

Научная статья

УДК 639.446.06(265.53)

DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-679-691

EDN: GMLIYM

**ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА  
MIZUHOPECTEN YESSOENSIS В САДКАХ В ЗАЛИВЕ АНИВА****Ю.С. Чернышова, Н.Ю. Прохорова, Д.А. Галанин\***

Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),

693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

**Аннотация.** Представлены результаты современного опыта выращивания приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в садках в зал. Анива в течение первых трех лет жизни. Выяснены средние размерно-массовые характеристики моллюска, проведена сравнительная оценка темпов роста и выживаемости с аналогичными показателями молоди гребешка из естественных поселений в зал. Анива и других районов обитания в Дальневосточном регионе. На основании выполненных исследований сделаны выводы о целесообразности применения садкового способа получения товарного гребешка в условиях зал. Анива.

**Ключевые слова:** залив Анива, приморский гребешок, садки, темп роста, выживаемость

**Для цитирования:** Чернышова Ю.С., Прохорова Н.Ю., Галанин Д.А. Опыт выращивания приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в садках в заливе Анива // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 3. — С. 679–691. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-679-691. EDN: GMLIYM.

Original article

**Experiment on growing of japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis*  
in cages in the Aniva Bay****Yulia S. Chernyshova\*, Natalia Yu. Prokhorova\*\*, Dmitry A. Galanin\*\*\***

\*, \*\*, \*\*\* Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO),

196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

\* junior researcher, bezrukova81@mail.ru, ORCID 0000-0003-2663-0695

\*\* head of laboratory, prokhorova.nata@mail.ru, ORCID 0000-0001-6396-3179

\*\*\* Ph.D., advisor, dgalanin@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2023-0770

**Abstract.** Results of experimental growing of japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in the first three years of life in cages mounted in the Aniva Bay (southern Okhotsk Sea) are presented. Mean size and weight of the mollusks are determined and their growth rate and

\* Чернышова Юлия Сергеевна, младший научный сотрудник, bezrukova81@mail.ru, ORCID 0000-0003-2663-0695; Прохорова Наталья Юрьевна, заведующая лабораторией, prokhorova.nata@mail.ru, ORCID 0000-0001-6396-3179; Галанин Дмитрий Александрович, советник, dgalanin@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2023-0770.

© Чернышова Ю.С., Прохорова Н.Ю., Галанин Д.А., 2022

survival are compared with these indices for juvenile scallops from natural settlements in the Aniva Bay and other habitats located in the Far East region. Feasibility of the cage method for commercial cultivation of the scallop in conditions of the Aniva Bay is concluded.

**Keywords:** Aniva Bay, japanese scallop, cage growing, growth rate, survival

**For citation:** Chernyshova Yu.S., Prokhorova N.Yu., Galanin D.A. Experience on growing of japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in cages in the Aniva Bay, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2022, vol. 202, no. 3, pp. 679–691. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-679-691. EDN: GMLIYM.

## Введение

Культивирование приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* — принципиально новое направление марикультуры в Сахалинской области. До недавнего времени разводить моллюска на Сахалине пробовали лишь в научно-экспериментальных целях. Высокая биологическая и пищевая ценность гребешка сделали его объектом интенсивного промысла, что не могло не сказаться на состоянии его ресурсов. Повсеместное сокращение запасов создало необходимость поиска путей решения этой проблемы. Стало очевидным, что ужесточение контроля вылова и уменьшение объемов добычи только частично может повлиять на сложившуюся ситуацию. Поэтому создание «мари-ферм» — предприятий по выращиванию ценных видов гидробионтов в искусственно созданных условиях (в том числе молоди) — может обеспечить потребности населения и помочь восстановлению ценного морского ресурса.

Первые работы по оценке возможностей искусственного воспроизводства приморского гребешка в Сахалинской области были проведены в 1968–1980 гг. в лагуне Буссе Анивского залива. В ходе работ были определены оптимальные сроки выставления коллекторов для сбора спата, а также найдены подходящие конструкции и материалы для коллекторов [Куликова, Табунков, 1974]. С 2003 г. по настоящее время в разных районах зал. Анива выполнялись работы по изучению особенностей естественного воспроизводства приморского гребешка с помощью коллекторов. Целью работ была разработка практических рекомендаций по сбору спата (посадочного материала) морского (приморского) гребешка [Кучерявенко и др., 2006; Регулев, Григорьева, 2009; Галанин, Шпакова, 2011; Прохорова, Галанин, 2016; Чернышова и др., 2017]. Основным результатом этих исследований стало доказательство возможности получения жизнестойкой молоди приморского гребешка с помощью коллекторов в местах его естественных скоплений в пределах Сахалино-Курильского региона.

Первые марикультурные (рыбоводные) хозяйства, появившиеся в Сахалинской области несколько лет назад, в связи с несовершенством законодательства не могли собирать спат морского (приморского) гребешка из естественной среды с помощью коллекторов. Для решения проблемы нехватки посадочного материала в 2019 г. из Приморского края в качестве эксперимента было доставлено около 100 тыс. шт. годовой молоди моллюска. В момент выпуска была установлена выживаемость только 25 % привезенных особей. С учетом стоимости доставки такой способ получения посадочного материала признан нерациональным. Именно поэтому работы по получению спата и оценке выживаемости и показателей роста молоди морского (приморского) гребешка в местных условиях имеют высокую актуальность.

Цель настоящей статьи — оценка перспектив ведения марикультурной деятельности в прибрежных водах о. Сахалин на основе сравнения показателей выживаемости и роста приморского гребешка в первые годы жизни в искусственных (садки) и естественных условиях.

## Материалы и методы

Исследования выполнены на полигонах в лагуне Буссе (в координатах: 46°33,376' с.ш. 143°19,731' в.д. и 46°32,127' с.ш. 143°21,626' в.д.) на глубине 3–4 м

и в зал. Анива в районе мыса Юноны (46°33,957' с.ш. 142°58,185' в.д.) на глубине 18 м в период с 2015 по 2018 г. (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема расположения экспериментальных полигонов в зал. Анива и лагуне Буссе  
Fig. 1. Scheme of the experimental polygons in the Aniva Bay and Busse Lagoon

Материалом для исследования послужила молодь гребешка, полученная на полигоне в лагуне Буссе в 2015 г. и затем перевезенная на полигон в зал. Анива для дальнейшего подращивания.

В лагуне Буссе молодь была получена коллекторным способом. Всего было использовано 60 коллекторов мешочного типа. Площадь одного коллектора составила 1,44 м<sup>2</sup>. Неотсортированный спат, собранный в лагуне Буссе осенью 2015 г. в количестве 6,5 тыс. экз., был транспортирован на полигон в зал. Анива, где его разместили в садках плотностью 250–350 экз. Всего было использовано 4 садка общей полезной площадью 1,7 м<sup>2</sup>. Каждый садок состоял из 5 пластин диаметром 33 см (0,085 м<sup>2</sup>), соединенных с помощью полипропиленовой веревки (диаметр 4 мм). Общая полезная площадь была рассчитана по формуле

$$S_{\text{общ}} = \pi r^2 \cdot 5 \cdot 4,$$

где  $\pi r^2$  — площадь круга, или рабочая верхняя поверхность одной пластины; 5 — количество пластин; 4 — количество садков.

$$S_{\text{общ}} = 3,14 \cdot (33/2)^2 \cdot 5 \cdot 4 = 17097,3 \text{ см}^2, \text{ или } 1,7 \text{ м}^2.$$

Расстояние между пластинами составляло 15 см. Сверху садок обтягивался делью с диаметром ячеей 10 × 10 мм. Все садки были собраны на одной гидротехнической установке, которая была размещена на глубине 18 м (рис. 2).

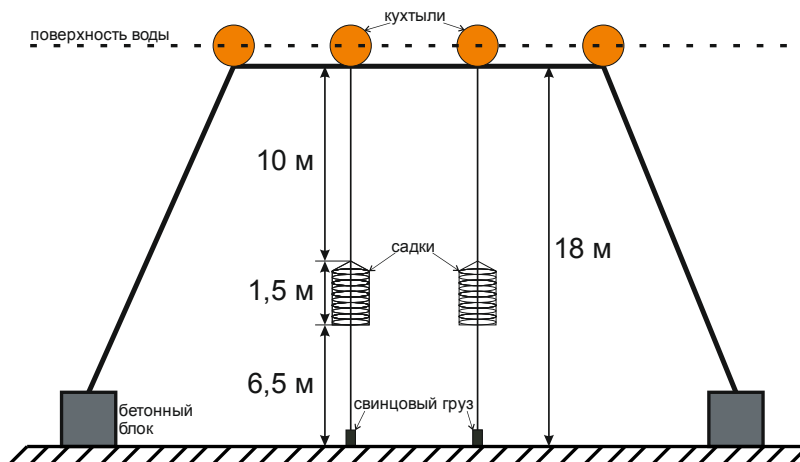


Рис. 2. Схема садковой установки  
Fig. 2. Scheme of a cage set

В июле следующего года (2016) для определения выживаемости и скорости роста молодь гребешка была отобрана из садков. Численность моллюсков была оценена в 4 садках, учтено около 6000 экз. моллюсков, промерено и взвешено 440 экз. Высоту раковины моллюсков измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм, массу тела — на электронных весах с точностью  $\pm 0,1$  г. Выживаемость определяли как отношение числа живых особей к общей численности молоди в садках (на начало конкретного этапа), выраженное в процентах. После промеров и сортировки гребешок в количестве 1 тыс. экз. был вновь помещен в садки плотностью 25–30 экз. на пластину. Летом следующего 2017 г. после проведения всех манипуляций (осмотр, измерение, взвешивание) гребешки в количестве 365 экз. были помещены в садки с плотностью 10–12 шт. на пластину. После годового застоя осенью 2018 г. было просмотрено 95 экз. гребешка.

Всего за период работ было измерено 1739 экз. молоди приморского гребешка.

Измерения гидрологических параметров воды (температура, соленость) проводились ежемесячно, с мая по август, в течение всего периода работ (2015–2018 гг.). Все промеры осуществлялись с маломерного судна с помощью многопараметрического зонда «YSI-556». Кроме того, при анализе температуры поверхностного слоя воды были использованы спутниковые данные, полученные с помощью приемной станции TeraScan и хранящиеся в базе данных СахНИРО. Это позволило вычислить сумму тепла, которая является итоговым показателем теплопроводности конкретной акватории. Статистическая обработка данных выполнена с использованием возможностей «Microsoft Excel» 2010 для Windows.

Сбор и демонтаж гидротехнической установки осуществлялись при помощи водолазов. Два раза в год проводился технический осмотр садков на предмет повреждений и заиления.

При сравнении средних размеров (высота раковины) и темпов роста садкового и дикого гребешка использовали как собственные (садковый), так и литературные [Приморский гребешок, 1986; Кучерявенко и др., 2006; Регулев, Григорьева, 2009] (гребешок из естественных скоплений) данные. При сравнении показателей выживаемости для садкового и «дикого» гребешка применялась кривая смертности, рассчитанная Т.А. Шпаковой [Прохорова, Галанин, 2016] для необлавливаемого скопления приморского гребешка западного побережья зал. Анива в 1999 и 2000 гг. Коэффициенты естественной смертности вычисляли по методу П.В. Тюрина [1972] для видов с высокой плодовитостью.

## Результаты и их обсуждение

### *Гидрологический режим в районе работ*

Гидрологии зал. Анива посвящено немало работ [Истошин, 1952; Шелегова, 1958; Пищальник, Бобков, 2000; Кучерявенко и др., 2006; Регулев, Григорьева, 2009; Хузева, Като, 2011]. Знание гидрологического режима акватории имеет первостепенное значение для работ по воспроизводству гидробионтов. Температурный режим водоема играет главную роль для многих жизненно важных процессов, например определяет сроки нереста животных. Известно, что у приморского гребешка нерест начинается при придонных температурах 8–10 °С [Справочник..., 2002]. Также температура воды оказывает значительное влияние на рост моллюсков. Выявлено, что лучше всего гребешок растет при температурах от 8 до 16 °С, однако оптимальный для линейного роста моллюска диапазон находится в пределах 10–14 °С [Силина, 1986].

Данные наших исследований, проведенных в период с 2016 по 2018 г., показали, что прогрев верхнего 10-метрового слоя воды до 8 °С происходит во второй половине июня, а на глубине 18 м — ближе к середине августа (рис. 3).

Однако различия по годам могут быть существенными. Так, например, в 2016 г. в мае температура воды на глубине 18 м была 3,2 °С, а к середине августа она прогре-

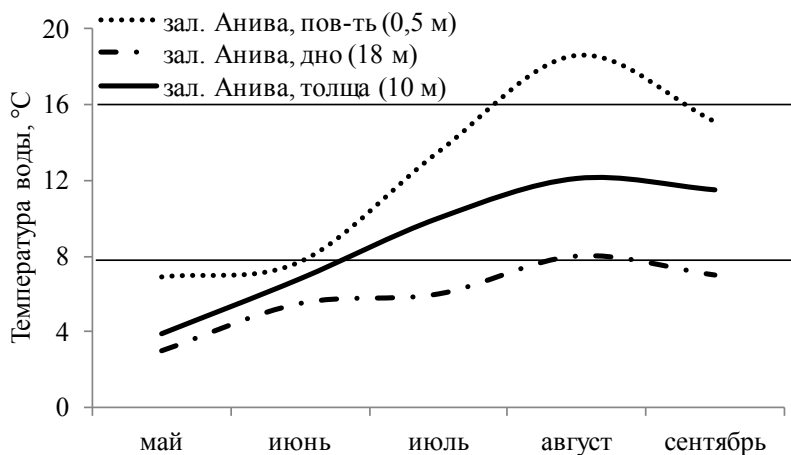


Рис. 3. Среднемесячные значения температуры воды в зал. Анива (мыс Юноны) в толще и на дне, 2016–2018 гг. (прямыми линиями обозначен благоприятный для роста гребешка диапазон температур)

Fig. 3. Mean monthly temperature dynamics in the water column and at the bottom of the Aniva Bay (at Cape Yunona) in 2016–2018 (straight lines indicate the temperature range favorable for the scallop growth)

лась до 14,0 °C. В 2017 г. температура воды на 18 м в период с мая по август почти не менялась. Ее средние значения в мае составили 5,3 °C, а в августе — около 6,0 °C. В 2018 г. изменение температуры воды по месяцам соответствовало среднемноголетнему температурному режиму. Максимальных значений (10,7 °C) температура придонного слоя достигла в августе.

В целом по суммарному значению температуры воды 2016 г. был теплее двух последующих, что подтверждается спутниковыми данными (рис. 4).

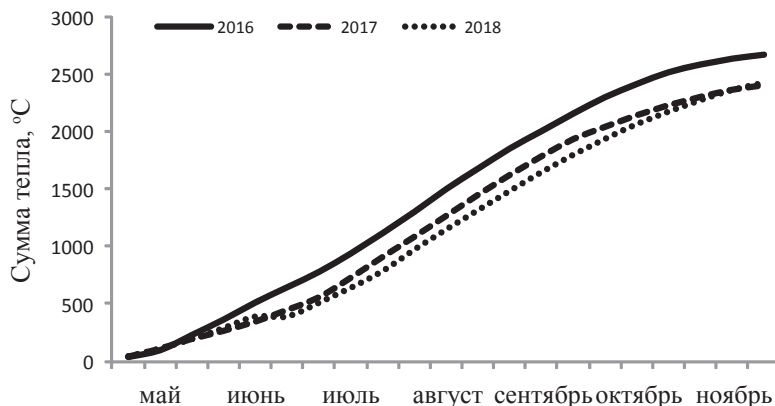


Рис. 4. Сумма градусо-дней тепла в поверхностном слое воды в северной части зал. Анива (мыс Юноны) по спутниковым данным за 2016–2018 гг.

Fig. 4. Cumulative SST in the northern Aniva Bay at Cape Yunona (on satellite data for 2016–2018)

Средние показатели солености воды в акватории за весь период работ составили 31,7 ‰ (рис. 5). Несмотря на то что оптимальный для жизнедеятельности моллюска соленостный режим находится в пределах 32–34 ‰ [Приморский гребешок, 1986], в литературе [Микулич, Бирюлина, 1970] имеются данные о поселениях гребешка в районах, где в летний период соленость часто менее 32 ‰. Таким образом, соленость 31,7 ‰ является достаточно благоприятной для обитания этого вида.

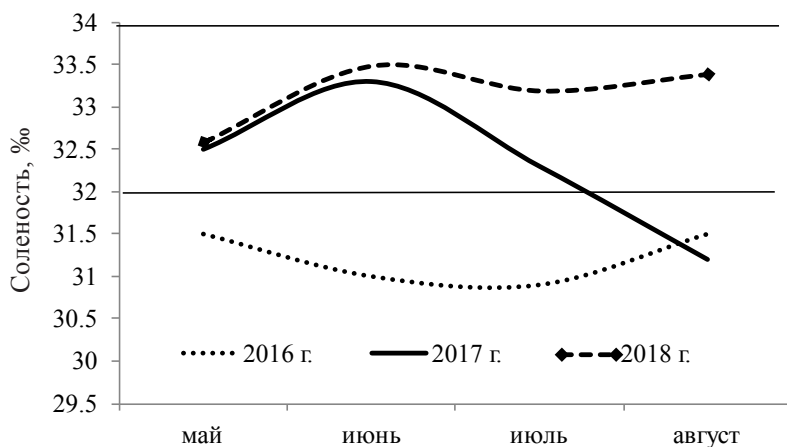


Рис. 5. Изменение солености придонного слоя воды, зал. Анива (мыс Юноны), 2016–2018 гг. (прямыми линиями обозначен благоприятный для роста гребешка диапазон)

Рис. 5. Dynamics of salinity in the bottom water layer of the Aniva Bay at Cape Yunona in 2016–2018 (straight lines indicate the salinity range favorable for the scallop growth)

### Темпы роста молоди гребешка в садках

По результатам работ, выполненных в лагуне Буссе в 2015 г., высота раковины полученной молоди варьировала от 6 до 23 мм, в среднем составив  $17,8 \pm 0,2$  мм. Масса тела моллюсков колебалась в диапазоне от 0,05 до 1,58 г при среднем значении  $0,7 \pm 0,3$  г.

В конце первого этапа работ, продолжавшегося с октября 2015 г. по август 2016 г., средняя высота раковины годовиков, содержащихся в садках, увеличилась до  $36,6 \pm 0,4$  мм при диапазоне варьирования от 20 до 59 мм. Масса гребешков в среднем составила  $6,35 \pm 0,20$  г, изменяясь от 1,0 до 28,2 (табл. 1).

Таблица 1  
Размерно-массовая характеристика и выживаемость приморского гребешка в садках в зал. Анива, 2015–2018 гг.

Table 1  
Size-weight parameters and survival of japanese scallop during the first three years of life in cages mounted in the Aniva Bay (2015–2018)

Показатель	Спат	1 год	2 года	3 года
Высота раковины, мм	$17,8 \pm 0,2$ (6–23)	$36,6 \pm 0,4$ (20–59)	$71,3 \pm 0,1$ (51–79)	$97,9 \pm 0,9$ (78–188)
Масса моллюска, г	$0,7 \pm 0,3$ (0,05–1,58)	$6,35 \pm 0,20$ (1,0–28,2)	$50,1 \pm 0,9$ (20–68)	$128,1 \pm 3,4$ (50–192)
Выживаемость, %	–	73	92	95
Плотность посадки, экз./м <sup>2</sup>	200–300	20–30	10–12	–
Период застоя, дней	110	291	346	430

Примечание. В скобках — диапазон варьирования.

В конце второго этапа, продлившегося с августа 2016 г. по июль 2017 г., средняя высота раковины двухлетних моллюсков составила  $71,3 \pm 0,1$  мм, изменяясь от 51 до 79 мм. Их масса варьировала в пределах от 20 до 68 г при среднем значении  $50,1 \pm 0,9$  г. Прирост молоди за второй год жизни составил 34,7 мм.

По истечении третьего этапа (июль 2017 г. — сентябрь 2018 г.) средняя высота раковины моллюсков в конце третьего года жизни составила  $97,9 \pm 0,9$  мм при диапазоне варьирования от 78 до 118 мм. Средняя масса тела была равна  $128,1 \pm 3,4$  г, изменяясь от 50 до 192 г. Прирост молоди за третий год жизни составил 26,6 мм.

### Выживаемость молоди гребешка в садках

По результатам обследования молоди гребешка в садках в конце первого этапа работ была оценена выживаемость гребешков первого года жизни. В среднем она составила 73 %, изменяясь от 52 до 96 % на пластину (табл. 1). В садках с высокой смертностью были отмечены хищники (морские звезды). Хищники присутствовали не на всех пластинах. Там, где они встречались, их плотность составляла от 4 до 15 экз./пластину.

По результатам второго этапа исследований выживаемость молоди в садках увеличилась и составила 92 % при пределах варьирования от 89 до 100 %. В садках с выживаемостью менее 100 % были отмечены хищники (морские звезды) плотностью от 1 до 6 экз./пластину.

В конце третьего этапа выживаемость гребешка в садках была 95 %, изменяясь от 91 до 99 %. Присутствие хищников было незначительным, лишь на некоторых пластинах в количестве 2–3 экз./пластину.

Для приморского гребешка заданный в марикультурном хозяйстве целевой (товарный) размер обычно равен 100 мм по высоте раковины, и если в теплых водах южного Приморья гребешок достигает этого размера за 2–3 года, то в холодноводных сахалинских заливах для этого ему потребуется на 1–2 года больше. На юге Приморья за первый год жизни гребешок вырастает в среднем на 50 мм, а в зал. Анива — около 26 мм [Приморский гребешок, 1986; Гайко, 2002, 2004]. Большинство видов гидробионтов имеют максимальные темпы роста и развития в течение первых лет жизни [Разин, 1934; Силина, Позднякова, 1986; Брегман, 2000; Понуровский и др., 2000; Раков, Опарей, 2005; Явнов, Игнатъев, 2009]. В последующие годы (обычно с четвертого года) наблюдается снижение темпа роста. В тепловодных районах это происходит почти в 2 раза, а в холодноводных — лишь на 5–15 % [Базикалова, 1934; Тибилова, Брегман, 1975; Игнатъев и др., 1976; Силина и др., 2000; Кучерявенко и др., 2006].

При сравнении полученных нами размерных показателей приморского гребешка в садках со средними значениями размеров моллюсков из естественных условий обитания в зал. Анива [Приморский гребешок, 1986] видно, что они выше в садках (рис. 6).

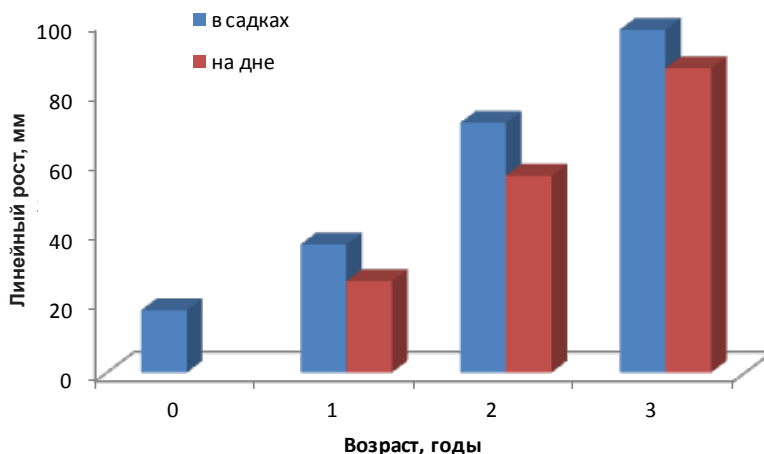


Рис. 6. Линейный рост приморского гребешка в первые годы жизни в садках и на дне, зал. Анива

Fig. 6. Linear growth of Japanese scallop during the first three years of life in cages mounted in the Aniva Bay and in natural settlements on the bottom of the Aniva Bay

В садках за первый год жизни высота молоди гребешка была равна 36,6 мм, а в естественных скоплениях на дне — 26,6 мм, т.е. на 10 мм ниже. На третьем году жизни расхождение в размерах составило 11 мм. Подобная разница является существенной и свидетельствует о более интенсивной скорости роста моллюсков в подвесной культуре,

где гребешок находится в более комфортных условиях, чем на дне. В садках есть защита от хищников, лучше обеспеченность пищей и выше температура окружающей среды за счет нахождения садков в толще воды.

В разные годы изменчивость средних размерных показателей приморского гребешка может быть значительной. По нашим данным, пределы изменчивости моллюсков по размеру раковины были шире в возрасте 1+ и 3+ лет. Вариабельность показателей по массе была наибольшей в возрасте 3+. Об этом свидетельствуют результаты эксперимента по садковому выращиванию гребешка, проведенного у западного побережья зал. Анива специалистами ТИПРО-центра в середине 2000-х гг. [Регулев, Григорьева, 2009]. Выращенный ими в садках гребешок в возрасте 3 лет имел высоту раковины около  $79 \pm 8$  мм. К сожалению, исследователи не указали подробностей проведенного исследования, поэтому можно лишь констатировать существенные различия в темпах роста.

Результаты культивирования моллюсков в первые годы жизни в зал. Анива можно сопоставить с результатами подобного эксперимента, проведенного специалистами ТИПРО-центра в одном из районов Приморского края — зал. Посьета [Справочник..., 2002]. Анализ полученных результатов показывает, что средние размеры раковины гребешка, полученного в зал. Посьета, больше, чем эти же показатели у гребешка из зал. Анива (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика размерных показателей культивируемого приморского гребешка в садках и на дне в разных районах

Table 2

Comparison of size-weight parameters of japanese scallop grown in cages and in natural bottom settlements in different areas

Возраст, годы	Зал. Посьета [Справочник..., 2002; Габаев, 2008; Брыков, Колотухина, 2010]		Зал. Анива	
	Высота раковины в садках, мм	Высота раковины на дне, мм	Высота раковины в садках, мм	Высота раковины на дне, мм
1	$39,2 \pm 10,7$	$50,2 \pm 1,2$	$36,6 \pm 0,4$	$30,1 \pm 2,3$
2	$84,4 \pm 8,6$	$101,4 \pm 1,9$	$71,3 \pm 0,1$	$61,4 \pm 2,0$
3	$103,0 \pm 1,5$	$125,9 \pm 1,3$	$97,9 \pm 1,1$	$89,4 \pm 2,0$

В зал. Посьета, расположенном южнее зал. Анива, культивируемый гребешок на дне достигал товарных размеров (свыше 100 мм) уже через два года, а при садковом выращивании — через три. В зал. Анива размеров 100 мм и выше (47 %) гребешки достигают к концу третьего года жизни в условиях садкового выращивания, тогда как при донном культивировании размеры трехлетнего гребешка в среднем не превышают 90 мм. Залив Посьета является самым теплым в шельфовой зоне Приморья [Григорьева, Кучерявенко, 2002].

Известно, что лучше всего гребешок растет при температурах от 8 до 16 °С, однако оптимальный для линейного роста моллюска диапазон находится в пределах 10–14 °С [Силина, 1986]. В зал. Посьета температурный оптимум для роста и развития гребешка в придонном слое воды устанавливается с мая по август. В горизонте воды 0–7 м этот период гораздо короче вследствие перегрева и продолжается с мая по июнь. Дальнейшее повышение температуры сдерживает линейный рост моллюска.

В зал. Анива, как в более холодноводной акватории [Истошин, 1952; Жюбикас, 1969; Пищальник, Бобков, 2000], условия, благоприятные для роста гребешка, в придонном слое формируются ближе к августу и держатся непродолжительный промежуток времени. В толще воды, расположенной ближе к поверхности (10 м), температурный оптимум наблюдался с июля по сентябрь (см. рис. 3). Исходя из особенностей термического режима зал. Анива, культивирование приморского гребешка целесообразно осуществлять в садках в толще воды (5–15 м).

Выживаемость моллюсков, особенно на ранних этапах жизненного цикла, является важным показателем продуктивности вида при его культивировании. Начало



донного периода является для гребешка критическим, и смертность молоди в первый год жизни в естественных условиях на дне очень велика и может достигать 100 % [Приморский гребешок, 1986; Экология, 1999; Лагунова и др., 2010]. В условиях зал. Анива выживаемость гребешка естественных поселений в первые три года жизни была соответственно 2, 36 и 64 % [Прохорова, Галанин, 2016].

При выращивании в садках выживаемость молоди возрастает в десятки раз. Об этом свидетельствуют результаты экспериментальных работ по культивированию приморского гребешка, выполненных СахТИНРО в лагуне Буссе в 1970-е гг. [Снытко, 1981]. Смертность моллюсков при садковом выращивании за пятилетний период не превышала 12 %, а при отсутствии морских звезд она могла составлять менее 1 %. Подобные работы проводились также и на хозяйствах марикультуры в Приморье. Согласно результатам работ выживаемость молоди в садках в первый год жизни составляет 95 %, во второй и третий годы — соответственно 97 и 96 % [Справочник..., 2002]. Таким образом, во второй и третий годы жизни результаты наших экспериментов по выживаемости в зал. Анива ничем не отличаются от таковых в Приморье.

Разница в показателях выживаемости, полученных для искусственных и естественных условий, объясняется прежде всего меньшим количеством хищников и более благоприятными условиями жизни в толще воды. Однако техническое обслуживание гидробиотехнических установок требует больших трудозатрат. Выбор технологии выращивания (садковое или пастбищное) каждое хозяйство, занимающееся марикультурой, делает самостоятельно, исходя из экономической конъюнктуры.

Полученные результаты могут свидетельствовать о высокой эффективности выращивания гребешка в садках и, возможно, даже его целесообразности для первого года жизни при осуществлении хозяйственной деятельности в зал. Анива.

### **Заключение**

Результаты проведенных исследований показали, что максимальный прирост раковины приморского гребешка (в садках) наблюдается в первый год жизни и составляет  $36,6 \pm 0,4$  мм. Средняя высота раковины двухлетней молоди — 71,3 мм со средним приростом 34,7 мм. В конце третьего года жизни средняя высота раковины моллюска была равна 97,9 мм (прирост 26,6 мм). Наибольшая выживаемость молоди в садках была зафиксирована на втором и третьем годах жизни (более 90 %).

Сравнение среднеразмерных показателей молоди приморского гребешка, выращенного в зал. Анива в садках и в естественных условиях на дне, показало отставание в росте у гребешка на дне. На основании результатов исследований были сделаны выводы о целесообразности применения садкового способа выращивания приморского гребешка в зал. Анива либо в «полноцикловом» режиме, либо только в течение первого года для получения жизнестойкой молоди.

Выращивание молоди в садках обладает рядом преимуществ по сравнению с пастбищным культивированием на дне. Во-первых, можно увеличить количество культивируемых особей за счет повышения плотности посадки. Во-вторых, садки можно устанавливать в наиболее благоприятных для жизнедеятельности гребешка горизонтах воды, обеспечив таким образом необходимый температурный оптимум и кормовые условия. В-третьих, садки выполняют защитные функции от неблагоприятных факторов среды (заиление, взмучивание, нападение хищников и т.д.), обеспечивая высокую выживаемость моллюсков. Хорошее техническое обслуживание садков (ремонт, очистка), своевременная сортировка молоди, а также удаление хищников позволят свести смертность гребешка к минимуму и обеспечить хорошие товарные качества продукта. Использование садкового способа выращивания приморского гребешка имеет преимущества только там, где возможно обеспечить сохранность гидротехнических сооружений на весь цикл выращивания. Если это затруднительно, то пастбищный способ выращивания может оказаться единственно возможным.

### Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность всем специалистам лаборатории аквакультуры беспозвоночных и водорослей, принимавшим участие в проведении работ по воспроизводству морского (приморского) гребешка в период с 2015 по 2018 г.

The authors express their gratitude to all specialists of the Aquaculture of Invertebrates and Algae Lab. busied with reproduction of japanese scallop in 2015–2018.

### Финансирование работы (FUNDING)

Работы были выполнены в соответствии с тематическим планом ФГУП «СахНИРО» на 2015–2018 гг. и профинансированы за счет государственного контракта.

The study was conducted in accordance with thematic plan of FSUE «SakhNIRO» for 2015–2018 and funded by the Government of Russia.

### Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for care and use of animals were implemented.

The authors declare no conflict of interests.

### Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Д.А. Галанин руководил исследованиями в течение всего периода работ и принимал в них непосредственное участие, участвовал в анализе результатов и написании статьи. Н.Ю. Прохорова принимала участие в проводимых исследованиях, в обработке собранных материалов, внесла существенный вклад в анализ и интерпретацию данных в ходе написания статьи. Ю.С. Чернышова участвовала в сборе и обработке материала, проводила наблюдения за гидрологическими условиями среды на станциях и сделала их первичную обработку, провела поиск литературных материалов по исследуемой теме.

D.A. Galanin supervised the research, was directly involved into analysis of the results, and wrote the text of article. N.Yu. Prokhorova took part in the biological data collection and processing and made a significant contribution to the results analysis and interpretation. Yu.S. Chernyshova participated in the data collection and processing, made all oceanographic observations and primary processing of the data on environments, and searched and analyzed the scientific literature on the studied problem.

### Список литературы

**Базикалова А.Я.** Возраст и темп роста *Pecten jessoensis* Say // Изв. АН СССР. VII серия. Отделение математических и естественных наук. — 1934. — Вып. 2–3. — С. 389–394.

**Брегман Ю.Э.** К изучению популяционной структуры и роста серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz) у северо-западного побережья Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. — С. 397–415.

**Брыков В.А., Колотухина Н.К.** Биологические основы культивирования приморского гребешка в прибрежных водах Приморского края // Вопр. рыб-ва. — 2010. — Т. 11, № 3. — С. 564–586.

**Габаев Д.Д.** Беспересадочное культивирование промысловых двустворчатых моллюсков // Вопр. рыб-ва. — 2008. — Т. 9, № 1. — С. 218–243.

**Гайко Л.А.** Изменчивость урожайности приморского гребешка под воздействием абиотических факторов // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 137. — С. 360–377.

**Гайко Л.А.** Исследование влияния изменчивости термогалинных условий среды на развитие приморского гребешка // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 131. — С. 120–131.

**Галанин Д.А., Шпакова Т.А.** Оценка результативности сбора спата приморского гребешка на коллекторы в лагуне Буссе (остров Сахалин) в 2005–2009 годах // Морские прибрежные

экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : тез. докл. Четвертой Междунар. науч.-практ. конф. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2011. — С. 184–185.

**Григорьева Н.И., Кучерявенко А.В.** Гидрологические условия юго-западной части зал. Петра Великого // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 131. — С. 78–95.

**Жюбикас И.И.** Некоторые данные по биологии *Pecten yessoensis* Jay в Курило-Сахалинском районе // Вестн. ЛГУ. Сер. Биология. — 1969. — № 21. — С. 21–32.

**Игнатьев А.В., Краснов Е.В., Шейгус В.Е.** Исследование температурных условий роста гребешков по изотопному составу кислорода их раковин // Биол. моря. — 1976. — № 5. — С. 62–68.

**Истошин Ю.В.** Течения у берегов Южного Сахалина // Тр. ЦИП. — 1952. — Вып. 0.44. — С. 140–165.

**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.

**Кучерявенко А.В., Гаврилова Г.С., Ляшенко С.А. и др.** Перспективы культивирования приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в заливе Анива (Охотское море) // Изв. ТИНРО. — 2006. — Т. 147. — С. 374–384.

**Лагунова Д.Д., Герасимова Е.А., Чернецов В.В.** Эффективность выращивания гребешка комбинированным способом (сочетание подвешного и донного) // Науч. тр. Дальрыбвтуза. — 2010. — Вып. 22. — С. 158–165.

**Микулич Л.В., Бирюлина М.Г.** Некоторые вопросы гидрологии и донная фауна залива Посьета // Тр. ДВНИГМИ. — 1970. — Вып. 30. — С. 300–316.

**Пищальник В.М., Бобков А.О.** Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. Ч. 2. — Южно-Сахалинск : СахГУ, 2000. — 108 с.

**Понуровский С.К., Брыков В.А., Евсеев Ж.А.** Структура популяции и рост приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в прибрежных водах острова Кунашир и островов Малой Курильской гряды // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. — 2000. — Вып. 4. — С. 93–95.

**Приморский гребешок** : моногр. / под ред. П.А. Мотавкина. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1986. — 244 с.

**Прохорова Н.Ю., Галанин Д.А.** Приморской гребешок, как объект искусственного воспроизводства в Сахалино-Курильском регионе // Лучшие практики рыбохозяйственного образования : сб. мат-лов Всерос. науч.-практ. школы-конф. — СПб. : ИНФОСТИ, 2016. — С. 125–131.

**Разин А.И.** Морские промысловые моллюски южного Приморья : Изв. ТИРХ. — 1934. — Т. 8. — 108 с.

**Раков В.А., Опарей А.А.** Популяционная структура и рост меченых пресноводных и солоноватоводных двустворчатых моллюсков Лазовского района Приморского края // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2005. — Вып. 3. — С. 125–129.

**Регулев В.Н., Григорьева Н.И.** Культивирование приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в заливе Анива (остров Сахалин) // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. — 2009. — Вып. 13. — С. 78–88.

**Силина А.В.** Распространение и место обитания // Приморский гребешок. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1986. — С. 14–20.

**Силина А.В., Позднякова Л.А.** Рост // Приморский гребешок. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1986. — С. 144–164.

**Силина А.В., Позднякова Л.А., Овсянникова И.И.** Состояние поселений приморского гребешка в юго-западной части залива Петра Великого // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. — Владивосток : Дальнаука, 2000. — Т. 1. — С. 168–185.

**Снытко П.И.** Результаты экспериментальных работ по культивированию приморского гребешка в лагуне Буссе в 1976–1980 гг. : отчет о НИР / СахТИНРО. № 4767. — Южно-Сахалинск, 1981. — 40 с.

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

**Тибилова Т.Х., Брегман Ю.Э.** Рост двустворчатого моллюска *Mizuhopecten yessoensis* в бухте Троицы (залив Посьета, Японское море) // Экология. — 1975. — № 2. — С. 65–72.

**Тюрин П.В.** Нормальные кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как основа регулирования рыболовства // Изв. ГосНИОРХ. — 1972. — Т. 71. — С. 403–427.

**Хузеева М.О., Като Э.** Характеристики ветрового волнения на побережье о. Сахалин по данным наблюдений береговых гидрометеорологических станций // Мореходство и морские науки — 2011 : Избр. докл. Третьей Сахалин. регион. мор. науч.-техн. конф. — Южно-Сахалинск : СахГУ, 2011. — С. 194–204.

**Чернышова Ю.С., Прохорова Н.Ю., Гон Р.Т. и др.** Перспективы марикультуры приморского гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) в заливе Анива (Охотское море) // Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук. — Ростов н/Д : ЮНЦ РАН, 2017. — С. 379–380.

**Шелегова Е.К.** Влияние японо-морских вод на термический режим и промысел рыб у юго-восточного берега Сахалина // Бюл. техн.-эконом. информ. Сахалин. Совнархоза. — 1958. — № 5. — С. 7–9.

**Экология** : учеб. для технич. вузов / под ред. Л.И. Цветковой. — М. ; СПб. : АСВ ; Химиздат, 1999. — 488 с.

**Явнов С.В., Игнатъев А.В.** Выделение годовых слоев и рост закапывающихся моллюсков серрипеса *Serripes groenlandicus* и сердцевидки *Clinocardium californiense* // Изв. ТИПРО. — 2009. — Т. 158. — С. 187–194.

## References

**Bazikalova, A.Ya.**, Age and rate of growth of *Pecten jessoensis* Say, *Izv. Akad. Nauk SSSR, Otd. Mat. Estestv. Nauk*, 1934, vols. 2–3, pp. 389–394.

**Bregman, Yu.E.**, To study of population structure and growth of grey sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz) at the north-western coast of the Japan Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2000, vol. 127, pp. 397–415.

**Brykov, V.A. and Kolotukhina, N.K.**, Biological concepts of Japanese scallop cultivation in Primorsky Krai coastal waters, *Vopr. Rybolov.*, 2010, vol. 11, no. 3, pp. 564–586.

**Gabaev, D.D.**, Through — cultivation commercials bivalve mollusks, *Vopr. Rybolov.*, 2008, vol. 9, no. 1, pp. 218–243.

**Gayko, L.A.**, Variability of the yield of Japanese scallop under influence of abiotic factors, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 137, pp. 360–377.

**Gayko, L.A.**, A study of thermo-chaline conditions influence on the cultivated scallop, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 131, pp. 120–131.

**Galanin, D.A. and Shpakova, T.A.**, Evaluation of spat collection efficiency for Japanese scallop in Busse Lagoon (Sakhalin Island) in 2005–2009, in *Tezisy dokl. Chetvertoy Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. “Morskiye pribrezhnye ekosistemy. Vodorosli, bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki”* (Proc. Fourth Int. Sci. Pract. Conf. “Marine coastal ecosystems. Seaweeds, invertebrates and products of their processing”), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2011, pp. 184–185.

**Grigoryeva, N.I. and Kucheryavenko, A.V.**, Hydrological conditions of the south-west part of Peter the Great Bay, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 131, pp. 78–95.

**Zhyubikas, I.I.**, Some data on the biology of *Pecten yessoensis* Jay in the Sakhalin-Kuril Region, *Vestn. Leningr. Gos. Univ., Ser.: Biol.*, 1969, no. 21, pp. 21–32.

**Ignatiev, A.V., Krasnov, E.V., and Sheigus, V.E.**, Study of growth temperature conditions of scallops by oxygen isotope ratios of their shells, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1976, no. 5, pp. 62–68.

**Istoshin, Yu.V.**, Currents off the coast of South Sakhalin, *Tr. Tsentr. Inst. Prognozov*, 1952, no. 0.44, pp. 140–165.

**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.

**Kucheryavenko, A.V., Gavrilova, G.S., Lyashenko, S.A., Suhin, I.Yu., and Victorovskaya, G.I.**, Prospects of the Japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* cultivation in the Aniva Bay (Okhotsk Sea), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2006, vol. 147, pp. 374–384.

**Lagunova, D.D., Gerasimova, E.A., and Chernetsov, V.V.**, Efficiency of growing scallops in a combined way (combination of hanging and bottom), *Nauchn. Tr. Dal’rybvuzza*, 2010, vol. 22, pp. 158–165.

**Mikulich, L.V. and Biryulina, M.G.**, Some issues of hydrology and the bottom fauna of Possyet Bay, *Tr. Dal’nevost. Nauchno-Issled. Gidrometeorol. Inst.*, 1970, vol. 30, pp. 300–316.

**Pishchalnik, V.M. and Bobkov, A.O.**, *Okeanograficheskii atlas shel’fovoi zony ostrova Sakhalin* (Oceanographic Atlas of the Sakhalin Shelf), Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. Gos. Univ., 2000, part II.

**Ponurovsky, S.K., Brykov, V.A., and Evseev, Zh.A.**, Population structure and growth of the scallop *Mizuhopecten yessoensis* in the coastal waters of Kunashir Island and the islands of the Lesser Kuril Ridge, *Byull. Dal’nevost. Malakologicheskogo O-va.*, 2000, vol. 4, pp. 93–95.

*Primorskiy grebeshok* (Seaside scallop), Motavkin, P.A., ed., Vladivostok: Dal’nevost. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1986.

**Prokhorova, N.Yu. and Galanin, D.A.**, Yesso scallop as an object of artificial breeding in the Sakhalin-Kuril Region, in *Sb. mater. Vseross. nauchno-prakt. shkoly-konferentsii “Luchshiy praktiki*

*rybokhozyaistvennogo obrazovaniya*” (Proc. All-Russ. Sci.-Pract. School-Conf. “Best Practices in Fisheries Education”), St. Petersburg: INFOSTI, 2016, pp. 125–131.

**Razin, A.I.**, Marine commercial mollusks of southern Primorsky Krai, *Izv. Tikhookean. Inst. Rybn. Khoz.*, 1934, vol. 8.

**Rakov, V.A. and Oparey, A.A.**, The population structure and growth of tagged bivalve mollusks from estuaries and lakes Lazovsky Region of Primorye Territory, in *Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova* (Vladimir Ya. Levanidov’s Biennial Memorial Meetings), Vladivostok: Dal’nauka, 2005, vol. 3, pp. 125–129.

**Regulev, V.N. and Grigoryeva, N.I.**, Cultivation results of Japanese scallops *Mizuhopecten yessoensis* in Aniva Bay (Sakhalin Island), *Byull. Dal’nevost. Malakologicheskogo O-va.*, 2009, vol. 13, pp. 78–88.

**Silina, A.V.**, Distribution and habitat, in *Primorskii grebeshok* (Yesso Scallop), Vladivostok: Dal’nevost. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1986, pp. 14–20.

**Silina, A.V. and Pozdnyakova, L.A.**, Height, in *Primorskii grebeshok* (Yesso Scallop), Vladivostok: Dal’nevost. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1986, pp. 144–164.

**Silina, A.V., Pozdnyakova, L.A., and Ovsyannikova, I.I.**, The state of the seaside scallop settlements in the southwestern part of the Peter the Great Bay, in *Ekologicheskoye sostoyaniye i biota yugo-zapadnoi chasti zaliva Petra Velikogo i ust’ya reki Tumannoi* (Ecological Condition and Biota of the Southwestern Peter the Great Bay and the Tumen River Estuary), Vladivostok: Dal’nauka, 2000, vol. 1, pp. 168–185.

**Snytko, P.I.**, *Otchet Nauchno-Issled. Rab. “Rezul’taty eksperimental’nykh rabot po kul’tivirovaniyu primorskogo grebeshka v lagune Busse v 1976–1980 gg.”* (Res. Rep. “Results of experimental work on the cultivation of the seaside scallop in the Busse lagoon in 1976–1980”), Available from SakhNIRO, 1981, no. 4767.

**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.

**Tibilova, T.K. and Bregman, Yu.E.**, Growth of bivalve mollusk *Mizuhopecten yessoensis* in Trinity Bay (Possiete Gulf, the Sea of Japan), *Russian Journal of Ecology*, 1975, no. 2, pp. 65–72.

**Tyurin, P.V.**, Normal curves of the experience and rate of natural mortality of fish as the basis for the regulation of fishing, *Izv. Gos. Nauchno-Issled. Inst. Ozern. Rechn. Rybn. Khoz.*, 1972, vol. 71, pp. 403–427.

**Khuzeeva, M.O. and Kato, A.**, Characteristics of wind waves on the coast of Sakhalin Island according to observations of coastal meteorological stations, in *Izbr. dokl. Tret’yey Sakhalin. region. mor. nauch.-tekhn. konf. “Morekhodstvo i morskoye nauki — 2011”* (Selected reports of the Third Sakhalin regional marine scientific conference “Navigation and Marine Researches — 2011”), Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. Gos. Univ., 2011, pp. 194–204.

**Chernysheva, Yu.S., Prokhorova, N.Yu., Gon, R.T., Savina, N.T., and Galanin, D.A.**, Prospects of mariculture of Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) in the Aniva Bay (the Sea of Okhotsk), in *Materialy nauchnykh meropriyatiy, priurochennykh k 15-letiyu Yuzhnogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* (Proceedings of scientific events devoted to the 15-year Anniversary of the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences), Rostov-on-Don: Yuzhn. Nauchn. Tsentr, Ross. Akad. Nauk, 2017, pp. 379–380.

**Shelegova, E.K.**, Influence of Japanese-sea waters on the thermal regime and fishery off the southeastern coast of Sakhalin, *Byul. tekhn.-ekonom. inform. Sakhalin. Sovnarkhoza* (Byul. tech.-economy. inform. Sakhalin. Economic Council.), 1958, no. 5, pp. 7–9.

*Ekologiya* (Ecology), Tsvetkova, L.I., ed., Moscow; St. Petersburg: ASV; Khimizdat, 1999.

**Yavnov, S.V. and Ignatiev, A.V.**, Annual marks detection and growth of the digging molluscs *Serripes groenlandicus* and *Clinocardium californiense*, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2009, vol. 158, pp. 187–194.

Поступила в редакцию 12.07.2022 г.

После доработки 29.07.2022 г.

Принята к публикации 1.09.2022 г.

The article was submitted 12.07.2022; approved after reviewing 29.07.2022;  
accepted for publication 1.09.2022