

УДК 639.4(265.54)

Г.С.Гаврилова, А.В.Кучерявенко, С.А.Ляшенко

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ
ГРЕБЕШКА *MIZUHOPECTEN YESSOENSIS*
В ПРИМОРЬЕ**

Обсуждаются особенности биотехнологии разведения приморского гребешка на различных участках побережья Приморья. Приведены результаты деятельности хозяйств марикультуры к настоящему времени. Показано, что урожайность спата гребешка на различных по условиям и местоположению акваториях изменяется от 4,2 до 11,1 млн экз./га. Товарная продукция приморского гребешка в Приморье составляла в различные годы от 108 до 715 т, причем основная ее часть получена в зал. Посъета. Оценены перспективы развития отрасли.

Gavrilova G.S., Kucheryavenko A.V., Lyashenko S.A. Modern state of the scallop *Mizuhopecten yessoensis* artificial cultivation in Primorye // *Izv. TINRO*. — 2005. — Vol. 140. — P. 376–382.

Biotechnology of the scallop cultivation in various areas of Primorye coast is discussed. The results of aquaculture farms activity are presented. Recently the harvest of scallop spat is 4.2–11.1 mln spp/ha in dependence on the location of the farm and environmental conditions. Total commercial production of the scallop in Primorye is 108–715 t/year, obtained mainly in Posjet Bay. Prospects for the aquaculture development are estimated.

Началом искусственного разведения приморского гребешка в Приморье может считаться 1971 г., когда в бухте Миноносок зал. Посъета (Японское море) было создано первое опытно-промышленное морское хозяйство, в дальнейшем получившее название Экспериментальная морская база. Именно здесь проводились первые работы по созданию биотехники разведения этого вида моллюсков и внедрению результатов экспериментальных работ в практику.

Промышленному разведению предшествовали начатые в 1960-е гг. научно-исследовательские работы по изучению биологии гребешка применительно к биотехнике его культивирования (Белогрудов, 1981). Совместные гидробиологические исследования ЗИН АН СССР, ТИНРО и ИБМ СО АН СССР в 1962–1969 гг. в зал. Посъета положили и начало разработке методологии воспроизводства беспозвоночных в прибрежных водах для их культивирования в промышленных масштабах. Были определены гидробиологический фон и основные предпосылки для проведения работ по искусственному разведению промысловых беспозвоночных (Скарлато и др., 1967). По мнению исследователей, наиболее подходящие условия для организации морского хозяйства по воспроизводству беспозвоночных существовали в бухте Миноносок. В 1965–1966 гг. именно здесь начинаются первые работы по культивированию моллюсков: проводится подбор субстратов и конструкций коллекторов для оседания личинок приморского гребешка, определяются сроки и интенсивность их оседания. К концу

1970-х гг. гребешковое хозяйство собирало до 10–18 млн экз. спата, в 1980-е гг. максимальный урожай достигал 30 млн экз.

После периода экономических преобразований в конце 1990-х гг. началось наращивание производства приморского гребешка, но уже не только в бухте Миносок и зал. Посъета, а и в других районах побережья Приморья. В настоящее время практически все существующие хозяйства марикультуры (их насчитывается около трех десятков) занимаются разведением этих моллюсков.

Биотехника разведения

Известно, что методы культивирования морских беспозвоночных принципиально делятся на две группы: *экстенсивные*, когда весь цикл выращивания организмов проходит только в море, и *интенсивные* — в данном случае в регулируемых условиях выращивают либо молодь гидробионтов до жизнестойкой стадии, либо товарную продукцию. В настоящее время при культивировании приморского гребешка в Приморье применяются только экстенсивные технологии в нескольких вариациях (Справочник ..., 2002). Все они предусматривают два этапа: *получение посадочного материала (спата) и его выращивание до товарной продукции*.

Сбор спата. Важность первого этапа трудно переоценить, так как результат культивирования в первую очередь определяется количеством и качеством полученного посадочного материала. В основе метода сбора спата в море лежит способность личинок гребешка на стадии педивелигера прикрепляться к субстрату, каковым на плантациях марикультуры являются коллекторы.

Эффективность оседания спата гребешка на коллекторы во многом зависит от места их расположения. Определение оптимального месторасположения установок в пределах одной акватории — задача неоднозначная. Очевидно, что распределение личиночного пула зависит от местоположения родительских поселений, а также от локального сочетания абиотических и биотических факторов и носит пятнистый характер. Кроме того, практика показывает, что далеко не всегда места с максимальными концентрациями личинок совпадают с таковыми для оседания спата. Немаловажную, а иногда и решающую роль в перераспределении личинок поздних стадий развития играют гидрологические условия. Это зачастую приводит к тому, что более интенсивное оседание наблюдается в тех районах, где численность личинок в планктоне была невелика, и наоборот. Практика показывает, что наличие гидробиотехнических сооружений в бухте, как правило, создает локальные гидродинамические условия, способствующие концентрации и оседанию личинок в пределах ее акватории (Белогрудов, 1981). Собственные наблюдения, а также литературные данные (Шепель, 1990) показывают, что на начальных этапах работ с увеличением масштабов культивирования возрастает и обилие личиночного пула.

Данные о вертикальном распределении спата гребешка на коллекторах свидетельствуют о том, что общих закономерностей для разных акваторий не существует. В литературе приводятся оптимальные горизонты оседания спата гребешка для зал. Посъета — 6–16 м (Габаев, 1981) и зал. Восток — 2–10 м (Приморский гребешок, 1986). Дальнейшие исследования в зал. Восток на одиночных станциях показали наличие положительной корреляции между обилием молоди гребешка и глубиной размещения коллекторов. Однако при осреднении результатов для разных районов залива различия интенсивности оседания по глубине оказались статистически недостоверны (Брыков и др., 2003). Исследования, проводимые нами в бухте Воевода (Амурский залив), показали, что в 2000–2003 гг. оседание спата гребешка на коллекторах наблюдалось во всей толще воды от поверхности до глубины 14 м. Интенсивность оседания увеличивалась с глубиной (коэффициент корреляции 0,69). Кроме того, для данного рай-

она характерно также и интенсивное (до 4 тыс. экз./кол.) оседание на гребешковых коллекторах мидии тихоокеанской от поверхности до глубины 6 м.

Межгодовая изменчивость и нестабильность вертикального распределения спата на коллекторах характерны для другого района — бухты Киевка. Данные, полученные в 2001, 2003 гг., показывают, что средние величины достоверно не различаются и какой-либо закономерности в изменении интенсивности оседания спата в диапазоне глубин 0–10 м не прослеживается (табл. 1).

Таблица 1
Количество спата приморского гребешка на коллекторах в бухте Киевка, экз./кол.
Table 1
Scallop spat abundance in Kievka Bay collectors, sp./col.

Горизонт, м	1	2	3	4	Среднее
1	242	98	52	47	110
2	93	60	74	53	70
3	150	120	107	61	109
4	235	130	84	48	124
5	296	170	75	68	152
6	160	102	112	85	114
7	245	144	113	66	142
8	100	151	103	75	107
9	95	180	126	104	126
10	5	—	76	57	65

Примечание. 1–4 — номера станций.

сетных мешках спат гребешка может открепиться, но не может его покинуть, так как мелкий размер ячеек сетных мешков (5 мм и менее) задерживает открепившихся от субстрата моллюсков.

Наибольшее распространение (в силу своей дешевизны и простоты изготовления) получили бескаркасные коллекторы из сетных мешков заводского (чаще китайского) производства. Заполненные субстратом мешочки по 10 (а иногда 20–30) шт. последовательно привязываются на поводок, образуя гирлянду. Другой тип субстрата — коллектор-садок — состоит из оболочки, в которой размещены жесткие конусные пластины (15–20 шт.). Размер ячеек оболочки такого коллектора также имеет значение для оседающих из планктона личинок моллюсков. Максимальная численность личинок гребешка на коллекторах-садах встречается при использовании оболочки с отверстиями 2 мм (Габаев, 1990).

На акваториях разного типа, отличающихся гидродинамическим режимом и гидробиологическими особенностями, технологически оправдано применение разных конструкций коллекторов. Так, на большинстве акваторий зал. Петра Великого чаще используются мешочные коллекторы, так как в этом районе уже осенью текущего года необходимо производить их переборку и пересадку молоди в садки или на грунт. Из-за высоких летних температур воды молодь гребешка здесь достигает к осени размеров 20–25 мм (иногда до 35–40 мм), т.е. тех размеров, при которых необходимо производить ее разреживание. Кроме того, в большинстве районов залива периодически отмечается обильное оседание на коллекторы морских звезд, и при отсутствии пересадки можно потерять до 100 % урожая гребешка.

В таких районах Приморья, как залив Владимира, бухты Соколовская, Киевка, целесообразнее применять коллекторы-садки. В такой конструкции спат оставляют на подращивание до следующего года и пересаживают его весной—

Немаловажное значение для получения урожая спата гребешка имеет выбор типа субстрата-коллектора. В данном случае для увеличения интенсивности оседания личинок значение имеют не только физические свойства поверхности субстрата (шероховатая, гладкая, нитчатая, разветвленная), но прежде всего размеры, форма и конструкция коллекторов, способ их установки (Шалаева, Овсянникова, 1975; Белогрудов, 1981). Начиная с 1975 г. в хозяйствах Приморья используются закрытые коллекторы — сетные мешки с различным наполнителем: отрезками капроновых или полиэтиленовых сетей, делью, специальными конструкциями — конусами. В таких

летом. В этих районах оседание звезд наблюдается редко, а темпы роста молоди низкие, и необходимость в пересадке в первый год отсутствует, ее можно произвести, когда гребешок будет крупнее.

Используемые в хозяйствах Приморья гидробиотехнические сооружения (установки) также различаются по конструкциям. Они могут иметь вид отдельно стоящих на якорях горизонтальных канатов (хребтин) различной длины. Могут быть сооружения, имеющие несущий каркас (прямоугольную раму) и 21 поперечную горизонтальную 100-метровую хребтину из капронового каната. Площадь такой установки 1 га, и на ней одновременно может быть размещено 2100 гиляндр коллекторов для сбора молоди или садков для выращивания.

Субстраты-коллекторы для оседания личинок необходимо размещать на подвесных установках заранее, так как они должны покрыться бактериально-водорослевой пленкой, "привлекательной" для оседающих личинок. Однако слишком ранняя установка может привести к чрезмерному заселению коллекторов личинками других видов гидробионтов, препятствующих оседанию личинок гребешка, поздняя же нежелательна, так как часть личинок будет утрачена. Необходимо учитывать и особенности оседания спата в различных гидрологических условиях: как правило, период оседания растянут в холодные и сокращен в теплые годы (Белогрудов, 1981).

Технологии, применяемые в настоящее время, содержат вполне доступные, хорошо описанные методики прогнозирования сроков появления личинок и оседания спата гребешка, основанные на знаниях особенностей биологии размножения этого вида. Однако в современных хозяйствах они не используются из-за отсутствия элементарного оборудования и зачастую низкой квалификации мариводов. Исключение составляют хозяйства, расположенные в бухте Миноносок, зал. Владимир, где методики прогнозирования будущего урожая отработались еще 30–40 лет назад и востребованы до настоящего времени. Отсутствие прогнозирования в деятельности большинства хозяйств препятствует планированию работ и гибкому реагированию на сложившиеся гидробиологические условия текущего года, в частности, не позволяет с достаточной долей достоверности определить одну из основных для марихозяйств характеристик — оптимальные сроки выставления коллекторов.

Получение товарной продукции гребешка. Для получения товарного гребешка в настоящее время применяется садковое и донное выращивание. В первом случае спат из мешочных коллекторов пересаживают в садки, как правило, осенью, и выращивают моллюсков до товарных размеров в толще воды на установках. Несущий трос, на котором закрепляются садки, располагается в поверхностном слое. Продолжительность цикла выращивания составляет 2,5–3,0 года, за это время проводят 2–3 пересадки, последовательно уменьшая плотность посадки моллюсков. Выход товарной продукции за весь цикл выращивания составляет ~ 90 %. С подвесной установки площадью 1 га получают до 40 т товарного гребешка.

Разрабатываются и методы глубоководного садкового выращивания гребешка. Суть одного из них в том, что садки с гребешком-сеголеткой выставляются на заякоренные донные порядки на глубинах 25–30 м и с помощью наплавов удерживаются в толще воды. Выращивание моллюсков до товарных размеров должно проводиться 2–3 года без пересадок (Пат. 2149541). В странах юго-восточной Азии применяют установки для подращивания моллюсков в бухтах глубиной до 45 м, при этом несущий канат, на котором крепятся садки, устанавливается на глубине 10–12 м.

При донном выращивании молодь гребешка, собранная на коллекторах или закупленная в других хозяйствах осенью (сеголеткой) или весной (в годовалом возрасте), отсаживается на подготовленные участки дна на глубины 12–15 м с плотностью 40–60 экз./м², где моллюски растут до товарного вида.

Длительность товарного выращивания на донных участках составляет три—четыре года. При этом способе необходим регулярный контроль за численностью хищников (прежде всего морских звезд) на плантации. Урожай товарного гребешка при донном культивировании с 1 га может составить 5–15 т (выживаемость 10–30 %).

Разные способы получения товарной продукции сказываются на ее себестоимости, которая при донном выращивании гребешка составляет 16,1 руб./кг сырца, а при подвесном — 26,5 руб./кг (Жук, 2002).

Результаты деятельности хозяйств марикультуры

В настоящее время в Приморье хозяйства марикультуры занимают площади от 10 га до 3,5 тыс. га, их общая площадь составляет порядка 8 тыс. га. Донными плантациями культивируемого гребешка занято менее 20 % этих площадей. Доля подвесных установок в общей площади участков марикультуры значительна лишь в хозяйствах, специализирующихся на сборе спата гребешка в зал. Посыета. На акватории этого залива расположено 20 % всех хозяйств, но и здесь плантации занимают лишь незначительную часть водного зеркала — 10 % его общей площади. Реальная же площадь плантаций марикультуры только в этом самом южном заливе Приморского края может быть значительно больше. Кроме того, нигде не учитывается возможность подготовки участков дна для создания плантаций с повышенной плотностью расселяемых гидробионтов, что позволяет значительно повысить продуктивность прибрежных участков акваторий (Суй Силинь, 1990).

В настоящее время площади донных плантаций приморского гребешка в зал. Петра Великого сравнимы с площадями природных поселений этого вида. По данным 1970-х гг., общая площадь порядка трех десятков скоплений разного масштаба составляла здесь почти 1,5 тыс. га, а их общая биомасса — 1708 т (Приморский гребешок, 1986). Во второй половине 1990-х гг. площадь сохранившихся скоплений гребешка оценивалась нами в 835 га, а биомасса составила около 300 т. На донных плантациях в 2002–2003 гг. было выращено 600–700 т товарного гребешка.

Анализ результатов собственных исследований, а также информации, поступающей в ТИПРО-центр из хозяйств марикультуры, показывает, что эффективность сбора спата приморского гребешка значимо различается как в пределах зал. Петра Великого, так и вдоль всего побережья Приморья. Для оценки урожайности той или иной акватории были рассчитаны средние величины оседания спата гребешка в хозяйствах за последние три года. Расчеты были выполнены на один гектар стандартной установки с 21000 шт. мешочных коллекторов (табл. 2).

Таблица 2
Урожайность приморского гребешка на акваториях побережья Приморья, млн экз./га
Table 2

Harvest of scallop in Primorye coastal areas, mln sp./ga

Зал. Посыета	Амурский залив	Зал. Уссурийский	Зал. Восток — зал. Находка	Мыс Поворотный — бухта Киевка	Зал. Владимир
11,151	2,609	4,221	5,828	3,009	4,227

В 1980-х гг. при разработке технологий культивирования (Справочник ..., 2002) за нормативную величину урожайности гребешка в зал. Посыета была принята величина 5,25 млн экз./га. Полученные нами расчетные величины показывают, что в этом районе более чем за 20 лет урожайность возросла как минимум вдвое. Это может быть следствием благоприятных биотических и абиотических условий в последние годы, а также увеличившимся количеством гребешка-производителя.

Имеющаяся информация по сбору спата в отдельных хозяйствах показывает, что урожай молоди приморского гребешка определяется в основном интенсивностью оседания в отдельные годы и количеством выставляемых коллекторов. Урожай спата в 2001–2003 гг. в хозяйствах Приморья достигал соответственно 30,6, 79,7 и 34,3 млн экз. в год (табл. 3).

Таблица 3
Площадь акватории хозяйств, количество собранного спата
и товарная продукция приморского гребешка в 2001–2003 гг.

Square of farms areas, a number of collected spat
and commercial production of scallop in 2001–2003

Table 3

Акватория	Площадь хозяйств, га	Спат, тыс. экз.			Продукция гребешка, т		
		2001 г.	2002 г.	2003 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.
Зал. Посьета	4190,0	25845,0	62250	30843,0	27,1	522,3	431,7
Амурский залив — острова	456,5	1865,0	1623			38,0	73,3
Уссурийский залив	126,5	413,8	5199	39,5	1,38	3,6	16,9
О. Путятин — мыс Поворотный	2087,0	913,2	1135	1800,0	9,8	17,0	29,9
Мыс Поворотный — бухта Соколовского	434,0	164,0	200	1060,0	—	—	—
Зал. Владимир	620,0	1355,0	9288	1645,0	70,0	134,0	70,0
<i>Сумма</i>	<i>7914,0</i>	<i>30556,0</i>	<i>79695</i>	<i>335387,5</i>	<i>108,28</i>	<i>714,9</i>	<i>621,8</i>

Товарную продукцию предприятия получают, выращивая гребешка 2–4 года на дне и в садках. Некоторые предприятия специализируются на сборе спата и продаже его другим хозяйствам для дальнейшего товарного выращивания. Товарный гребешок продается в живом виде и в разделанном (мускул, мантия и гонада). Реализацию гребешка начинают по достижении моллюсками высоты 80–100 мм и массы 80–90 г.

Урожай товарной продукции (садкового и донного выращивания) по отдельным хозяйствам различается в десятки раз — от нескольких сотен килограммов до сотен тонн в зависимости от масштабов деятельности (табл. 3).

В целом следует отметить, что если товарная продукция гребешковых хозяйств Приморья в 2001 г. составляла всего лишь 108 т, то в 2002–2003 гг. она достигла почти 700 т.

Таким образом, несмотря на достаточно длительную историю, марикультура приморского гребешка в Приморье находится на начальном этапе своего развития. Об этом свидетельствуют применяющиеся методы культивирования, объемы товарной продукции.

Наращивание объемов производства при культивировании гребешка приводит к увеличению урожайности акваторий, что в настоящее время наблюдается в зал. Посьета.

Полученные данные об урожайности позволяют оценить перспективы использования тех или иных акваторий под хозяйства марикультуры. Так, например, если при сборе спата приморского гребешка задействовать только 2 % площади водного зеркала зал. Посьета (~ 660 га), то при современном уровне эффективности оседания личинок будет получено $66 \cdot 10^8$ экз. спата. В соответствии с существующими нормативами площади донных плантаций для получения товарной продукции в этом случае составят 13,2 тыс. га, а прогнозируемый урожай — до 66 тыс. т, при выживаемости 10 %.

Однако увеличение масштабов культивирования приморского гребешка в Приморье сдерживается целым рядом факторов организационного, социального и экономического характера. В частности, не развита инфраструктура этого про-

изводства: на всем Дальнем Востоке нет предприятий по изготовлению оборудования и расходных материалов для хозяйств марикультуры, нет сложившегося рынка сбыта товарной продукции, перерабатывающих предприятий. Вместе с тем для повышения рентабельности марихозяйств необходима глубокая переработка продукции с использованием как мягких тканей моллюсков, так и его раковины, и уже существуют соответствующие технологии (Пат. 2121844; Корнейчук и др., 2003). По-видимому, здесь есть и обратная связь: развитие этих производств возможно в том случае, если для их работы будет гарантированно поступать в достаточном количестве необходимое сырье.

Литература

Белогрудов Е.А. Биологические основы культивирования приморского гребешка *Ratinopecten yessoensis* (Jay) (Mollusca, Bivalvia) в заливе Посъета (Японское море): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 1981. — 23 с.

Брыков В.А., Колотухина Н.К., Таупек Н.Ю., Радовец А.В. Эффективность сбора молоди приморского гребешка на коллекторы: решение оптимизационной задачи // Вопр. рыб-ва. — 2003. — Т. 4, № 2(14). — С. 327–346.

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

Габаев Д.Д. Оседание личинок двустворчатых моллюсков и морских звезд на коллекторы в заливе Посъета Японское море // Биол. моря. — 1981. — № 4. — С. 59–65.

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

Корнейчук С.К., Ярочкин А.П., Купина Н.М., Леваньков С.В. Эффективность производства при использовании ресурсосберегающих технологий // Рациональное природопользование и управление морскими биоресурсами: экосистемный подход: Тез. докл. Междунар. конф. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2003. — С. 236–238.

Пат. 2121844 РФ. Способ получения углеводбелкового комплекса из приморского гребешка / А.М.Ковалевская. Заявлено 18.03.96; Опубл. 20.11.98.

Пат. 2149541 РФ. Способ выращивания гидробионтов в поликультуре / С.И.Масленников, И.А.Кашин. — Заявлено 06.07.98; Опубл. 27.05.2000.

Приморский гребешок. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. — 244 с.

Скарлато О.А., Голиков А.Н., Василенко С.В. и др. Состав, структура и распределение донных биоценозов в прибрежных водах зал. Посъет (Японское море) // Исследования фауны морей. — Л.: Наука, 1967. — Т. 5(13). — С. 5–61.

Справочник по культивированию беспозвоночных в южном Приморье / Сост. А.В.Кучерявенко, Г.С.Гаврилова, М.Г.Бирюлина. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2002. — 83 с.

Суй Силинь. Разведение трепанга. — Пекин: Изд. “Сельск. хоз-во”, 1990. — С. 97–281. (Пер. с кит.).

Шалаева З.А., Овсянникова И.И. Динамика обрастателей на различных сплавах // Обрастания в Японском и Охотском морях. — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. — № 3. — С. 184–193.

Шепель Н.А. Роль искусственных популяций тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* в увеличении численности личинок в планктоне // 5-я Всесоюз. конф. по промысловым беспозвоночным: Тез. докл. — М.: ВНИРО, 1990. — С. 157.

Поступила в редакцию 9.12.04 г.