

## АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.446

Г.С. Гаврилова, И.Ю. Сухин, И.С. Турабжанова\*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО)

690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

**ПЕРВЫЙ ОПЫТ САДКОВОГО ВЫРАЩИВАНИЯ  
ЗАВОДСКОЙ МОЛОДИ ГРЕБЕШКА (*MIZUHOPECTEN YESSOENSIS*)  
У ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ПРИМОРЬЯ**

Изучены особенности выращивания заводской молоди приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в подвесных садках в условиях восточного побережья Приморья. Работы проводили на плантации, расположенной к северо-востоку от бухты Морьяк-Рыболов, в первой декаде ноября 2018 г. Определены величины выживаемости и скорости роста моллюсков в коллекторах и выростных садках. Выживаемость спата приморского гребешка после транспортировки из провинции Шаньдун (КНР) и размещения его на подвесной плантации составила 85 %, что соответствует региональным нормативам. Высокая смертность молоди гребешка (56–90 %) отмечена в сентябре-ноябре. Средние размеры (высота раковины) заводского спата из садков в ноябре не отличались от таковых у молоди на коллекторах в южных районах края. На акватории вблизи бухты Морьяк-Рыболов скорость роста моллюсков была несколько ниже, чем на юге Приморья, но выше, чем в заливах Владимира и Анива. Средняя масса тела спата гребешка в ноябре составила  $1,5 \pm 0,1$  г. Рассматриваются возможные причины повышенной смертности моллюсков и пути решения проблемы.

**Ключевые слова:** приморский гребешок, *Mizuhopecten yessoensis*, спат, заводская молодь, садки, выживаемость, скорость роста, Японское море.

DOI: 10.26428/1606-9919-2019-197-208-218.

**Gavrilova S.G., Sukhin I.Yu., Turabzhanova I.S.** First experience of cage cultivation of hatchery-produced juvenile scallop *Mizuhopecten yessoensis* at eastern coast of Primorye // Izv. TINRO. — 2019. — Vol. 197. — P. 208–218.

Yesso scallop *Mizuhopecten yessoensis* is the main object of aquaculture in Primorye with annual yield measured in hundreds ton. However, further development of its farming could be restricted by lack of the spat. Availability of the spat imported from China using for the scallop cultivation at the coast of Primorye is explored. The spat from Chinese hatchery located in Shandong province was supplied for one aquaculture company in Primorye in the volume of  $660 \cdot 10^6$  ind. in 2018 and settled to hanging collectors (1000 ind. per bag), then to cages in the marine farm located north-eastward from the Moryak-Rybolov Bay. Survival and growth rate of the scallop juveniles were examined in early November 2018, when the water temperature was from 10.3–10.4 °C at the sea surface to 9.7–9.9 °C at the bottom, salinity was about 33.60 psu in

\* Гаврилова Галина Сергеевна, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, e-mail: galina.gavrilova@tinro-center.ru; Сухин Игорь Юрьевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, e-mail: igor.sukhin@tinro-center.ru; Турабжанова Ирина Сергеевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: irina.turabzhanova@tinro-center.ru.

Gavrilova Galina S., D.Biol., principal researcher, e-mail: galina.gavrilova@tinro-center.ru; Sukhin Igor Yu., Ph.D., head of laboratory, e-mail: igor.sukhin@tinro-center.ru; Turabzhanova Irina S., Ph.D., senior researcher, e-mail: irina.turabzhanova@tinro-center.ru.

the whole water column, chlorophyll *a* concentration varied in the range 0.4–0.8 µg/L with the maximum in the layer 8–24 m. The spat mortality during transportation was estimated as 15 %, but it increased to 56–90 % during its growing up in cages. This level of mortality is much higher than mortality of the spat collected from the coastal waters at southern Primorye. The highest mortality of artificial spat was observed for large-sized mollusks, whereas it was satisfactory for the small-sized ones. Possible reason of high mortality is too high density of juveniles and damaging of their soft tissues by other shells. The spat shells height did not exceed 5–10 mm in the collectors but increased during their growing in cages to 20–25 mm. This size is similar to the size of scallop growing from natural spat in southern Primorye. However, growth rate of the scallop growing at the Moryak-Rybolov Bay (2.0–2.7 mm/month) is lower than in Peter the Great Bay (3.0–3.5 mm/month) though higher than in the Vladimir Bay and Aniva Bay. Mean body weight of the cultivated scallop in November was  $1.5 \pm 0.1$  g.

**Key words:** yesso scallop, *Mizuhopecten yessoensis*, spat, juvenile bivalve, cage cultivation, survival, growth rate, Japan Sea.

## Введение

Культивирование приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* — основное направление марикультуры в Приморском крае, ежегодные объемы выращивания моллюсков этого вида составляют несколько сотен тонн. Анализ хозяйственной деятельности мариферм показывает, что дальнейшее развитие и наращивание объемов производства в значительной степени сдерживается нехваткой посадочного материала. Молодь приморского гребешка получают в хозяйствах коллекторным способом, ее количество существенно варьирует в разные годы, так как зависит от межгодовой изменчивости факторов среды [Гаврилова, Кондратьева, 2018]. Заводов и интенсивных технологий для получения молоди, адаптированных к местным условиям, в Приморье пока не существует. Основную часть товарной продукции гребешка до настоящего времени получали в зал. Петра Великого, однако опыт выращивания спата, собранного в природе, существует и у восточного побережья Приморья, и в зал. Анива [Гаврилова и др., 2006; Кучерявенко и др., 2006; Брыков, Колотухина, 2010].

С 2018 г. одно из предприятий края осуществляет совместную марикультурную деятельность с китайской компанией, которая поставила 660 млн экз. спата приморского гребешка, полученного в заводских условиях, для товарного выращивания.

Цель работы состояла в изучении особенностей товарного выращивания заводской молоди гребешка в условиях восточного Приморья, оценке выживаемости и скорости роста моллюсков.

## Материалы и методы

Работы проводили на плантации рыбоводного участка ООО «Моряк-Рыболов» в районе бухты Ландышевой (местное название) (рис. 1) в первой декаде ноября 2018 г. Материалом для исследования послужила молодь гребешка, полученная на заводе в провинции Шаньдун (КНР) и привезенная на рыбоводный участок в трюме рыболовного сейнера. На плантации молодь размещена в середине мая 2018 г. в коллекторах (сетных мешках) с плотностью 3 тыс. экз. в каждом. С мая по октябрь мариводами компании были выполнены несколько пересадок для уменьшения плотности посадки моллюсков и их сортировка по размерам. Первая пересадка проводилась в коллекторы (сетные мешки) с плотностью 1000 экз./коллектор. В июле-сентябре гребешков пересаживали в садки, состоящие из 18 полочек, с ячейей сетного полотна от 5 до 20 мм. В садки с более крупной ячейей отсаживали моллюсков с высотой раковины 20 мм и более.

В ноябре для определения выживаемости и скорости роста молодь гребешка была отобрана из садков с разными плотностью посадки и периодом содержания их на плантации. Численность моллюсков оценена в 4 садках (17 полочек), учтено 3148 экз., промерено 260 и взвешен 181 экз. гребешков.

Высоту раковины моллюсков измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм, массу тела — на электронных весах с точностью  $\pm 0,1$  г. Выживаемость оценивали как отношение живых моллюсков к общей численности спата на полочке, выраженное в

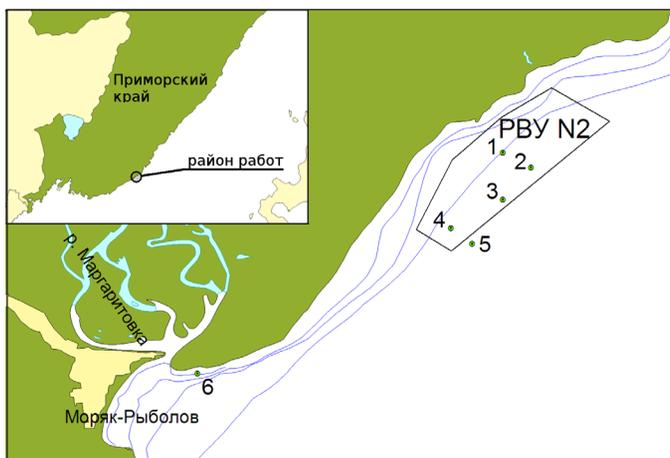


Рис. 1. Схема расположения рыбоводного участка № 2 и размещения гидрологических станций в районе бухты Морьяк-Рыболов

Fig. 1. Scheme of the aquaculture site № 2 in vicinity of the Moryak-Rybolov Bay. Oceanographic stations are shown

процентах. Статистическую обработку данных проводили с применением программы MS Excel 2007.

Для расчета первичной продукции использовано уравнение, полученное В.Е. Шемшурой с соавторами [1990] по экспериментальным данным для поверхностного слоя моря:

$$\lg P_0 = 1,56 + 0,92 \lg C_0,$$

где  $P_0$  — первичная продукция,  $\text{мгС} \cdot \text{м}^{-3}/\text{день}^{-1}$ ;  $C_0$  — концентрация хлорофилла  $a$ ,  $\text{мкг/л}$ .

Гидрологические параметры на рыбоводном участке определяли с помощью зонда ASTD102-ALC-R02 «JPE Advantech». Выполнены измерения температуры воды, солености и концентрации хлорофилла  $a$  в горизонтах 0–30 м на шести станциях (рис. 1).

## Результаты и их обсуждение

### *Характеристика рыбоводного участка*

Плантация, оборудованная садковыми установками для товарного выращивания приморского гребешка, размещена на рыбоводном участке (РВУ) № 2, площадь которого составляет 242,2 га. Участок расположен у открытого побережья восточного Приморья, к северо-востоку от бухты Морьяк-Рыболов на глубинах от 8 до 30 м и не примыкает к береговой полосе (рис. 1).

Условия акватории соответствуют открытым районам северо-западной части Японского моря. Соленость воды превышает 30 ‰, сезонные изменения поверхностной температуры воды лежат в диапазоне 0–20 °С. Как показали исследования, проведенные в разные годы, донные осадки на участке представлены песчаными и гравийно-песчаными грунтами. На гидрологические условия акватории оказывает влияние р. Маргаритовка, перед устьем которой расположен постоянно меняющий свое положение бар. Вода в устье реки соленая, но опресняется во время отливов и после дождей при большом подъеме уровня воды. Скорости течений в районе устья невелики, однако они значительно увеличиваются во время паводков\*.

Прямые наблюдения, выполненные в ноябре, подтверждают вышеизложенные факты. Температура поверхностного слоя морской воды на станциях № 1–5 была в пределах 10,3–10,4 °С, придонного слоя — 9,7–9,9 °С (рис. 2), что типично для этого сезона и района. Значения солености воды на плантации составляли 33,6 ‰ и не изменялись с глубиной и местом расположения станций (рис. 3). Величины концентраций хлорофилла в районе плантаций в период измерений изменялись от 0,4 до 0,8  $\text{мкг/л}$  (рис. 4), наибольшие значения отмечены на глубине от 8 до 20–24 м.

Гидрологические условия станции № 6 (район расположения оголовка водозабора для цеха по переборке молоди гребешка находится в 400 м от устья р. Маргаритовка)

\* Лоция северо-западного берега Японского моря. От реки Туманная до мыса Белкина. М.: МО Союза ССР; Главное управление навигации и океанографии, 1984. Вып. 2. 308 с.

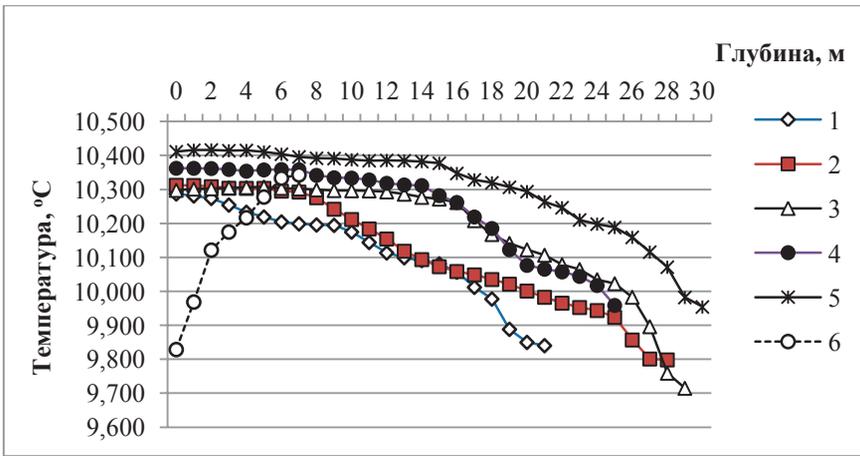


Рис. 2. Температура воды на рыбоводном участке № 2  
Fig. 2. Water temperature at the aquaculture site № 2

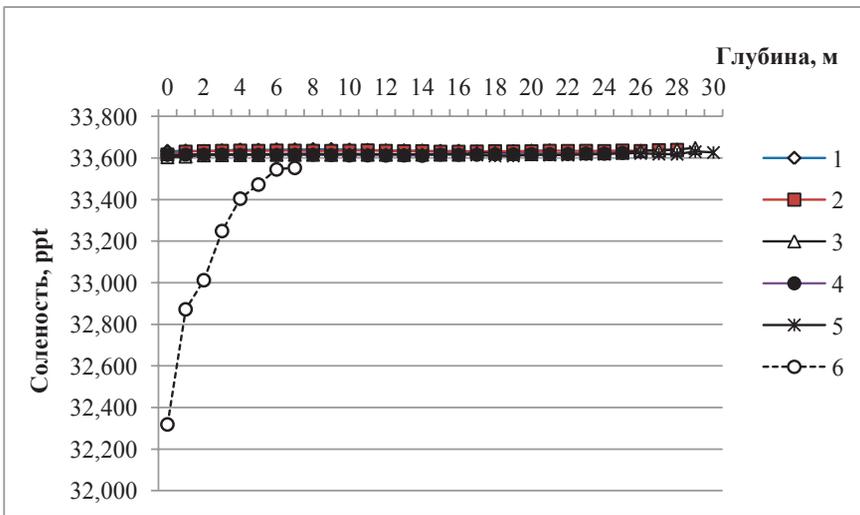


Рис. 3. Соленость воды на рыбоводном участке № 2  
Fig. 3. Salinity at the aquaculture site № 2

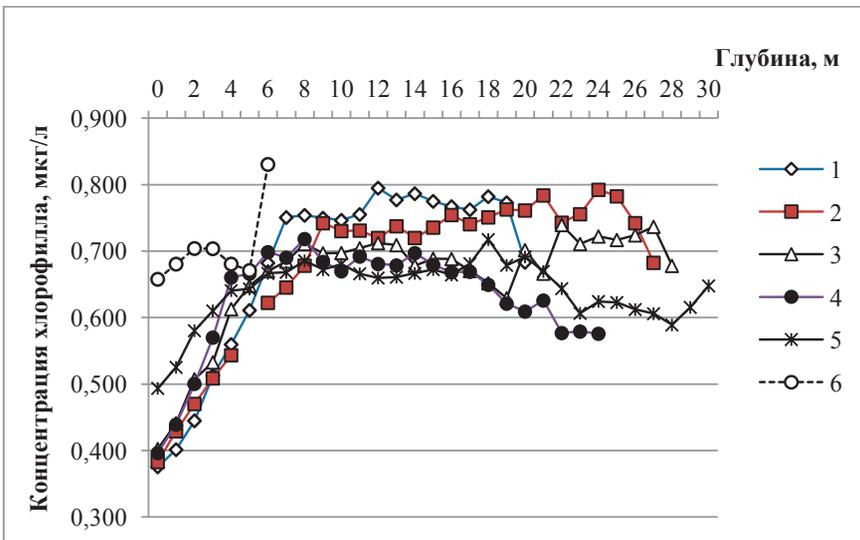


Рис. 4. Концентрация хлорофилла *a* на рыбоводном участке № 2  
Fig. 4. Chlorophyll *a* concentration at the aquaculture site № 2

отличались от таковых на участке с садковыми установками. В точке замера глубина составила 8 м, температура воды изменялась от 9,8 °С на поверхности до 10,3 °С на глубине 5–6 м. Соленость также увеличивалась от 32,2 ‰ на поверхности до 33,6 ‰ на глубине 5–6 м. На горизонте 6–8 м изменение параметров уже не прослеживалось. Наблюдалась и незначительные различия в концентрации фотосинтетического пигмента: они возрастали от 0,65 до 0,84 мкг/л в диапазоне глубин 0–6 м.

Выполненный на основании полученных данных расчет [по: Шемшура и др., 1990] показал, что первичная продукция в районе исследований составляла 15,6–29,6 мгС/м<sup>3</sup> в сутки (средняя — 24,7 мгС/м<sup>3</sup> в сутки). Для культивирования гребешка требуемый уровень первичной продукции должен быть не менее 20 мгС/м<sup>3</sup> в сутки [Справочник..., 2002]. Полученные показатели соответствовали нормативам.

Указанные выше диапазоны абиотических факторов среды не лимитируют товарного выращивания бореальных видов моллюсков, и, следовательно, рассматриваемая акватория может использоваться для развития этого направления индустриальной марикультуры. Вместе с тем районы открытого побережья Приморья, в том числе и акватория РВУ № 2, недостаточно изучены с точки зрения их пригодности для марикультурного производства. До начала промышленного выращивания моллюсков необходимо оценивать в межгодовом аспекте влияние речного стока на изменение солености в районе плантаций и водозабора, а также волновой нагрузки на гидробиотехнические сооружения (ГБТС). Рассматриваемая акватория находится под влиянием стока р. Маргаритовка. Данные наблюдений показали влияние стока реки в горизонтах 0–5–6 м. Размещение водозабора на глубине 3 м несет в себе риски негативного влияния распресненной и загрязненной речной воды на молодь гребешка в процессе пересадки. В период прохождения мощных циклонов и тайфунов, при значительном подъеме уровня р. Маргаритовка и изменении направления основного потока, ее воды могут достигать района садковых установок и негативно сказываться на выживаемости моллюсков. На основании данных о ветровой и волновой нагрузке, а также ледовом режиме должны быть определены и конструктивные особенности ГБТС в этом районе.

#### *Плотность и выживаемость заводского спата приморского гребешка в садках*

Выращивание заводской молоди гребешка было начато в коллекторах со средней плотностью 3000 экз. на сетной мешок. В результате 4 последовательных пересадок в период с июня по октябрь на плантации были сформированы садковые комплексы с разной плотностью посадки (табл. 1).

Таблица 1  
Выживаемость спата гребешка в садках с разной плотностью посадки

Table 1  
Scallop juveniles survival in cages with certain density of settling

Показатель	Номер садка			
	1	2	3	4
Плотность посадки, экз. на полочку	73,0 ± 6,94	110,0 ± 14,94	156,0	385,0 ± 29,25
Соотношение живые/мертвые, экз.	53/21	24/85	105/51	227/158
Выживаемость, %	72,0 ± 2,53	22,0 ± 1,83	67,0	59,0 ± 3,36
Период последней пересадки	25–26 октября	Сентябрь	25–26 октября	Июль

Первая оценка выживаемости спата на плантации была выполнена мариводами предприятия при пересадке его в коллекторы с плотностью по 1000 экз. на сетной мешок. Согласно их данным, она составила 85 % за период с середины мая до конца июня.

Следующая пересадка проводилась в июле в садки с плотностью 200–400 экз. на полочку. На установках, где сохранилась такая плотность к началу ноября, выживаемость составила 59 % (табл. 1, садок № 4).

Третья пересадка выполнялась в сентябре, средняя плотность в садках была снижена до 110 экз. на полочку (садок № 2). Однако уменьшение плотности не привело к повышению выживаемости моллюсков: напротив, смертность возросла до 78 %.

На установках, где наблюдалась высокая смертность гребешка, в конце октября была проведена еще одна, четвертая, пересадка: выживших моллюсков рассаживали в садки со средней плотностью 73 и 156 экз. на полочку (соответственно садки № 1 и 3). Смертность после пересадки и сортировки по размерам снизилась, но по-прежнему оставалась высокой для полугодовых моллюсков, подрачиваемых в садках при отсутствии хищников (морских звезд) и обрастаний. За 12 сут погибло 28 и 33 % моллюсков соответственно в садках № 1 и 3.

*Размерно-массовые характеристики спата гребешка*

Высота раковины спата гребешка, привезенного в коллекторах с завода (по оценкам поставщиков), не превышала 5–10 мм. В первой декаде ноября средние размеры моллюсков в садках с разной плотностью посадки изменялись в пределах от 20 до 25 мм (табл. 2).

Таблица 2

Размерно-массовые характеристика спата гребешка на РВУ № 2 в ноябре 2018 г.

Table 2

Size and weight of scallop juveniles from the aquaculture site № 2 in November 2018

№ садка*	Кол-во промеров/ взвешиваний, экз.	Средняя высота раковины, мм	Максимальная высота раковины, мм	Минимальная высота раковины, мм	Средняя масса тела, г
1	119	25,18 ± 0,40	36	16	1,6 ± 0,1
2	79	19,97 ± 0,61	40	15	1,3 ± 0,2
4	31	21,16 ± 0,95	31	10	–
Вся выборка	229	22,84 ± 0,36	40	10	1,5 ± 0,1
Створки мертвых моллюсков	31	24,35 ± 0,95	35	15	–

\* Номера садков и величины плотности посадки аналогичны таковым в табл. 1.

Средняя высота раковины моллюсков в садках после июльской пересадки (с плотностью 385 экз. на полочку) в ноябре составила 21,16 ± 0,95 мм и превышала таковую (19,97 ± 0,61 мм) в установках после сентябрьского разреживания, где концентрация спата была в 3,5 раза ниже. Несмотря на то что в сентябре была выполнена переборка и плотность посадки спата была существенно уменьшена, средние размеры моллюсков не превысили средних размеров у особей из садков с высокой плотностью. Сравнение величин высоты раковины у гребешков из садков № 2 и 4, проведенное по критерию *t*-Стьюдента, показало, что имеющиеся различия недостоверны.

В садке с плотностью 385 экз. на полочку (садок № 4) преобладали особи с высотой раковины 21–30 мм (61,3 %), только у 3,2 % молоди этот показатель превышал 30 мм, доля мелкоразмерных особей (20 мм и менее) составляла 35,5 % (рис. 5).



Рис. 5. Размерная структура спата гребешка в садках с разной плотностью посадки  
Fig. 5. Size structure of scallop juveniles in cages with certain density of settling

В садках после сентябрьской пересадки в модальную группу (59,5 %) входили моллюски с высотой раковины менее 20 мм, у 32,9 % спата размеры раковины составляли 20–30 мм, доля крупных гребешков (30–40 мм) была только 7,6 %.

Промеры высоты раковины, выполненные у погибших моллюсков из садков № 1 и 2, показали, что значительную долю составили крупноразмерные особи. Только у 26 % гребешков высота раковины к моменту гибели была меньше 20 мм, у остальных она составляла 21–35 мм.

Зависимости средней массы тела от плотности посадки в садках № 1 и 2 не выявлено (различия недостоверны). Средняя масса тела спата для всей выборки составила  $1,5 \pm 0,1$  г. Соотношение линейных размеров и массы тела культивируемых моллюсков может быть аппроксимировано степенной функцией:

$$W = 0,00036L^{2,5843},$$

где  $W$  — общая масса тела моллюсков, г;  $L$  — высота раковины, мм (рис. 6).

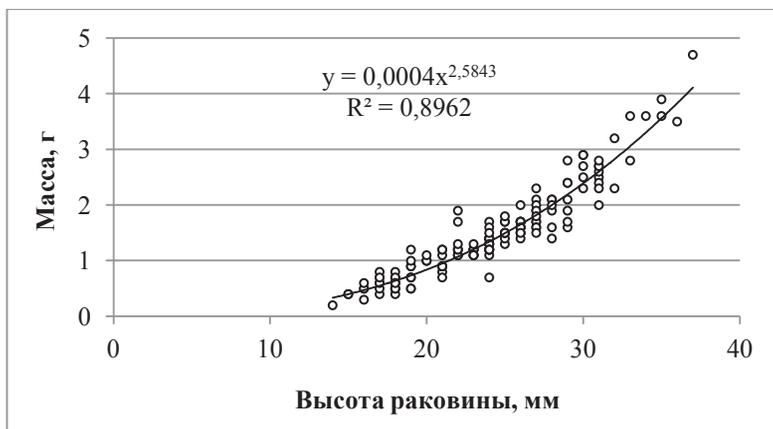


Рис. 6. Соотношение линейных размеров и массы тела выращиваемого гребешка  
Fig. 6. Size-weight correlation for juveniles of cultivated scallop

Полученное равенство полезно для оценки индивидуальной массы моллюсков при известных линейных размерах, а также при расчетах общей биомассы сеголеток и их продукции на плантации. Полученные коэффициенты будут надежны в интервале линейных размеров, использованном для построения зависимости, и для расчета массы тела у моллюсков, выращиваемых в садках.

Вселение молоди беспозвоночных, полученной на заводах за пределами Приморского края, проведено в нашем регионе впервые. Подобный опыт существует на Черном море, где развито товарное выращивание тихоокеанской гигантской устрицы *Crassostrea gigas* из спата, получаемого на заводах Франции [Вялова и др., 2008]. По оценкам, проведенным через месяц после вселения, выживаемость молоди устриц составила 100 %. Выживаемость спата приморского гребешка после транспортировки из провинции Шаньдун КНР и расселения его на плантациях в коллекторах не превышала 85 %, что соответствует имеющимся региональным нормативам. При длительности перевозки (более суток) при 15 °С в пределах побережья Приморья отход годовиков гребешка составляет до 20 % [Справочник..., 2002].

Рост в садках молоди, полученной в условиях заводского разведения, мало отличался от роста у природных сеголеток. В ноябре средняя высота раковины ( $22,84 \pm 0,36$  мм) заводского спата из садков у восточного побережья Приморья не отличалась от средней высоты молоди, собранной на коллекторы в природе в южных районах края [Инструкция..., 2011]. Прирост высоты раковины за 6 мес. составил 12–16 мм, если принять за средний размер привезенного в мае спата 5–10 мм. Следовательно, при указанных условиях выращивания в период с мая по октябрь среднемесячный прирост высоты раковины составлял 2,0–2,7 мм, тогда как на юге региона этот показатель равен 3,0–3,5 мм. На акватории вблизи бухты Морьяк-Рыболов скорость роста моллюсков была немногим ниже, чем на

юге Приморья, но выше, чем в заливах Владимира и Анива [Гаврилова и др., 2006; Кучерявенко и др., 2006]. Средняя общая масса тела гребешков ( $1,5 \pm 0,1$  г) близка к таковой для молодежи из южных районов.

Заметные различия наблюдались в величинах выживаемости заводского спата гребешка при садковом подращивании в сравнении с выживаемостью у молодежи, собранной в природе в южном Приморье. На этапе отсадки в садки и предварительном подращивании выживаемость природных сеголеток размером 25–40 мм в апреле следующего года составляет 95 %. В исследованном районе выживаемость мелкоразмерного спата мало отличалась от нормативных значений, но высокая смертность наблюдалась у крупноразмерных моллюсков. Причиной высокой смертности (41 %) на установках, где последнюю пересадку проводили в июле (садок № 4), может быть повышенная плотность, которая не только сказывается на скорости роста, но и приводит к гибели части спата из-за повреждения мягких тканей створками других моллюсков.

Массовая гибель молодежи гребешка (до 78 %) отмечена в садках после сентябрьской пересадки: у значительной части моллюсков наблюдалось отслоение мягких тканей от раковины. Уменьшение плотности посадки не привело к ускорению группового роста сеголеток, о чем свидетельствует размерная структура выборки (см. рис. 5, садки № 2 и 4). Следовательно, улучшение условий содержания за счет разреживания моллюсков было нивелировано другими факторами. Анализ технологического процесса указывает на то, что на выживаемость моллюсков могли оказать влияние условия пересадки, которая выполнялась в августе-сентябре при высоких значениях температуры воздуха и недостаточном орошении садков с моллюсками морской водой. Кроме того, морской водозабор, используемый для орошения молодежи при пересадке в садки, расположен недалеко от устья р. Маргаритовка на глубине всего 3 м. Прямых наблюдений не велось, но с высокой долей вероятности можно говорить о влиянии распресненной воды на выживаемость молодежи гребешка. В сентябре в результате прохождения циклонов (3–5 сентября этот участок побережья находился под влиянием тайфуна «Джеди») наблюдалось увеличение стока р. Маргаритовка. Преобладавшие в последующий период ветры юго-западных направлений способствовали переносу опресненной водной массы к месту расположения водозабора.

Дополнительная октябрьская пересадка моллюсков из садков, где отмечена массовая гибель, снизила отход, но выживаемость по-прежнему оставалась невысокой (см. табл. 1, садки № 1 и 3): за две недели погибло 28–33 % крупноразмерных гребешков с высотой раковины  $24,35 \pm 0,95$  мм. Причин гибели может быть несколько, одна из них — это высокая плотность молодежи в садках (73–156 экз. на полочку). Молодь гребешка в этот период активно двигается и при высоких плотностях посадки травмирует друг друга острым краем раковины. Снижению выживаемости может способствовать конструкция ГБТС. На участке ООО «Моряк-Рыболов» в условиях открытого побережья основные канаты, на которые подвешиваются садки с гребешком, размещены на расстоянии 2 м от поверхности воды. Даже незначительное волнение (с высотой волны до 2 м) способствует активному перемещению садков в вертикальной плоскости, что может вызывать дополнительное травмирование гребешков острыми краями створок. Для снижения влияния волнения на садки может быть предпринято заглубление несущей хребтины на глубину не менее 5 м [Стоценко, 1984].

Проведенный в лабораторных условиях анализ образцов моллюсков показал, что в мягких тканях гребешка присутствуют несколько групп простейших организмов. В их числе организмы рода *Perkinsus*, способные вызывать смертность моллюсков как в естественной среде, так и при их культивировании. Патоген входит в списки трансграничных болезней Международного эпизоотического бюро (Список МЭБ..., 2012). Неблагоприятные условия среды или содержания гидробионтов (высокие плотности посадки, резкое понижение или повышение солености или температуры) способствуют увеличению смертности зараженных моллюсков. Интенсивность заражения этими простейшими возрастает осенью с понижением температуры, что могло произойти на плантациях ООО «Моряк-Рыболов».

Для исправления сложившейся ситуации на уже созданной плантации могут быть предприняты несколько мероприятий: изменение конструкции ГБТС и установка экспериментальных хребтин на больших глубинах — 5 и 10–15 м от поверхности воды; улучшение условий содержания садков с молодьё при переборке и сортировке (капельное орошение садков, контроль параметров подаваемой воды и др.); уменьшение плотности посадки сеголеток на этапе предварительного подращивания молоди в садках; получение заводской молоди гребешка от аборигенных производителей в условиях Приморья.

### **Заключение**

На современном этапе на акватории рыбоводного участка ООО «Моряк-Рыболов» расположены самые большие по площади садковые комплексы для выращивания приморского гребешка у восточного побережья Приморья. Несколько марикультурных предприятий имеют рыбоводные участки в этом районе, но ни одно из них не занимается садковым производством моллюсков, и лишь небольшие плантации задействованы для донного выращивания гребешка. Развитие марикультуры этого вида позволит не только получать дополнительную продукцию, но и увеличит общую биомассу гребешка, которая в этой части побережья Приморья, по имеющимся данным, невелика. Так, плотности природных поселений моллюсков составляют 0,01–0,50 экз./м<sup>2</sup>, более высокие отмечены в зал. Ольги\*.

Поставки многомиллионных партий посадочного материала для товарного выращивания моллюсков — один из путей увеличения продукции марикультуры в Приморье в короткие сроки. Однако недостаточный объем данных об изменчивости абиотических факторов среды в местах расположения плантаций с садковыми комплексами, отсутствие предварительных экспериментально-полевых работ с заводским спатом моллюсков могут привести (как показывает опыт) к массовой гибели гидробионтов и финансовым потерям компаний. На этапе предварительного подращивания спата приморского гребешка в садках (возраст до 1+) в южном Приморье смертность моллюсков не превышает 13–15 %, потери посадочного материала на созданной плантации ООО «Моряк-Рыболов» оцениваются в 56–90 %. Выяснение причин гибели сеголеток гребешка в отсутствие хищников на акватории плантаций потребует дополнительных гидрологических исследований, а также микробиологического и паразитологического контроля.

### **Благодарности**

Авторы благодарят научного сотрудника лаборатории биотехнологии гидробионтов ТИПРО З.И. Мотора за предоставление информации о паразитофауне молоди гребешка на плантации.

### **Финансирование работы**

Работа выполнена в соответствии с договором № ФАР-ФРУ-31 «Мониторинг плантации по выращиванию гребешка приморского индустриальным способом на рыбоводном участке РВУ № 2 (бухта Ландышева)».

### **Соблюдение этических стандартов**

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

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

---

\* Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2016 г. (краткая версия). Владивосток: ТИПРО-центр, 2016. 389 с.

## Список литературы

**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.

**Вялова О.Ю., Бородин А.В., Щербань С.А.** Первые результаты вселения и выращивания тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* различной плоидности в Черном море // *Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки* : тез. докл. Третьей междунар. науч.-практ. конф. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — С. 231.

**Гаврилова Г.С., Кондратьева Е.С.** Результаты хозяйственной деятельности и проблемы развития марикультуры залива Посьета (Японское море) в 2000–2015 гг. // *Изв. ТИНРО.* — 2018. — Т. 195. — С. 229–243. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-195-229-243.

**Гаврилова Г.С., Кучерявенко А.В., Одинцов А.М.** Результаты и перспективы культивирования приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Владимира (Японское море) // *Изв. ТИНРО.* — 2006. — Т. 147. — С. 385–396.

**Инструкция по технологии садкового и донного культивирования приморского гребешка** / сост. А.В. Кучерявенко, А.П. Жук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — 49 с.

**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.

**Список МЭБ и трансграничные инфекции животных** : моногр. / В.В. Макаров, В.А. Грубый, К.Н. Груздев, О.И. Сухарев. — Владимир : ФГБУ «ВНИИЗЖ», 2012. — 162 с.

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

**Стоценко А.А.** Гидробиотехнические сооружения : моногр. — Владивосток : ДВГУ, 1984. — 136 с.

**Шемшур В.Е., Финенко З.З., Бурлакова З.П., Крупаткина Д.К.** Оценка первичной продукции морского фитопланктона по хлорофиллу «а», относительной прозрачности и спектрам восходящего излучения // *Океанол.* — 1990. — Т. 30, вып. 3. — С. 479–485.

## References

**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.

**Vyalova, O.Yu., Borodina, A.V., and Scherban S.A.,** Preliminary results of introduction and cultivation of diploids and triploids of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in the Black Sea, in *Tret'ya mezhdunar. nauchno-prakt. konf. "Morskiye pribrezhnyye ekosistemy. Vodorosli, bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki"*, *Tezisy dokladov* (Proc. 3rd Int. Sci. Pract. Conf. "Marine Coastal Ecosystems. Seaweeds, Invertebrates and Products of Their Processing"), Vladivostok: TINRO-Center, 2008, p. 231.

**Gavrilova, G.S. and Kondratieva, E.S.,** Results of economic activity and problems of aquaculture development in the Possiet Bay (Japan Sea) in 2000–2015, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2018, vol. 195, pp. 229–243. doi 10.26428/1606-9919-2018-195-229-243

**Gavrilova, G.S., Kucheryavenko, A.V., and Odintsov, A.M.,** Results and prospects of the scallop *Mizuhopecten yessoensis* cultivation in the Vladimir Bay (Japan Sea), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2006, vol. 147, pp. 385–396.

**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.

**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.

**Makarov, V.V., Grubiy, V.A., Gruzdev, K.N., and Sukharev, O.I.,** *Spisok MEB i transgranichnye infektsii zhivotnykh* (The List of the International Office of Epizootics and Transboundary Animal Infections), Vladimir: Fed. Tsentr Okhrany Zdorov'ya Zhivotn., 2012.

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

**Stotsenko, A.A.**, *Gidrobiotekhnicheskiye sooruzheniya* (Hydrobiotechnical Constructions), Vladivostok: Dal'nevost. Gos. Univ., 1984.

**Shemshura, V.E., Finenko, Z.Z., Burlakova, Z.P., and Krupatkina, D.K.**, Assessment of primary production of marine phytoplankton based on chlorophyll *a*, relative transparency, and ascending radiation spectra, *Okeanologiya*, 1990, vol. 30, no. 3, pp. 479–485.

**Lotsiya severo-zapadnogo berega Yaponskogo morya. Ot reki Tumannaya do mysy Belkina** (Northwestern Sea of Japan Coast Pilot. From the Tumen River to Cape Belkin), St. Petersburg: Minist. Oborony Soyuz SSSR; Gl. Upr. Navig. Okeanogr., 1984, vol. 2.

**Sostoyanie promyslovykh resursov. Prognoz obshchego vylova gidrobiontov po Dal'nevostochnomu rybokhozyaystvennomu basseinu na 2016 g. (kratkaya versiya)** (The Status of Fisheries Resources. Prediction of the Total Catch of Aquatic Species for the Far Eastern Fishery Basin in 2016 (Abridged Version)), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2016.

*Поступила в редакцию 28.01.2019 г.*

*После доработки 3.04.2019 г.*

*Принята к публикации 15.05.2019 г.*