

УДК 639.446

Ю.С. Чернышова, Н.Ю. Прохорова*Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии,
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛАГУНЫ БУССЕ
КАК ПРИРОДНОГО ИСТОЧНИКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СПАТА
ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА *MIZUHOPECTEN YESSOENSIS***

Представлены результаты исследований воспроизводства приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в лагуне Буссе в период с 2011 по 2017 г. Рассмотрены абиотические факторы среды, их воздействие на продолжительность различных процессов в жизненном цикле приморского гребешка. Показана межгодовая изменчивость динамики численности личинок моллюска в планктоне, определены сроки оседания личинок на субстрат. Также даны рекомендации использования акватории лагуны Буссе в качестве естественного природного источника для получения посадочного материала.

Ключевые слова: лагуна, приморский гребешок, коллекторы, нерест, личинки, рекомендации.

DOI: 10.26428/1606-9919-2018-195-219-228.

Chernyshova Yu.S., Prokhorova N.Yu. Prospects for using the Busse Lagoon as a natural source for producing the spat of japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* // *Izv. TINRO.* — 2018. — Vol. 195. — P. 219–228.

Reproduction of japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in the Busse Lagoon (Sakhalin Island) is investigated. Abiotic environments influence on duration of early stages in its life cycle is determined. Interannual variability of the scallop larvae abundance and timing of its settling on substrata is traced. The Busse Lagoon is recommended for using as a natural source of seeding material (spat) of japanese scallop.

Key words: Busse Lagoon, japanese scallop, spat collector, spawning, larva, recommendation for aquaculture.

Введение

В настоящее время марикультура в нашей стране находится все еще на начальных этапах своего развития. Ведение марикультурного хозяйства осуществляется преимущественно экстенсивными методами, при которых различные этапы, например получение посадочного материала, проходят в природных условиях. Но прежде чем приступить к работе по культивированию какого-либо объекта на выбранной акватории, необходимо провести комплексные гидробиологические исследования данного района, изучить не только природные условия акватории, но и особенности жизненного цикла вида, предполагаемого к культивированию.

* Чернышова Юлия Сергеевна, младший научный сотрудник, e-mail: bezrukova81@mail.ru; Прохорова Наталья Юрьевна, заведующая лабораторией, e-mail: prokhorova.nata@mail.ru.

Chernyshova Julia S., junior researcher, e-mail: bezrukova81@mail.ru; Prokhorova Natalia Yu., head of laboratory, e-mail: prokhorova.nata@mail.ru.

Результаты экспериментальных работ в области марикультуры в различных районах Сахалинской области показали, что оптимальные условия для осуществления начальных этапов культивирования, например получения посадочного материала, существуют в лагуне Буссе, что связано прежде всего с особенностями географического расположения лагуны.

Целью данной работы было дать характеристику лагуны Буссе как уникального природного источника для получения молоди приморского гребешка в естественных условиях.

Материалы и методы

Лагуна Буссе расположена на западном побережье Тонино-Анивского полуострова о. Сахалин, имеет округлую по своим очертаниям форму и занимает площадь 43 км². Сформирована в среднем и позднем голоцене в результате отчленения баром мелководного залива в южной части Муравьевской низменности (Лагуны..., 2002). Морфология береговой зоны и дна лагуны представлена аккумулятивными и абразионно-аккумулятивными равнинами, имеющими выровненную поверхность и осложненными формами ледового воздействия (Бровко, 1990). Сложность гидродинамического режима в лагуне Буссе обусловило формирование здесь двух халистатических зон — в центральной со сдвигом к северу и юго-восточной частях (Задкова и др., 1975). Согласно исследованиям Канно и Мацубара (1932), северо-западная часть лагуны выстлана преимущественно илистыми осадками, а в юго-восточной преобладают песчанистые осадки. Центральный участок северо-западной части (халистатическая зона) покрыт полужидким илом, зараженным сероводородом, почти лишенным растительности. Мелководность лагуны определяет высокую вариабельность суточных и сезонных колебаний температуры воды, а сильные приливно-отливные течения и ветровое перемешивание водных масс приводят к значительному снижению их стратификации (Бровко, 1990).

Наибольший прогрев воды наблюдается в августе-сентябре и достигает 16–24 °С. Именно в этот период и происходит размножение большинства обитающих здесь видов донных беспозвоночных (Куликова, 1979). Разница между придонной и поверхностной температурами сглаживается и становится незначительной (1–2 °С) (Лагуны..., 2002). Соленость воды в лагуне зависит от времени года и приливно-отливного цикла. Минимальное многолетнее значение солёности в северной части составило 26 ‰, в южной — 30 ‰; максимальное (31–32 ‰) наблюдалось в придонных слоях в северной и южной частях лагуны (Бровко, 1990).

Материалы для данной работы были собраны в период с 2011 по 2017 г. в лагуне Буссе в ходе учетных водолазных съемок и мониторинга (рис. 1, табл. 1).

Таблица 1
Объём собранного и проанализированного материала в период с 2011 по 2017 г., шт.

Table 1

Data collected and analyzed in 2011–2017 (number of specimens)

Год	Кол-во станций	Кол-во биоанализов гребешка	Кол-во промеров спата
2011	66	305	1720
2012	64	212	747
2013	40	310	350
2014	42	240	370
2015	40	615	1351
2016	66	412	2630
2017	44	310	1130
Всего	362	2410	8598

Для оценки плотности, распределения и биологического состояния производителей использовали площадной метод и метод количественного учета по результатам сбора (Левин, Шендеров, 1975). Для изучения уровня естественного воспроизводства использовали коллекторный метод сбора молоди моллюска.

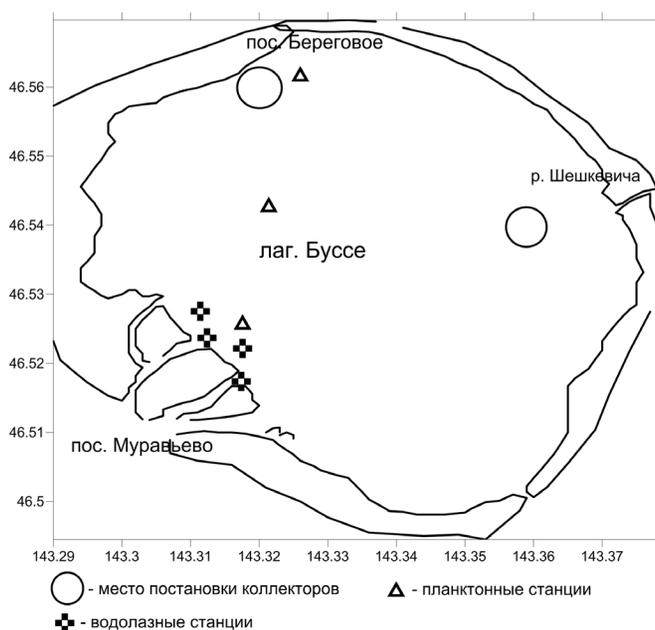


Рис. 1. Схема работ в лагуне Буссе в период с 2011 по 2017 г.
 Fig. 1. Scheme of surveys in the Busse Lagoon in 2011–2017

Для оценки эффективности сбора моледи на субстрат в ходе исследований использовались коллекторы преимущественно мешочного типа, изготовленные из полипропиленового сита с ячейей 1 x 2 мм с вкладышем из такого же материала. Общая полезная площадь мешочных коллекторов составила 1,44 м².

Гребешковые коллекторы устанавливали в последних числах июня — начале июля и экспонировали в среднем 3,5 мес. — до конца сентября — начала ноября. При обработке коллекторов оценивали численность и массу спата гребешка, его выживаемость и темпы роста. Индивидуальную массу тела определяли у живых моллюсков сразу после поднятия коллекторов с точностью до 0,1 г. Линейные размеры моллюсков измеряли с помощью штангенциркуля с точностью до 1 мм.

Полученные данные обрабатывались с помощью стандартных биостатистических методик. Математическую обработку первичных данных проводили с использованием программы «Microsoft Excel».

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований, проведенных в 2011–2017 гг., показали, что максимальных значений температура воды в лагуне Буссе обычно достигает в августе. Средняя многолетняя температура поверхностных вод составляет 19,0 °С, а придонных — 16,8 °С (рис. 2). За весь период наблюдений максимальная температура поверхностных вод наблюдалась в августе 2016 г. — 21,8 °С.

Соленость в лагуне колебалась от 24,7 до 31,3 ‰ у поверхности при среднем многолетнем значении 29,5 ‰, у дна — от 26,9 до 31,7 ‰ при среднем многолетнем 30,4 ‰. Минимальные значения солености наблюдались в мае (повышенный сток рек вследствие активного таяния снега), максимальные — в июне (уменьшение количества осадков) (рис. 3).

Распределение приморского гребешка в лагуне Буссе носит мозаичный характер, что обусловлено структурой донных осадков. Основная масса взрослых особей расположена на песчаных грунтах в районе проток. Общая площадь поселения составляет 0,33 км² при средней плотности поселения 0,40 экз./м². На остальной части акватории гребешок встречается единично. Общая численность моллюсков, достигших промыслового размера (120 мм), по данным съемки 2015 г. составляет 0,155 млн экз. (Прохорова, 2015).

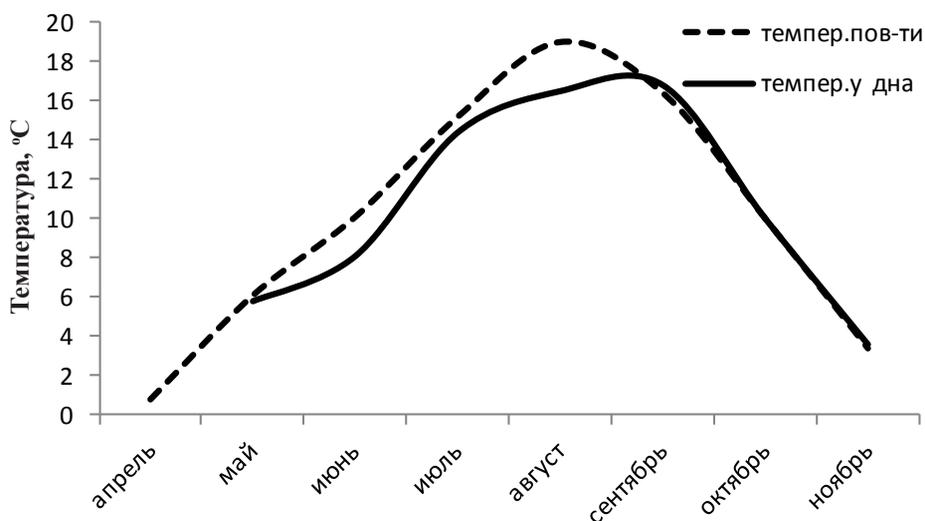


Рис. 2. Средняя многолетняя температура воды в лагуне Буссе на поверхности и у дна в 2011–2017 гг.

Fig. 2. Mean water temperature at the surface and at the bottom in the Busse Lagoon (2011–2017)

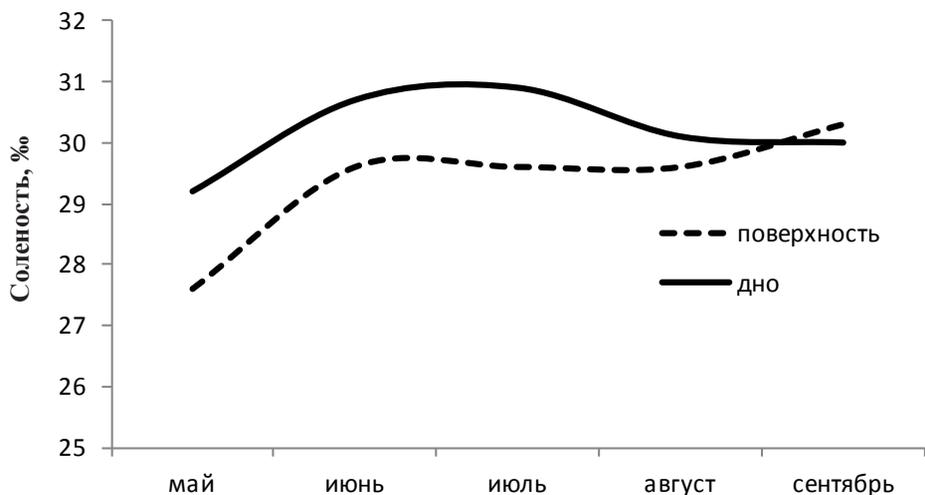


Рис. 3. Средняя многолетняя соленость воды в лагуне Буссе на поверхности и у дна в 2011–2017 гг.

Fig. 3. Mean water salinity at the surface and at the bottom in the Busse Lagoon (2011–2017)

Термический режим в лагуне обуславливает продолжительность различных фаз в жизненном цикле приморского гребешка, например нерестовых процессов (Белогрудов, 1981). О готовности гребешка к нересту свидетельствуют высокие значения гонадного индекса (ГИ). Своих наибольших значений в лагуне Буссе, как правило, ГИ достигает во второй половине мая — первой половине июня (среднее — 24,8 %) при среднем значении температуры воды у дна 6,2 °С. Снижение значений ГИ свидетельствует о начале нереста (Инструкция..., 2011). На протяжении ряда лет в лагуне Буссе начало нереста приморского гребешка регистрируется в конце мая — июне, в зависимости от прогрева воды. Массовый нерест начинается в середине июля при средних значениях температуры воды 14 °С и может как проходить в сжатые сроки (в течение двух недель), так и растягиваться до месяца. Согласно результатам наших работ, общая продолжительность нереста в лагуне Буссе составляет 1,5–2,0 мес., что также подтверждается литературными данными (Куликова, Табунков, 1974). Многолетние наблюдения за сроками нереста позволили определить оптимальный период

для выставления коллекторов для сбора спата — конец июня — начало июля, приблизительно за две недели до начала массового нереста (Шпакова, 2011, 2013; Галанин, 2012, 2014; Прохорова, 2015, 2016). Постановку коллекторов осуществляют заранее для того, чтобы они успели обрасти особой бактериологической пленкой, необходимой для успешного оседания спата (Белогрудов, 1981).

Первые личинки в планктоне появляются в последних числах мая — начале июня, но количество их невелико — в среднем 14,6 экз./м³. В разные годы характер динамики численности личинок в планктоне может существенно варьировать, что связано в первую очередь с гидрологическими характеристиками. В отдельные годы наблюдалось постепенное нарастание численности личинок в планктоне, а в некоторые резкий подъем плотности личинок сменялся почти полным их исчезновением. В 2011 г. первые личинки появились в планктоне в конце мая (3,4 экз./м³). Пик численности пришелся на середину июля (максимальная плотность составила 1311 экз./м³), концентрация личинок возростала постепенно, а снижение (по результатам планктонных съемок) произошло в период между 11 и 22 июля. В 2012 г. плавный рост численности личинок в планктоне происходил в период с середины июня до конца июля. Своего пика (992 экз./м³) концентрация личинок в пробах достигла к середине августа, затем их плотность в планктоне вновь уменьшилась. Сравнительно невысокие значения температуры воды, а также ее сглаженный ход в июле и августе в 2011 и 2012 гг. способствовали хорошей выживаемости личинок. В 2013 г. максимальная плотность личинок наблюдалась в начале августа (93,5 экз./м³), что оказалось примерно в 10 раз ниже по сравнению с данными 2012 г. и в 15 раз — с данными 2011 г. В 2014 г. плотность личинок постепенно возростала вплоть до начала августа, когда были зарегистрированы ее максимальные значения (289 экз./м³). В 2015 г. на протяжении всего периода нахождения в планктоне плотность личинок была очень низкой, максимальные значения (около 90 экз./м³) были зарегистрированы в конце июля, после чего резко упали. В это же время было зафиксировано повышение температуры воды в лагуне. В 2016 г. плотность личинок в планктоне нарастала постепенно, достигнув максимума во второй половине августа — 140,7 экз./м³. Высокие значения температуры воды, наблюдавшиеся в августе 2013–2015 гг., могли оказать отрицательное воздействие на выживаемость личинок. Летом 2015 г. колебания средних значений температуры воды в июле и августе были значительными, что также не могло не сказаться на численности личинок, которая в этот год была самой низкой за весь рассмотренный период. Кроме этого, в августе 2015 г. было зарегистрировано значительное опреснение воды — до 28,5 ‰ — вследствие большого количества осадков. Опреснение могло послужить причиной гибели личинок в планктоне. В остальные годы колебания солености воды были незначительными. В 2017 г. всплеск численности наблюдался в первой декаде августа (453 экз./м³), затем произошло ее снижение к концу месяца (54 экз./м³). Небольшое понижение и выравнивание температуры воды в этот год благоприятно отразилось на показателях обилия личинок (рис. 4).

Основным фактором межгодовой изменчивости динамики плотности личинок гребешка в планктоне в лагуне Буссе в период 2011–2017 гг. была температура. В годы с плавными изменениями температуры воды количество личинок в планктоне выше, чем в годы с ее резкими колебаниями.

Общий период нахождения личинок приморского гребешка в планктоне в лагуне Буссе составляет 2–3 мес. После завершения пелагической стадии личинки оседают на субстрат и прикрепляются к нему. После этого они считаются спатом. Оседание личинок на субстрат начинается при достижении ими стадии педивелигера с высотой раковины 250–275 мкм (Белогрудов, 1981). Появление первых педивелигеров в лагуне возможно уже в конце июня (рис. 5). Исходя из средних многолетних данных можно сделать вывод, что первая осевшая молодежь в лагуне Буссе появляется уже в начале июля (табл. 2). Массовое оседание длится около месяца (с середины июля до середины августа). Раннее выставление коллекторов способствует увеличению средних размеров спата (табл. 3). Динамика оседания спата на коллекторы в разные годы существенно варьировала — от 63 до 713 экз./м² (рис. 6).

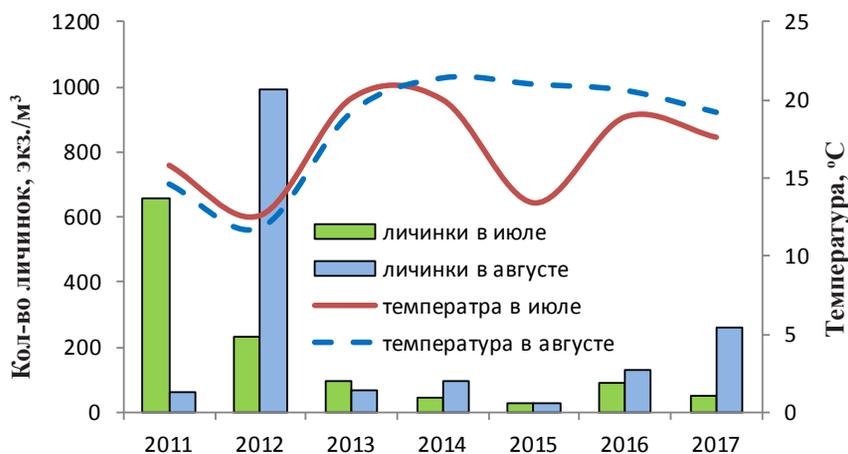


Рис. 4. Динамика плотности личинок приморского гребешка в июле-августе в лагуне Буссе, 2011–2017 гг.

Fig. 4. Density dynamics for larvae of japanese scallop in the Busse Lagoon (July-August, 2011–2017)

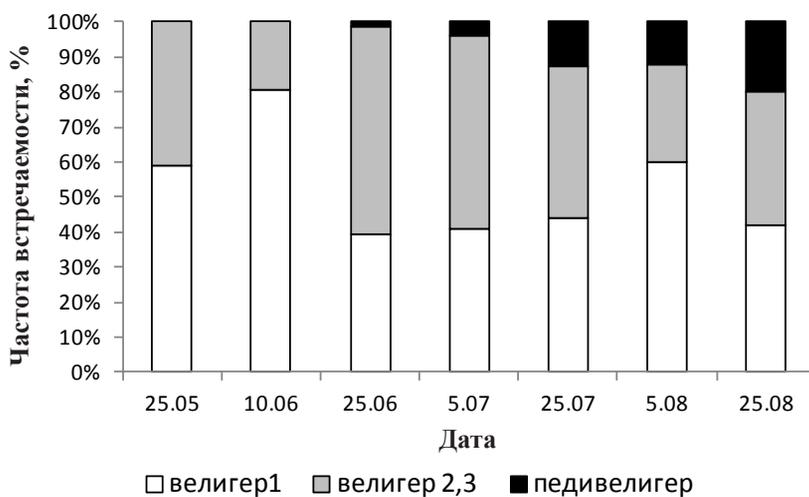


Рис. 5. Среднее многолетнее соотношение стадий развития пелагических личинок приморского гребешка в пробах планктона, июнь-август 2011–2017 гг.

Fig. 5. Mean portion of the stages of japanese scallop pelagic larvae in plankton samples (June-August, 2011–2017)

Таблица 2
Предполагаемые сроки оседания личинок на субстрат в лагуне Буссе в период 2011–2017 гг.
Table 2
Expected timing for japanese scallop larvae settling on substrata in the Busse Lagoon (2011–2017)

Год	Начало нерестового периода*	Средняя температура воды у дна на момент начала нереста, °C	Кол-во личинок в планктоне на момент нереста, экз./м³	Предполагаемая дата начала оседания**	Средняя температура воды у дна на момент начала оседания, °C
2011	2-я декада июня	6,5	20,0	3-я декада июля	14,9
2012	2-я декада июня	6,6	29,0	2-я декада июля	11,3
2013	2-я декада июня	–	–	1-я декада июля	15,9
2014	3-я декада мая	3,8	0,5	1-я декада июля	15,4
2015	3-я декада мая	5,7	1,0	2-я декада июля	11,4
2016	1-я декада июня	4,0	23,2	1-я декада июля	9,8
2017	3-я декада мая	9,4	1,0	1-я декада июля	12,1

* Сроки определены на основании анализа динамики гонадного индекса.

** Начало оседания определено в результате анализа темпов роста спата гребешка.

Таблица 3

Сроки экспозиции коллекторов, а также усредненные показатели плотности и высоты собранного с них спата в лагуне Буссе за период с 2011 по 2017 г.

Table 3

Timing of collectors exposition and averaged density and size of the japanese scallop spat collected in the Busse Lagoon in 2011–2017

Год	Дата постановки	Дата снятия	Кол-во дней экспозиции	Средняя плотность спата, экз./коллектор	Средняя плотность спата, экз./м ²	Средняя высота спата на момент изъятия, мм
2011	1 июля	11 октября	102	810	563	18,4 ± 0,1
2012	3 июля	27 сентября	87	91	63	13,4 ± 0,3
2013	3 июля	24 октября	114	425	295	23,20 ± 0,15
2014	24 июня	1 октября	99	734	510	15,9 ± 0,2
2015	24 июня	19 ноября	148	698	485	17,80 ± 0,09
2016	1 июля	5 ноября	127	186	129	19,3 ± 0,2
2017	28 июня	11 октября	91	1026	713	17,7 ± 0,2

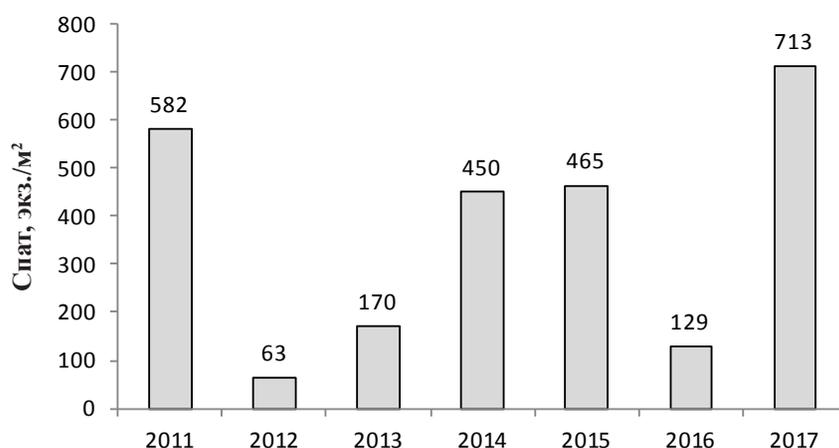


Рис. 6. Средняя удельная плотность спата (экз./м²) на момент выпуска в октябре-ноябре в период с 2011 по 2017 г.

Fig. 6. Mean density of spat (ind./m²) for the moment of release (October-November, 2011–2017)

Анализ многолетних наблюдений показал, что количество осевшего на коллекторы спата напрямую не зависит от количества личинок в планктоне. Например, в 2012 г. при значительной доле личинок в планктоне (см. рис. 4) количество осевшего спата было минимальным. В 2014–2015 гг. количество личинок в планктоне было наименьшим за весь рассмотренный период, однако, несмотря на это, средняя численность молоди на коллекторах составила соответственно 510 и 485 экз./м² (рис. 4, 6).

Вероятно, помимо плотности пелагических личинок, в действие вступают другие факторы, являющиеся лимитирующими для оседающей молоди. И прежде всего к ним относятся абиотические условия среды.

Заключение

В настоящее время существуют методики плантационного культивирования моллюсков, согласно которым акватория, рассматриваемая в качестве полигона для выращивания молоди моллюсков, должна соответствовать ряду требований (Справочник..., 2002). Прежде всего это касается абиотических факторов среды. Лагуна Буссе имеет целый спектр природных условий, благоприятных для использования ее в качестве природного источника для получения посадочного материала. Относительно выровненный рельеф побережья и дна лагуны Буссе способствует развитию мариккультуры, так как не создает препятствий для строительства береговой базы и создания необходимых

коммуникаций (Бровко, 1990). Защищенность бухты от штормов не препятствует водообмену с зал. Анива, а ее мелководность обуславливает наличие собственного термического режима, оптимального для развития личинок и молоди моллюска. Кроме того, в лагуне существует естественное скопление приморского гребешка, обеспечивающее воспроизводство популяции. Согласно методикам, успешно применяющимся в Приморье, одним из требований к акваториям по выращиванию гребешка является наличие определенного количества личинок в планктоне (не менее 40–90 экз./м³, а в стадии оседания — не менее 25–50 экз./м³). Среднегодовая концентрация личинок приморского гребешка в лагуне Буссе в период массового нахождения в планктоне колеблется от 44 до 91 экз./м³. Даже в годы, когда количество личинок в планктоне оказывается ниже среднего многолетнего уровня, урожайность гребешка остается достаточно высокой (Галанин, 2014; Прохорова, 2015). Гидрологический режим способствует ускоренному росту спата на коллекторах, который значительно раньше достигает более крупных размеров, чем в зал. Анива, что способствует его лучшей выживаемости.

В лагуне Буссе площадь акватории, пригодной для размещения коллекторных установок, составляет 20 км². Это почти половина площади лагуны, за исключением мелководных (от 0 до 2,5 м) и сильно распресняемых (вблизи крупных рек) участков. С учетом биотехнических показателей, разработанных для закрытых акваторий Приморского края, на одном квадратном километре можно разместить 20000 коллекторов мешочного типа. В общей сложности на 20 км² одновременно может быть размещено 400000 коллекторов мешочного типа. При среднем уровне оседания личинок и средней выживаемости за 3 мес. экспозиции (выдерживания коллекторов до середины октября) один мешочный коллектор может обеспечить сбор 250 экз. спата (молоди). В результате средние возможности («мощность») лагуны Буссе по обеспечению посадочным материалом могут составить 100 млн экз. приморского гребешка. Часть молоди может использоваться на поддержание численности маточного стада лагуны, а часть расселяться в зал. Анива и других акваториях в местах, пригодных для пастбищного выращивания.

Таким образом, благодаря оптимальному сочетанию природных условий лагуна Буссе является уникальным природным источником получения спата приморского гребешка в естественных условиях.

Список литературы

- Белоградов Е.А.** Биологические основы культивирования приморского гребешка *Ratinopecten yessoensis* (Jay) (Mollusca, Bivalvia) в заливе Посьета (Японское море) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. — 23 с.
- Бровко П.Ф.** Развитие прибрежных лагун : моногр. — Владивосток : ДВГУ, 1990. — 146 с.
- Галанин Д.А.** Отчет о результатах НИР по оценке уровня естественного воспроизводства приморского гребешка в заливе Анива и лагуне Буссе : отчет о НИР / СахНИРО. № ГР 115061710014; Инв. № 11992. — Южно-Сахалинск, 2014. — 25 с.
- Галанин Д.А.** Оценка уровня естественного воспроизводства приморского гребешка в заливе Анива и лагуне Буссе : отчет о НИР / СахНИРО. № ГР 115061710014; Инв. № 11669. — Южно-Сахалинск, 2012. — 42 с.
- Задкова И.И., Малюшко Л.Д., Сарочан В.Ф.** Геохимия лагуны Буссе на Сахалине : моногр. — Новосибирск : Наука СО АН, 1975. — 90 с.
- Инструкция по технологии садкового и донного культивирования приморского гребешка** / сост. А.В. Кучерявенко, А.П. Жук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — 49 с.
- Канно Т., Мацубара С.** Исследования лагуны Буссе, о. Сахалин и анфельдии (*Ahnfeltia plicata* var. *tobuchiensis* nov.) // Суйсан гаку дзасси. — 1932. — № 35. — С. 97–132. (Пер. с яп.)
- Куликова В.А.** Особенности размножения двустворчатых моллюсков в лагуне Буссе в связи с температурными условиями водоема // Биол. моря. — 1979. — № 1. — С. 34–38.
- Куликова В.А., Табунков В.Д.** Экология, размножение, рост и продукционные свойства популяции гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Dysedenta, Pectinidae) в лагуне Буссе (залив Анива) // Зоол. журн. — 1974. — Т. 53, вып. 12. — С. 1767–1774.
- Лагуны Сахалина** : моногр. / П.Ф. Бровко, Ю.А. Микишин, В.Ф. Рыбаков и др. — Владивосток : ДВГУ, 2002. — 80 с.

Левин В.С., Шендеров Е.Л. Некоторые вопросы методики количественного учета макробентоса с применением водолазной техники // Биол. моря. — 1975. — № 2. — С. 64–70.

Прохорова Н.Ю. Отчет о результатах НИР по оценке уровня естественного воспроизводства приморского гребешка в заливе Анива и лагуне Буссе с мая по ноябрь 2015 г. : отчет о НИР / СахНИРО. № ГР 115061710014; Инв. № 12099. — Южно-Сахалинск, 2015. — 60 с.

Прохорова Н.Ю. Отчет о результатах НИР по оценке уровня естественного воспроизводства приморского гребешка в заливе Анива и лагуне Буссе с мая по ноябрь 2016 г. : отчет о НИР / СахНИРО. № ГР 115061710014; Инв. № 12099. — Южно-Сахалинск : 2016. — 27 с.

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

Шпакова Т.А. Оценка современного уровня естественного воспроизводства приморского гребешка в заливе Анива и лагуне Буссе : отчет о НИР / СахНИРО. № ГР 115061710014; Инв. № 11556. — Южно-Сахалинск, 2011. — 21 с.

Шпакова Т.А. Оценка современного уровня естественного воспроизводства приморского гребешка в заливе Анива и лагуне Буссе : отчет о НИР / СахНИРО. № ГР 115061710014; Инв. № 11753. — Южно-Сахалинск, 2013. — 20 с.

References

Belogradov, E.A., Biological bases for the cultivation of the Yesso scallop *Patinopecten yessoensis* (Jay) (Mollusca, Bivalvia) in Possyet Bay (Sea of Japan), *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr., Akad. Nauk. SSSR, 1981.

Brovko, P.F., *Razvitiye pribrezhnykh lagun* (Development of Coastal Lagoons), Vladivostok: Dal'nevost. Gos. Univ, 1990.

Galanin, D.A., *Otchet o rezultatakh NIR po otsenke urovnya estestvennogo vosproizvodstva primorskogo grebeshka v zalive Aniva i lagune Busse* (Report on the results of research work for the assessment of the natural reproduction rate of Yesso scallop in Aniva Bay and Busse Lagoon), Available from SakhNIRO, 2014, Yuzhno-Sakhalinsk, no. GR 115061710014, inv. no. 11992.

Galanin, D.A., *Otsenka urovnya estestvennogo vosproizvodstva primorskogo grebeshka v zalive Aniva i lagune Busse: Otchet o NIR* (Assessment of the natural reproduction rate of Yesso scallop in Aniva Bay and Busse Lagoon: Report on research work), Available from SakhNIRO, 2012, Yuzhno-Sakhalinsk, no. GR 115061710014, inv. no. 11669.

Zadkova, I.I., Maljushko, L.D., Sarochan, V.F., *Geokhimiya laguny Busse na Sakhaline* (Geochemistry of Bousse Lagoon in Sahalin), Novosibirsk: Nauka SO AN, 1975.

Kucheryavenko, A.V. and Zhuk, A.P., *Instruktsiya po tekhnologii sadkovogo i donnogo kul'tivirovaniya primorskogo grebeshka* (Instruction on the Technology of Cage and On-Bottom Cultivation of Yesso Scallop), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011.

Kanno, T. and Matsubara, S., Studies of Busse Lagoon, Sakhalin Island, and *Ahnfeltia (Ahnfeltia plicata* var. *tobuchiensis* nov.), *Suisan Gaku Dzassi*, 1932, no. 35, pp. 97–132. (Translation from Japanese)

Kulikova, V.A., Reproduction peculiarities of bivalve mollusks in Busse Lagoon in relation to water temperature, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1979, vol. 5, no. 1, pp. 34–38.

Kulikova, V.A. and Tabunkov, V.D., Ecology, reproduction, growth, and production properties of the scallop *Mizuhopecten yessoensis* (Dysedenta, Pectinidae) population in Busse Lagoon (Aniva Bay), *Zool. Zh.*, 1974, vol. 53, no. 12, pp. 1767–1774.

Brovko, P.F., Mikishin, Yu.A., Rybakov, V.F., Volodarsky, A.N., Terentyev, N.S., and Tokarchuk, T.N., *Laguny Sakhalina* (Sakhalin Lagoons), Vladivostok: Dal'nevost. Gos. Univ., 2002.

Levin, V.S. and Shenderov, E.L., Some problems of macrobenthos census methods with the use of diving equipment, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1975, vol. 1, no. 2, pp. 135–143.

Prokhorova, N.Yu., *Otchet o rezul'tatakh NIR po otsenke urovnya estestvennogo vosproizvodstva primorskogo grebeshka v zalive Aniva i lagune Busse s maya po noyabr' 2015 g.* (Report on the results of the research work on the assessment of natural reproduction rate of Yesso scallop in Aniva Bay and Busse Lagoon from May to November 2015), Available from SakhNIRO, 2015, Yuzhno-Sakhalinsk, no. GR 115061710014; inv. no. 12099.

Prokhorova, N.Yu., *Otchet o rezul'tatakh NIR po otsenke urovnya estestvennogo vosproizvodstva primorskogo grebeshka v zalive Aniva i lagune Busse s maya po noyabr' 2016 g.* (Report on the results of the research work on the assessment of natural reproduction rate of Yesso scallop in Aniva Bay and Busse Lagoon from May to November 2016), Available from SakhNIRO, 2016, Yuzhno-Sakhalinsk, no. GR 115061710014; inv. no. 12099.

Kucheryavenko, A.V., Gavrilova, G.S., and Biryulina, M.G., *Spravochnik po kul'tivirovaniyu bespozvonochnykh v yuzhnom Primorye* (A Reference Book for Cultivation of Invertebrates in Southern Primorsky Krai), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2002.

Shpakova, T.A., *Otsenka sovremennogo urovnya estestvennogo vosproizvodstva primorskogo grebeshka v zalive Aniva i lagune Busse: otchet o NIR* (Assessment of the current natural reproduction rate of Yesso scallop in Aniva Bay and Busse Lagoon: Report on research work), Available from SakhNIRO, 2011, Yuzhno-Sakhalinsk, no. GR 115061710014; inv. no. 11556.

Shpakova, T.A., *Otsenka sovremennogo urovnya estestvennogo vosproizvodstva primorskogo grebeshka v zalive Aniva i lagune Busse: otchet o NIR* (Assessment of the current natural reproduction rate of Yesso scallop in Aniva Bay and Busse Lagoon: Report on research work), Available from SakhNIRO, 2013, Yuzhno-Sakhalinsk, no. GR 115061710014; inv. no. 11753.

Поступила в редакцию 29.05.2018 г.

После доработки 18.09.2018 г.

Принята к публикации 11.10.2018 г.