спата гребешка на коллекторах с оболочкой 2, 4 и 5 мм составляло 3 152, 1 815 и 763 экз./коллектор соответственно. В Японии первые коллекторы были с ячейей 2-3 мм (Заявка..., 1980), позже – с 3 x 5 мм ячейками (Body, Murai, 1986). В других регионах у коллекторов с 2 мм отверстиями в оболочке наблюдалось минимальное

количество спата (Paul et al., 1981). Не подходит такая оболочка и для наших целей. При выращивании гребешка на коллектор-садках в течение 3-х лет с оболочкой 5 мм смертность его достигала 73,7%, а с оболочкой 2 мм – 88,0%.

Таблица 8. Численность молоди приморского гребешка, осевшей на коллектор-садки с разным размером ячеек оболочки.

Table 8. Amount of young Japanese scallops, settling on collector-cages with the different size cell at outer shells.

Размер ячеек оболочки, мм	Численность спата гребешка, экз./м ² субстрата
1	15 ± 7
2	372 ± 81
4	230 ± 56
5	133 ± 101
10	50 ± 28
15	20 ± 15
без оболочки	11 ± 5

Если у коллектор-садки увеличить расстояние между пластинами путем удлинения разделяющих штырей, то объем, занимаемый коллектором в толще воды, возрастет и это увеличит численность «пойманных» личинок. Так, на разреженном коллектор-садке, выставленном в 1990 г. на глубину 20 м в б. Рейд Паллада годовалого гребешка было в 5 раз больше, чем на обычном коллектор-садке. При этом, несмотря на высокую плотность, размер гребешка по сравнению с обычным коллектор-садком был ниже всего в 1,4 раза (табл. 7). В случае неурожайного года разреженные коллектор-садки способны сгладить его негативные последствия. Выставленные в зал. Владимира в 1989 г. вместе с обычными коллектор-садками, они собрали в 3 раза больше молоди приморского гребешка (85,5 и 25,1 экз./м² соответственно). Этой численности оказалось только в два раза меньше, чем в урожайном 1988 г. (171,5 и 85,5 экз./м² соответственно). Коллектор-садки в б. Миноносок зал. Посыета собирали на порядок больше личинок гребешка, чем мешочные коллекторы, но тихоокеанской мидии на них встречалось меньше (табл. 7). По-видимому, ее личинки предпочитают более мягкий субстрат. Конечно, для беспересадочного выращивания больше подходит не разреженный коллектор-садок, а обычный коллектор-садок с крупной ячейкой. В неурожайные годы такой коллектор, выставленный в море к середине июня, собирает оптимальное количество личинок гребешка. На коллектор-садках, выставленных в 1980 г., через 3 года численность гребешка колебалась в пределах 21,0-28,3 экз./м². На выставленных в 1982 г. достигала 11,0 экз./м², а на выставленных в 1993 г. – 5,0 экз./м². Уже в начале октября 1995 г. (через 2,5 года после оседания личинок) высота раковины приморского гребешка на коллектор-садках с отверстиями в оболочке 15 мм составляла 84,1±1,7 мм. В отличие от б. Миноносок, в открытых бухтах зал. Посыета не наблюдаются неурожайные годы, каким был 1980 г. (Габаев, 2004). Этот год отличался высокой солнечной активностью, от которой на мелководье

страдают микроводоросли (Горбенко, Крышев, 1985; Rech et al., 2005). Поэтому, коллекторы нужно выставлять в приглубых местах открытых бухт.

В урожайный год, для того, чтобы уменьшить численность личинок гребешка, коллектор-садки нужно выставлять рано и на большую глубину. Даже в неурожайном 1980 г., выставление коллектор-садов в ноябре 1979 г. уменьшило численность осевшей молоди в 27,6 раза (табл. 4). Расположение коллекторов глубже 15 м уменьшает численность молоди гребешка более чем в два раза (табл. 7). На таких коллекторах будет меньше мидии и амурской звезды (рис. 4). Культивирование же гребешка по старой технологии приводило, в основном, к запаздыванию с выставлением коллекторов; нужно было дожидаться, когда б. Миносок освободится ото льда. После схода льда плантации поднимали на поверхность после зимнего притапливания. С них снимали садки с годовалым гребешком, извлекали и отсаживали его на дно, а затем выставляли мидийные коллекторы. Эти операции продолжались до начала июня и оптимальное для гребешка время было упущено. В случае беспересадочного культивирования можно не выращивать специально тихоокеанскую мидию, поскольку ее количество на коллектор-садках сопоставимо с приморским гребешком.

Как мы уже отмечали, сопутствующие виды встречаются в планктоне позже приморского гребешка и, соответственно, позже их личинки оседают на коллекторы. За время нахождения сопутствующих видов в планктоне субстраты становятся менее пригодными для оседания личинок. Поэтому, погружение коллекторов через 20-25 дней после нереста гребешка в мелководных бухтах приводит к уменьшению обилия сопутствующих видов. Значительно уменьшается количество обрастателей на субстратах, помещенных в море на срок более одного года. Особенно заметно это на коллекторах, снабженных оболочкой. Характерно, что урожайность года при этом практически не сказывается на заселении. Коллектор-садки, выставленные в б. Кит в неурожайный год, следующей осенью были чище снаружи и внутри, чем те же коллекторы, выставленные 3 месяца назад. Коллектор-садки, находящиеся под водой год и более, немного заселяются личинками приморского гребешка (рис. 5). Подавление взрослыми особями оседающих личинок отмечают многие исследователи (Thorson, 1966; Милейковский, 1974; Williams, 1980), но не менее важными отпугивающими свойствами обладает бактериальная пленка (Добрецов, 2005).

Замечено, что численность молоди гребешка коррелирует с продолжительностью ледового периода в мелководных заливах (Габасв, 1982). Причем зависимость прямая: чем продолжительнее держится ледяной покров, тем выше урожайность. Зимний период с отрицательными температурами воды является сильным стрессом для животных. Длительный стресс приводит к появлению повышенных показателей гонадного индекса у *Placopecten magellanicus*, потому что моллюски ограничивают или прекращают рост в целях

сохранения репродукции (MacDonald et al., 1987). Двухфакторный дисперсионный анализ показал достоверное влияние продолжительности ледового покрытия и солнечной активности, выраженной в числах Вольфа, на динамику численности приморского гребешка (табл. 8). Мультидименсионный анализ (MDS), позволяющий анализировать сходство между факторами с целью выявления наиболее значимых установил, что к численности молоди приморского гребешка в б. Миносок наиболее приближена средняя и интегральная численность личинок, максимальные значения гонадного индекса, а также продолжительность ледового периода и обилие осадков летом. Координаты средней численности личинок в планктоне полностью совпали с численностью молоди, поэтому были исключены из анализа.

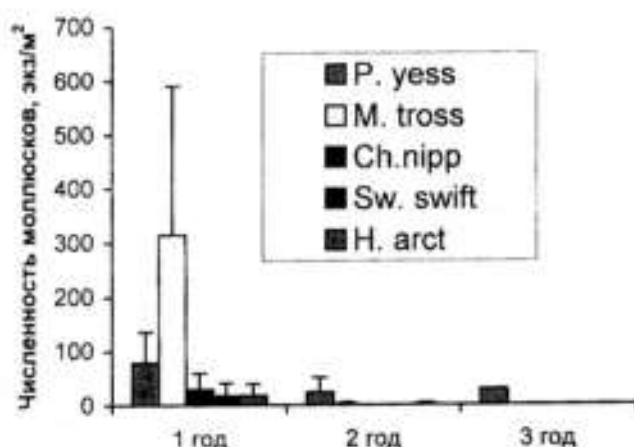


Рис. 5. Заселение коллектор-садков за три года экспозиции.

Fig. 5. Occupying of collector-cages for three year of exposure.

За период с 1977 по 1984 гг. нечетные годы были, как правило, урожайными на молодь *P. yessoensis* и *Ch. swifti*. Начиная с 1986 г., более урожайными стали четные годы (асинхронность в динамике численности по сравнению с 1977-1984 гг.). Эта асинхронность возникла с приходом в 1986 г. нового 22-летнего солнечного цикла, вызвавшего смену магнитной полярности, и должна завершиться в 2007 г. После этого должен произойти возврат от четных урожайных лет к нечетным.

Для получения постоянного и оптимального количества личинок, позволяющего улучшить условия их разведения, по количеству ледовых дней в мелководных заливах составляют прогноз их урожая. Годы с количеством ледовых дней менее или равным 103 относят к неурожайным, от 103 до 108 – к среднеурожайным и более 108 – к урожайным. При этом в случае неурожайного года коллекторы устанавливают через 25-32 дня после начала нереста гребешка в мелководных бухтах на горизонте 14-16 м под углом 90-120° к течению у берега, обращенного к ветру, преобладающему в пелагический период. В случае среднеурожайного года коллекторы

устанавливают через 15-20 дней после начала нереста гребешка на горизонте 12-14 м под углом 120-150° к течению, а в случае урожайного года коллекторы устанавливают с осени предыдущего года на горизонте 10-12 м под углом 150-180° к течению. В случае неурожайного года коллекторы выставляют в море с ячейками в оболочке размером 5-8 мм, в случае среднеурожайного года – с ячейками 8-11 мм, а в случае урожайного года – с ячейками размером 11-15 мм (Габаев, 1985). В прибрежных районах зал. Посыта гидрологические характеристики демонстрируют квазидвухлетние колебания (Винокурова, Скокленева, 1981). Урожайность молоди гребешка также демонстрирует квазидвухлетние колебания (Габаев, 1986). После неурожайного года, как правило, наступает урожайный год. Поэтому, выставление коллекторов осенью неурожайного года уменьшает численность оседающих в урожайный год личинок. Это позволяет стабилизировать и оптимизировать процесс выращивания.

Если же прогноз показал урожай ниже оптимального, можно увеличить его путем искусственного нереста производителей и помещения 2-4 дневных трохофор и велигеров в 2-3 км от плантаций (Габаев, 1985). Как мы уже отмечали, неурожаям более подвержена полузакрытая б. Миноносок, в которой, кроме гребешка, 10 лет выращивали и агрессивного конкурента – тихоокеанскую мидию. Для стимуляции нереста гребешка и оптимизации его воспроизводства нужно ежегодно, в течение двух дней запускать искусственный апвеллинг (Габаев и др., 1998).

Таблица 9. Двухфакторный дисперсионный анализ совместной взаимосвязи солнечной активности и длительности ледового периода с численностью молоди приморского гребешка. Жирным шрифтом обозначена достоверная взаимосвязь.

Table 9. Two-way ANOVA joint intercoupling to solar activity and duration of ice period with number young of Japanese scallops. The bold is marked reliable intercoupling.

	Степень свободы	MS	F	p
Числа Вольфа	1	0,360	3,160	0,089
Лед	0			
Числа Вольфа x Лед	1	0,561	4,924	0,037
Ошибка	22	0,114		

Представленная биотехнология, по доперестроечным расчетам экономистов ТИНРО способна уменьшить на 356 руб. затраты на выращивание в садках 1 000 экз. гребешка (Габаев, 1990). Ее внедрение увеличивает продуктивность плантаций (табл. 10). При этом, на коллектор-садках достигают промыслового размера и сопутствующие моллюски (рис. 6), а долгоживущие ценные беспозвоночные (камчатский краб, трепанг, морские ежи) достигают жизнестойкого возраста. Стоимость сопутствующих видов тогда не учитывали, однако, она может превысить стоимость гребешка. Если извлечение выращенных животных из коллектор-садов будет проводиться с промыслового судна,

сопутствующие виды без потерь могут быть выпущены в море для дорастивания. Если же извлечение животных будет вестись на берегу, как у большинства нынешних марихозяйств, то возврат в море молоди не состоится. Коллектор-садки снабжены оболочкой, поэтому тихоокеанскую мидию не требуется прятать в рукава от птиц. Эта технология может стать дешевле самого простого варианта донного выращивания гребешка – отсадки на дно спата: выживаемость гребешка на коллектор-садках выше и механизмуется процесс выставления коллекторов и добычи урожая. В настоящее время гребешок на коллектор-садках выращивают без пересадок только до годовалого возраста. Для этого коллектор-садки ставят либо на дно – зал. Восток, зал. Анива (о. Сахалин), либо подвешивают в толще воды – зал. Владимира, б. Мелководная.

Таблица 10. Результаты выращивания приморского гребешка в Приморье в течение трех лет по трем технологическим схемам.

Table 10. The results cultivation of Japanese scallops in Primorye during three years on three technological schemes.

Варианты*	Высота раковины, мм	Выживаемость, %	Общая масса со створкой, гр.	Масса мягких тканей, гр.	Масса мускула, гр.	Продукция, гр/м ²
1	82,3±1,8	75,0	58,1±4,2	21,7±1,8	9,5±0,8	14728
2	75,1±6,5	55,2	48,6±4,3	18,2±1,7	7,6±1,8	4050
3	88,9±1,5	30,0	79,3±4,1	39,8±1,8	15,1±0,7	397
4	84,4±8,6	56,0	79,5±8,1	31,8±9,5	13,5±1,5	7950
5	84,1±1,7	30,3	76,7±3,9	23,7±3,2	6,0±0,8	11045

* **Примечание:** 1 – на коллектор-садках в бух. Кит без пересадок, 2 – в садках бух. Кит после пересадки из коллекторов, 3 – на дне зал. Посыета после посадки годовиков, 4 – в садках зал. Посыета после пересадки из коллекторов, 5 – на коллектор-садках в зал. Посыета без пересадок.

* **Note:** 1 – on collector-cages in Kit Inlet without transplantation, 2 – in cages in Kit Inlet after transplantation from collectors, 3 – at the bottom in Posyet Bay after planting youngs, 4 – in cages in Posyet Bay after transplantation from collectors, 5 – on collector-cages in Posyet Bay without transplantations.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные результаты, на наш взгляд, позволяют мариводам при небольшой доработке «забывать» свои коллектор-садки еще на 2 года под водой и получать на них такого же гребешка, как и выращенного на дне или в садках, но с меньшими затратами. Для увеличения эффективности беспересадочной технологии нужно ставить на дно не одиночные коллектор-садки, а «стенки», состоящие из Г-образных элементов. Это повысит урожайность плантаций.

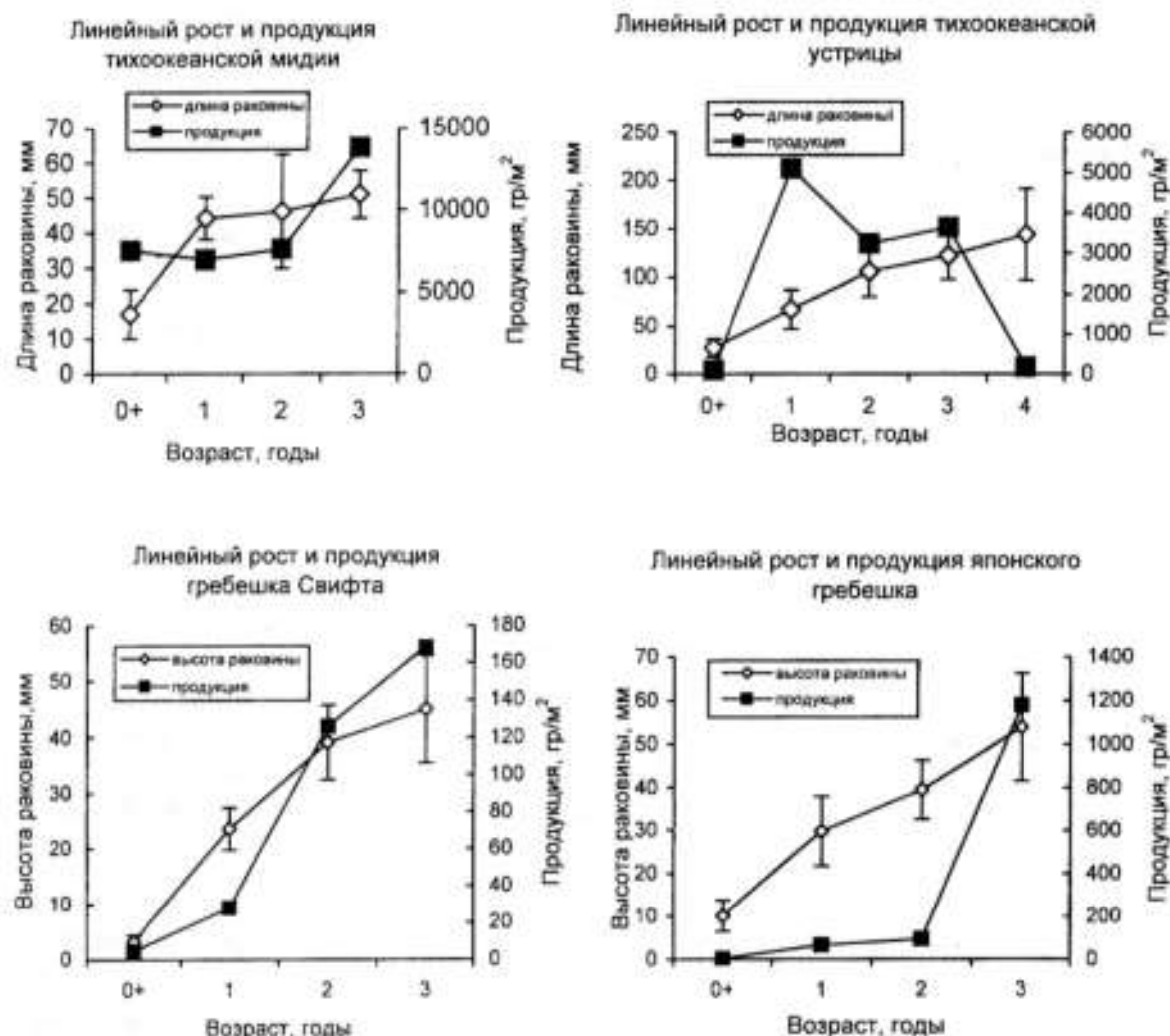


Рис. 6. Темпы роста и продукция промысловых двусторчатых моллюсков, выращенных на коллектор-садках вместе с приморским гребешком.

Fig. 6. The rate of growth and product of commercial bivalve mollusks, raised on collector-cages together with the Japanese scallop.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

А.с. №730331. Коллектор для искусственного разведения моллюсков / Габаев Д.Д., Львов С.М. Заявлено 11.09.78; Опубл. 30.04.80. Бюл. №16. С. 5.

А.с. №826998. Коллектор для искусственного разведения моллюсков / Габаев Д.Д., Львов С.М. Заявлено 18.06.79; Опубл. 07.05.81. Бюл. №17. С. 5.

Белогрудов Е.А. Биологические основы культивирования приморского гребешка *Patinopecten yessoensis* (Jay) (Mollusca, Bivalvia) в заливе Посыета (Японское море). Автореф. дисс... канд. биол. наук. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. 23 с.

Белогрудов Е.А. Биология и культивирование приморского гребешка. Сб. Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М.: Агропромиздат, 1987. С. 66-71.

Белогрудов Е.А., Раков В.А., Шепель Н.А. Многолетние изменения в динамике численности личинок промысловых двусторчатых моллюсков в мелководных бухтах

зал. Петра Великого // Четвертое Всес. совещ. по пром. бесп.: Тез. докл. М.: ВНИРО, 1986. Ч. 2. С. 179-180.

Винокурова Т.Т., Скоклеева Н.М. Внутримесячная изменчивость гидрометеорологических характеристик прибрежных районов зал. Посъета // Изв. ТИНРО. 1981. Т. 105. С. 26-32.

Габаев Д.Д., Калашникова С.А. Выращивание личинок приморского гребешка до стадии оседания // Биология моря. 1980. №5. С. 85-87.

Габаев Д.Д. Оседание личинок двустворчатых моллюсков и морских звезд на коллекторы в заливе Посъета (Японское море) // Биология моря. 1981. №4. С. 59-65.

Габаев Д.Д. Закономерности оседания на коллекторы некоторых беспозвоночных в зал. Посъета // Вторая Всес. конф. по морской биол.: Тез. докл. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. Ч. 3. С. 54-55.

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. Создание оптимальных условий для выращивания гребешка и мидии в зал. Посъета // Рыбное хозяйство. 1986. №7. С. 42-43.

Габаев Д.Д., Демченко Н.Ф., Шигимага А.Н. Результаты сбора некоторых промысловых двустворчатых моллюсков на водорослеводческих плантациях в бухте Кит (Японское море) // Четвертая Всес. конф. по пром. бесп. Тез. докл. М.: ВНИРО, 1986. Ч. 1. С. 196-197.

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

Габаев Д.Д. Биологическое обоснование новых методов культивирования некоторых промысловых двустворчатых моллюсков в Приморье: Автореф. дисс.... канд. биол. наук. Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 1990. 30 с.

Габаев Д.Д., Кучерявенко А.В., Шепель Н.А. Антропогенное эвтрофирование зал. Посъета Японского моря установками марикультуры // Биология моря. 1998. Т. 24. №1. С. 53-62.

Габаев Д.Д. Экспериментальное выращивание приморского гребешка // Дальневосточный морской биосферный заповедник. Исследования (отв. ред. Тюрин А.Н.). Владивосток: Дальнаука, 2004. Т. 1. С. 786-794.

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

Горбенко Ю.А., Крышев И.И. Статистический анализ динамики морской экосистемы микроорганизмов. Киев: Наукова думка, 1985. 144 с.

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

Жирмунский А.В., Кузьмин В.И. Критические уровни в процессах развития биологических систем. М.: Наука, 1982. 180 с.

Жук А.П. Методический подход к определению эффективности мероприятий НТП в марикультуре и его реализация // Изв. ТИНРО. 2002. Т. 131. С. 468-489.

Жук Л.В. О размножении морского гребешка в заливе Владимира и оседании его личинок на коллекторы. Научно-технические проблемы марикультуры в стране: Тез. докл. Владивосток: ТИНРО, 1989. С. 84-86.

Заявка 55-23046. Способ и приспособление для сбора плавающих в толще воды личинок моллюсков (Япония). №51-61992. Заявлено 23.05.76; Оpubл. 20.06.80.

Звалинский В.И., Лобанов В.Б., Захарков С.П., Тищенко П.Я. Хлорофилл, замедленная флуоресценция и первичная продукция в северо-западной части японского моря осенью 2000 г. // Океанология. 2006. т. 46. №1. С. 27-37.

Зиланов В.К., Мамонтов Ю.П. Рыбное хозяйство Китая – в новом измерении // Рыбное хозяйство. 2003. №3. С. 11-15.

Касьянов В.Л., Медведева Л.А., Яковлев Ю.М., Яковлев С.Н. Размножение иглокожих и двусторчатых моллюсков. М.: Наука, 1980. 204 с.

Кулаковский Э.Е., Кунин Б.Л. Теоретические основы культивирования мидий в Белом море. Л.: Наука, 1983. 36 с.

Конев В.Б. Гидрохимический очерк бухты Рейд Паллада залива Посъет. Приморское территориальное управление по гидрометеорологии. Бюро расчетов и справок. Отчет. Владивосток, 1990. 249 с.

Коновалова Н.Н., Поликарпова Г.В. Промышленный сбор спата приморского гребешка // Рыбное хозяйство. 1983. №9. С. 27.

Лебедев Е.Б. Экологическое влияние птиц на донные биоценозы бухты Новгородской (Японское море). Биол. ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана // Третья регион. конф. молодых ученых и специал. Дальнего Востока. Тез. докл. Южно-Сахалинск: ДВНЦ АН СССР, 1986. С. 40.

Мальцев В.Н. Некоторые закономерности оседания личинок гребешка на коллекторы в заливе Посъета // Изв. ТИНРО. 1975. Т. 96. С. 279-282.

Марикультура Приморья // Рыбное хозяйство. 2005. №3. С. 15.

Милейковский С.А. Проходят ли пелагические личинки донных животных живыми через организмы бентических сестонофагов? // Океанология. 1974. Т. 14. №5. С. 893-897.

Назаров Ю.Н. Гнездящиеся птицы островов. Дальневосточный морской биосферный заповедник. Исследования (отв. ред. Тюрин А.Н.). Владивосток: Дальнаука, 2004. Т. 1. С. 600-607.

Новожилов А.В., Григорьева Н.И., Вышковарцев Д.И., Лебедев Е.Б. Течения и горизонтальная турбулентность в бухтах залива Посъета (Японское море). Рациональное использование биоресурсов Тихого океана. Тез. докл. Всес. конф. Владивосток: ТИНРО, 1991. С. 61-63.

Патент №2149541 РФ Способ выращивания гидробионтов в поликультуре / С.И. Масленников, И.А. Кашин. Заявлено 06.07.98; Оpubл. 27.05.2000.

Переладов М.В. К вопросу о факторах, определяющих выживаемость личинок мидий при оседании, и о вертикальной структуре биотопа Черноморской мидии // V Всес. конф. по пром. беспозвоночным. Тез. докл. М.: ВНИРО, 1990. С. 132-134.

Пианка Э. Эволюционная экология. Пер. с англ. М.: Мир, 1981. 400 с.

Предисловие. Вопросы рационального морского рыболовства и воспроизводства морских рыб и беспозвоночных. Тр. ВНИРО. 1973. Т. 94. С. 5-8.

Раков В.А. Культивирование моллюсков во Франции // Биология моря. 1984. №1. С. 67-72.

Раков В.А. Биология и культивирование устриц. Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М.: Агропромиздат, 1987. С. 72-84.

Ржецашевский И.К., Уварова З.Р. О гидродинамике прикрепления личинок обрастателей. В кн.: Закономерности распределения и экологии прибрежных биоценозов. Л.: Наука, 1978. С. 21-23.

Силина А.В. Определение возраста и темпов роста приморского гребешка по скульптуре на поверхности его раковины // Биология моря. 1978. №5. С. 29-39.

Силина А.В. Влияние температуры на линейный рост приморского гребешка // Экология. 1983. №5. С. 86-89.

Шепель Н.А. Экология мидии *M. edulis* L. в связи с ее культивированием в заливе Посьета (Японское море). Сб. Промысловые двустворчатые моллюски – мидии и их роль в экосистемах. Мат. коорд. совещ. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1979. С. 126-127.

Шепель Н.А. Биологические основы культивирования съедобной мидии в южном Приморье // Биология моря. 1986. №4. С. 14-21.

Шепель Н.А. Биология и культивирование мидии обыкновенной. Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. М.: Агропромиздат, 1987. С. 85-90.

Шунтов В.П. Результаты изучения макроэкосистем дальневосточных морей России: итоги, задачи, сомнения // Вестник ДВО РАН. 2000. №1. С. 19-30.

Юрасов Г.И., Яричин В.Г. Течения Японского моря. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. 176 с.

Body A.G.C., Murai T. Scallop culture in Japan // Aust. Fish. 1986. V. 45. №9. Pp. 30-33.

Claereboudt M.R., Bureau D., Cote 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.

Cusson M., Bourget E. Global patterns of macroinvertebrate production in marine benthic habitats // Mar. Ecol. Prog. Ser. 2005. V. 297. Pp. 1-14.

Frechette M., Gaudet M., Vigneau S. Estimating optimal population density for intermediate culture of scallops in spat collector bags // Aquaculture. 2000. V. 183. Pp. 105-124.

Ito H. Sowing culture of scallop in Japan // NOAA Techn. Rept. NMFS. 1988. №70. Pp. 63-69.

Ito S., Kanno H., Takahashi K. Some problems on culture of the scallop in Mutsu Bay // Bull. Mar. Biol. St. As. 1975. V. 15. №2. Pp. 89-100.

Kafuku T., Ikenoue H. Modern methods of aquaculture in Japan. scallop // Marine Aquaculture. 1983. Pp. 143-152.

MacDonald B.A., Thompson R.J., Bayne B.L. Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus* IV: Reproductive effort, value and cost // Oecologia (Berlin). 1987. V. 72. Pp. 550-556.

Paul J.D., Brand A.R., Hoogesteger J.N. Experimental cultivation of the scallop *Chlamys opercularis* (L) and *Pecten yessoensis* (L) using naturally produced spat // Aquaculture. 1981. V. 24. Pp. 31-44.

Qian P-Y., Rittschof D., Sreedhar B., Chia F.S. Macrofouling in unidirectional flow: miniature pipes as experimental models for studying the effects of hydrodynamics on invertebrate larval settlement // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1999. V. 191. Pp. 141-151.

Rech M., Mouget J-L., Morant-Manceau A., Rosa Ph., Tremblin G. Long-term acclimation to UV radiation: effects on growth, photosynthesis and carbonic anhydrase activity in marine diatoms // Botanica Marina. 2005. V. 48. Pp. 407-420.

Thorson G. Some factors influencing the recruitment and establishment of marine benthic communities // Neth. J. Sea Res. 1966. V. 3. №2. Pp. 267-293.

Tremblay M.J., Sinclair M. Sea scallop larvae *Placopecten magellanicus* on Georges Bank: vertical distribution in relation to water column stratification and food // Mar Ecol Prog Ser. 1990. V. 61. Pp. 1-15.

Williams J.G. The influence of adults on the settlement of spat of the clam *Tapes japonicus* // J. Mar. Res. 1980. V. 38. №4. Pp. 729-741.

THROUGH – CULTIVATION COMMERCIALS BIVALVE MOLLUSKS

© 2008 y. D.D. Gabaev

Institute of Marine Biology, FEB RAS, Vladivostok

Invertebrates mariculture in Primorye stand on place because of that the borrowed labor-consuming technologies do not correspond to our mentality. It is presented motivation created in 80-th years the last century in walls TINRO of a way through – cultivation the Japanese scallops on collector-cages, worth at the bottom. In this way by quantity of ice days in shallow bays the productivity youngs scallop on collectors is predicted and depending on the forecast will carry out operations ensuring constant and optimum quantity youngs. The collectors expose in realized for scallop niche, that reduces number of accompanying and predatory species. These operations, and also design feature of the device allow on collector-cages without transplantations cultivation scallop and valuable accompanying species up to the commercial size. All operations of this way can be carried out on commercial ship, that will make technology cultivation of mechanized and not requiring closed water areas.