

АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.446.09



Г.С. Гаврилова, З.И. Мотора, С.Е. Поздняков*
Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ СОСТОЯНИЯ
ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА (*MIZUHOPECTEN YESSOENSIS*)
НА ПЛАНТАЦИЯХ МАРИКУЛЬТУРЫ ПРИМОРЬЯ

В настоящее время на плантациях марикультуры Приморья отмечается высокая смертность приморского гребешка в возрасте 0+–2+ лет. Патологические изменения и гибель моллюсков связываются с увеличением количества садковых комплексов и высокой плотностью моллюсков на участках. Проведенные исследования показали, что у моллюсков присутствуют как паразиты, вызывающие непосредственно заболевания, так и различные группы комменсалов, оказывающих воздействие на их здоровье. Отмечены представители 8 групп организмов-обработателей (макроводоросли, губки, асцидии, панцирные, двустворчатые и брюхоногие моллюски, полихеты, усоногие раки) и 6 групп патогенов (грибы, жгутиконосцы, ресничные инфузории, турбеллярии, различные стадии альвеолят рода *Perkinsus*, бактерии). Для обеспечения безопасности продукции и разработки профилактических мероприятий необходимы исследования распространенности патогенов на марикультурных участках для выявления их видового состава и количественных показателей, а также оценка паразитофауны посадочного материала, производимого на заводах и собираемого на коллекторных установках. Перевозка молоди моллюсков в пределах прибрежной зоны Приморья и ввоз ее из приграничных стран должны проходить при строгом соблюдении Ветеринарно-санитарного кодекса водных животных и регулирующих документов, действующих на территории Российской Федерации.

Ключевые слова: приморский гребешок, патогенные организмы, болезни объектов марикультуры, смертность, *Perkinsus*, обработатели, ущерб.

DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-895-909.

Gavrilova G.S., Motora Z.I., Pozdnyakov S.E. Results of examination the state of yesso scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) on plantations of aquaculture in Primorye // *Izv. TINRO*. — 2021. — Vol. 201, Iss. 4. — P. 895–909.

High mortality of yesso scallop at the age of 0+–2+ is detected recently on aquaculture farms in Primorye (Japan Sea). Pathological changes and death of the mollusks are observed more and more frequently with increasing of their density and number of plantations. High values of damage and mortality of mollusks grown in cages are not caused by violation of the

* Гаврилова Галина Сергеевна, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, e-mail: galina.gavrilova@tinro-center.ru; Мотора Зоя Ивановна, ведущий специалист, e-mail: motora_dv@mail.ru; Поздняков Сергей Ефимович, доктор биологических наук, советник, e-mail: sergey.pozdnyakov@tinro-center.ru.

Gavrilova Galina S., D.Biol., principal researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: galina.gavrilova@tinro-center.ru; Motora Zoya I., leading specialist, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: motora_dv@mail.ru; Pozdnyakov Sergey E., D.Biol., counselor, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: sergey.pozdnyakov@tinro-center.ru.

cultivation technology but by influence of pathogenic species. At the eastern coast of Primorye, high mortality of the scallop spat occurs because of their soft tissue detachment from the shells by alveolates of gen. Perkinsus (for instance, up to 78 % of scallops at the age of 5–6 months are damaged in the Moryak-Rybolov Bay). In Peter the Great Bay, 58–80 % of scallops at the age 2+ grown in cages have blackening, stratification and abnormal shape of shells, besides, all mollusks from the Voevoda Bight aged 2+ have large fouling (on average 8 % of their total weight). In the Nakhodka Bay, located between these areas, 60 % of the mollusks suffer both from soft tissue detachment and abnormal shape of their shells. In total, representatives of 14 groups of parasites are found in tissues and on shells of cultivated yesso scallop, including epibionts (macroalgae, sponges, ascidians, shellfish, bivalves and gastropods, polychaetes, barnacles) and pathogens (fungi, flagellates, ciliates, turbellaria, alveolates, bacteria). Some parasites are found on gills of scallops (ciliates *Trichodina* sp. for 22.2 % of mollusks, turbellaria for 37.1 %, flagellates for 100 %), whereas zoosporangia Perkinsus infect mantle, gills and muscle for 55.5 % of mollusks. However, the scallops collected from nature habitats in Peter the Great Bay, have no external signs of infection in the first year of life, the scallops at the age 1+ year have no lesions and changes of the shell shape, with minor exclusion, and only at the age 2+ their shells are damaged for 58–80 % of mollusks. The fouling of shell is not a direct cause of the scallops death, but contributes to their weakening and development of diseases. So far as external damages of shells are highly variable, mixed infection of cultivated mollusks can be assumed.

Key words: scallop, pathogen, epibiont, mortality, Perkinsus, Primorye, Japan Sea.

Введение

Культивирование моллюсков — одно из основных направлений марикультуры Дальнего Востока, играющее существенную роль в развитии прибрежных районов. В последние годы в Приморье увеличилась площадь акваторий, взятых в аренду, наблюдается рост продукции аквакультуры; современные хозяйства переходят на индустриальный (садковый) способ выращивания товарного гребешка *Mizuhopecten yessoensis*, при этом растущие потребности в посадочном материале для создания крупномасштабного производства удовлетворяются не только за счет коллекторного сбора молоди в природе. В Приморье создаются первые заводские модули, закупается молодь моллюсков за рубежом. В 2018–2019 гг. в Приморский край завезено около 1 млрд экз. спата приморского гребешка, выращенного на заводах КНР.

Очевидно, что с увеличением числа средних и крупных садковых установок на марикультурных плантациях Приморья происходят изменения в численности и составе паразитофауны, микроценозах. Известно, что в настоящее время значительную угрозу для современной аквакультуры представляют простейшие организмы из родов *Bonamia*, *Nauplosporidium*, *Perkinsus*, а также бактериальные патогены [Robledo et al., 2018; Villanueva-Fonseca et al., 2020].

Цель работы — получение современной информации о состоянии особей приморского гребешка на плантациях Приморья, их паразитофауны и разработка рекомендаций для научных исследований, которые могут стать основой профилактических мероприятий на рыбоводных участках.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили разновозрастные особи приморского гребешка из выростных садков хозяйств марикультуры в зал. Петра Великого (из двух районов на востоке зал. Находка, из бухт Рифовая и Воевода) и у восточного побережья Приморья (рис. 1). В качестве посадочного материала в зал. Петра Великого использовали собранный в природе спат, в бухте Морьяк-Рыболов (восточное побережье) — молодь, полученную на заводах КНР.

В октябре–ноябре 2020 г. в зал. Петра Великого отобрано и проанализировано 98 особей, из которых 59 гребешков в возрасте 2–2+, 39 — в возрасте 1+. В бухте Морьяк-Рыболов в ноябре 2018 г. промерен и взвешен 181 экз. гребешков в возрасте 0+.

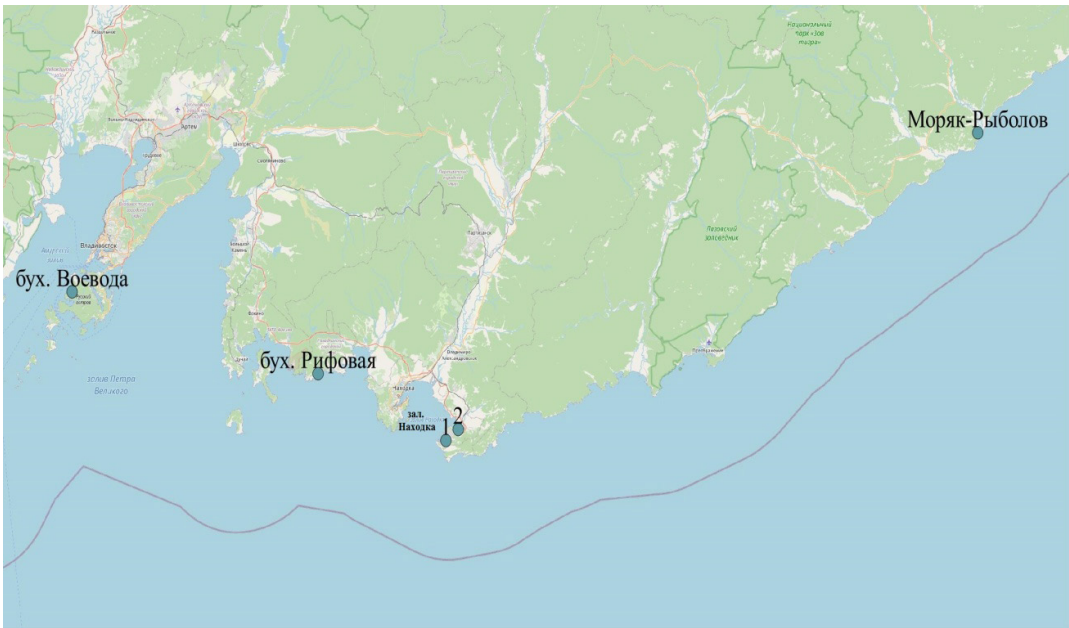


Рис. 1. Карта-схема района отбора проб: 1, 2 — районы отбора проб в зал. Находка
Fig. 1. Scheme of sampling: 1, 2 — samples from the Nakhodka Bay

Высоту (h) и ширину (d) раковины моллюсков измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм, массу тела — на электронных весах с точностью $\pm 0,1$ г. Соотношение h/d рассчитывали для оценки изменения формы раковины, выживаемость — как отношение числа живых моллюсков к их общей численности, выраженное в процентах. Статистическую обработку данных проводили с применением программы MS Excel 2007.

С поверхности раковин гребешков удаляли крупных эпибионтов (асцидий, губок, усонюгих ракообразных, моллюсков) и фиксировали их в 70 %-ном этиловом спирте. Вскрытие моллюсков проводилось в чашках Петри, мантийная жидкость просматривалась под бинокляром МБС-9 для обнаружения крупных паразитов, комменсалов; затем по нативным мазкам изучалось ее содержимое под микроскопом Olympus BX-53 при увеличении от 100 до 400 раз. Соскобы и мазки брались также с жабр, мантии и мускула моллюсков, а сами органы с помощью копрессория изучались под бинокляром [Аниканова и др., 2007]. На внутренней поверхности раковин определяли наличие ходов полихет и образование блистеров. Фотографирование препаратов проводилось на микроскопе Olympus BX-53 камерой DP 73 с выводом изображения на монитор. Всего на наличие паразитов исследовано 98 экз. в возрасте 1+–2+ (выловленные в октябре-ноябре 2020 г.) и 54 экз. (март 2019 г.) спата приморского гребешка.

Результаты и их обсуждение

В зал. Петра Великого в садках на подвесных установках у 58–80 % гребешков в возрасте 2+ лет наблюдалось почернение и расслоение раковины, изменение ее формы. Моллюски в возрасте 1+ года не имели внешних признаков заболеваний в районе № 1 на востоке зал. Находка, тогда как в районе № 2 у 60 % особей наблюдалось отслоение мягких тканей и изменение формы раковины. Уменьшение соотношения h/d до значений 0,96–0,98 (табл. 1) отмечено при значительном искривлении формы раковины у двухлетних моллюсков в зал. Находка в двух районах. В бухте Морьяк-Рыболов наблюдалась массовая (до 78 %) гибель заводской молоди в возрасте 5–6 мес.

Доля моллюсков с поврежденными раковинами и изменениями в мягких тканях

Portion of mollusks with damaged shells and abnormal changes in tissues

Район, дата исследований	Кол-во исследованных особей, экз.	Возраст, годы	Доля зараженных особей, %	Соотношение h/d	
				Зараженные особи	Здоровые особи
Бухта Воевода, 14.10.2020	27	2+	80, изменение формы раковины, массовое обрастание	–	–
Район № 2 (зал. Находка), 21.10.2020	20	1+	60, отслоение мягких тканей, изменение формы раковины	0,98	1,01
Район № 1 (зал. Находка), 21.10.2020	19	1+	0	Нет пораженных особей	1,02
	20	2+	75, почернение и искривление раковины у внутреннего лигамента и кромки	0,96	1,02
Бухта Рифовая, 25.11.2020	12	2+	58, изменение формы раковины, расслоение кромки раковин	0,99	1,0
Бухта Моряк- Рыболов, 28.10.2018	181	0+	45 (28–78), отслоение мягких тканей	–	–

Несмотря на видимые патологические изменения раковин гребешков, основные размерно-массовые характеристики моллюсков в выборках превышали среднестатистические показатели одновозрастных особей, рассчитанные в предыдущие годы для зал. Петра Великого (табл. 2, 3), что, по-видимому, может быть следствием отбора крупного посадочного материала. Средняя высота раковины молодежи, отсаженной в садки в районе № 1, составляла 38,2 мм (диапазон величин — 30–48 мм), в районе № 2 — 37,8 мм (диапазон величин — 25–47 мм). Такие размеры у моллюсков в западных районах зал. Петра Великого чаще отмечались в возрасте одного года, тогда как среди моллюсков первого года жизни (спата) значения высоты раковины лежали в диапазоне 10–25 мм. Средние значения $22,84 \pm 0,36$ мм в ноябре зафиксированы и у молодежи моллюсков первого года жизни, полученной в заводских условиях.

Наиболее характерные признаки у поврежденных моллюсков в возрасте 1+–2+ лет проявлялись в почернении и искривлении раковины, изменении ее формы. Реже наблюдалось поражение мягких тканей. У моллюсков первого года жизни со средней высотой раковины 22,8 мм в бухте Моряк-Рыболов, как правило, происходило отслоение мягких тканей от раковины.

Степень обрастания раковин моллюсков из разных акваторий заметно различалась. Наибольшая масса эбионтов была в бухте Воевода, наименьшая — в бухтах Рифовая и Моряк-Рыболов. На поверхности раковин моллюсков присутствовали усоногие раки *Balanus* sp., хитоны, брюхоногие и двустворчатые моллюски, полихеты, губки, асцидии, макроводоросли и грибы; в соскобах и мазках — инфузории, жгутиконосцы, турбеллярии, зооспорангии и трофозоиты *Perkinsus* spp., бактерии (табл. 4, 5).

Все моллюски из бухты Воевода в возрасте 2+ оказались с большим количеством (в среднем 8 % от общей массы тела) обрастаний на створках (рис. 2).

На поверхности раковин зарегистрированы водоросли (у 11,1 % моллюсков); губки (у 85,0 % моллюсков) (рис. 2, в); сверлящая паразитическая губка *Cliona* sp. (у 3,7 %); асцидии *Ciona intestinalis* (у 77,7 % пораженных особей) (рис. 2, б), а также асцидии других видов (55,5 % пораженных особей); моллюски: панцирные (хитоны)

Таблица 2

Размерно-массовые характеристики приморского гребешка в садковых установках зал. Петра Великого в октябре-ноябре 2020 г.

Table 2

Size-weight parameters of yesso scallop cultivated in cages in Peter the Great Bay in October-November 2020

Район, дата исследований	Кол-во исследованных особей, экз.	Возраст, годы	Средняя высота раковины, мм	Среднее значение общей массы тела, г	Масса мускула, г/выход %	Масса обрастаний, г/ % (от общей массы тела)
Бухта Воевода, 14.10.2020	27	2+	86,70 ± 0,80	105,4 ± 3,5	14,8 ± 0,7/15,9 ± 0,7	8,5/8,0
Район № 2 (зал. Находка), 21.10.2020	20	1+	60,60 ± 1,80	32,9 ± 2,2	3,9 ± 0,2/12,0 ± 0,3	Множество полихет
Район № 1 (зал. Находка), 21.10.2020	19	1+	57,90 ± 1,40	28,3 ± 1,8	3,3 ± 0,3/11,6 ± 0,3	Единично
	20	2+	96,60 ± 2,80	124,5 ± 6,5	17,2 ± 1,0/13,6 ± 0,3	Единично
Бухта Рифовая, 25.11.2020	12	2+	97,60 ± 2,50	123,7 ± 8,2	14,0 ± 1,0/11,2 ± 0,5	Единично
Бухта Моряк-Рыболов, 5.11.2018	181	0+	22,84 ± 0,36	1,5 ± 0,1	—	Единично

Таблица 3

Размерно-массовые характеристики приморского гребешка в зал. Петра Великого в 2002–2008 гг. [по: Гаврилова, Кучерявенко, 2011]

Table 3

Size-weight parameters of yesso scallop in Peter the Great Bay in 2002–2008 [from: Gavrilova, Kucheryavenko, 2011]

Бухта, годы обработки проб	Высота раковины, мм	Общая масса, г
<i>Возраст 1+</i>		
Троицы, 2006	36,9 ± 1,2	—
Воевода, 2002	39,0 ± 1,4	8,9 ± 0,6
Воевода, 2003	42,3 ± 2,9	10,7 ± 1,2
Новик, 2004	45,2 ± 2,0	12,8 ± 1,6
<i>Возраст 2+</i>		
Миноносок, 2002	78,8 ± 1,5	76,6 ± 3,0
Троицы, 2006	64,2 ± 1,5	—
Алеут, 2002	73,0 ± 2,3	90,5
Алеут, 2008	87,5 ± 1,5	98,0
Воевода, 2003	61,9 ± 4,8	41,3 ± 7,8

(3,7 % особей), брюхоногие (3,7 % особей), двустворчатые (59,0 %, из которых тихоокеанская мидия у 55,0 % гребешков); полихеты (род *Polydora*) (у 100 % гребешков); усонogie раки (род *Balanus*) (у 100 % гребешков).

На жабрах моллюсков присутствовали ресничные инфузории *Trichodina* sp. (рис. 3, а) у 22,2 % особей, турбеллярии — у 37,1 % особей; жгутиконосцы — у 100 % гребешков. В мантийной жидкости, соскобах с мантии, жабр и мускула найден зооспорангий *Perkinsus* spp. у 55,5 % моллюсков (рис. 3, б).

У моллюсков в возрасте 2+, отобранных из садков на востоке зал. Находка, масса обрастаний на раковинах была незначительной; присутствовали усонogie раки, трубки-домики полихет, губки, макроводоросли (см. рис. 2, 4). Однако у 60–75 % особей раковины были деформированы и поражены грибами (рис. 5).

Таблица 4

Встречаемость обрастаний на створках раковин приморского гребешка из садков в зал. Петра Великого

Table 4

Frequency of fouling on valves of scallop shells from cages in Peter the Great Bay

Эпибионты	Доля пораженных особей, %	
	Объем выборки, экз./возраст, годы	
	39/1+	59/2+
Макровдоросли	–	28,80
Губки	25,64	32,20
Сверлящая губка <i>Ciona</i> sp.	–	5,08
Асцидия <i>Ciona intestinalis</i>	–	30,50
Асцидии	–	25,40
Хитоны	–	1,69
Мидия тихоокеанская	–	27,10
Двустворчатые моллюски	–	1,69
Брюхоногие моллюски	–	1,69
Полихеты <i>Polydora</i> spp.	28,20	62,70
Усоногие раки <i>Balanus</i> sp.	33,30	64,40
Грибы	43,50	33,90

Таблица 5

Встречаемость патогенов у разновозрастных особей приморского гребешка при садковом выращивании

Table 5

Occurrence of pathogens infected yesso scallop in cage culture, by scallop ages

Патоген	Локализация патогена	Встречаемость поражений у разновозрастных особей, %		
		0+	1+	2+
Жгутиконосцы	Жабры	–	51,28	66,00
<i>Trichodina</i> sp.	Жабры	–	23,08	8,47
Турбеллярии	Жабры	–	33,30	20,34
<i>Perkinsus</i> sp.	Жабры, мантия, мускул, мантийная жидкость	100 % (зооспоры)	51,28 (зооспорангий)	20,30 (трофозонты, зооспорангий)
Бактериальная инфекция	Жукул	–	2,56	5,08

В жабрах двухгодовалых гребешков присутствовали ресничные инфузории *Trichodina* sp. (у 55 % особей) и турбеллярии (у 35 %); в мантийной полости и в соскобах из органов — зооспорангии *Perkinsus* spp. (у 100 % вскрытых моллюсков). В мускуле у трех гребешков зарегистрированы оранжевые капсулы, у одного из них — многочисленные капсулы, ткани мускула были лизированы (рис. 6, б).

У гребешков в возрасте 1+ сколько-нибудь значительных обрастаний раковины не отмечено; деформация раковин и отслоение мягких тканей наблюдались на одной из садковых установок у 60 % особей.

На жабрах у 5 % гребешков обнаружены турбеллярии; в мускуле одной особи капсула бледно-оранжевого цвета (рис. 6, а), предположительно бактериального генеза.

Еще на одной акватории (вблизи бухты Рифовая) обрастания раковин гребешков в возрасте 2+ также были незначительны. На жабрах присутствовали жгутиконосцы (у всех исследованных особей) и турбеллярии; в мантии, мускуле и жабрах у всех особей — трофозонты *Perkinsus* spp. (рис. 7).

В бухте Морьяк-Рыболов у гребешков в возрасте 5–6 мес. не было обнаружено обрастаний раковины, но в мягких тканях всех исследованных особей присутствовали

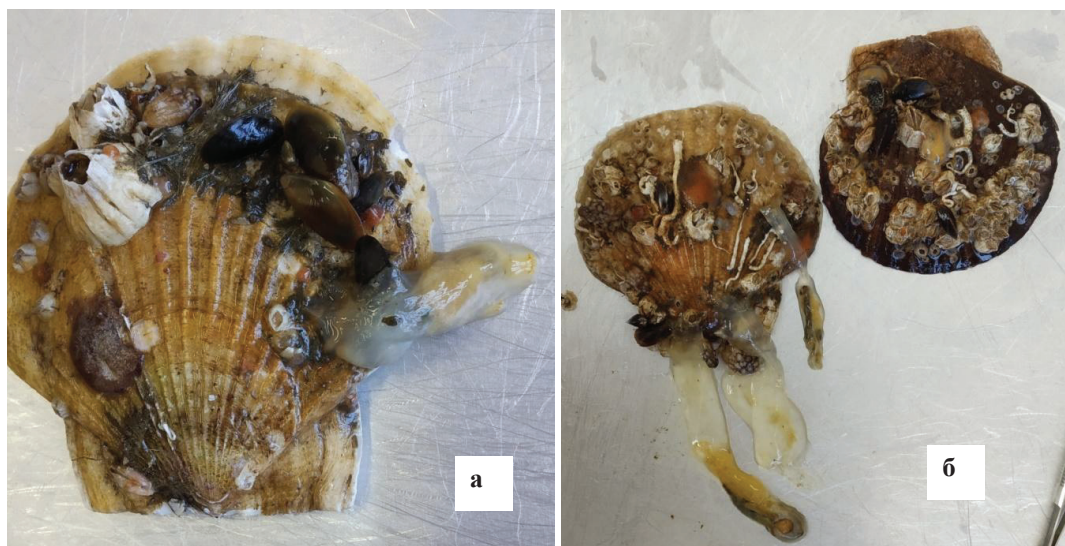


Рис. 2. Обрастания на раковинах приморского гребешка в бухте Воевода (возраст 2+)

Fig. 2. Fouling on shells of yesso scallop at the age 2+ in the Voevoda Bight

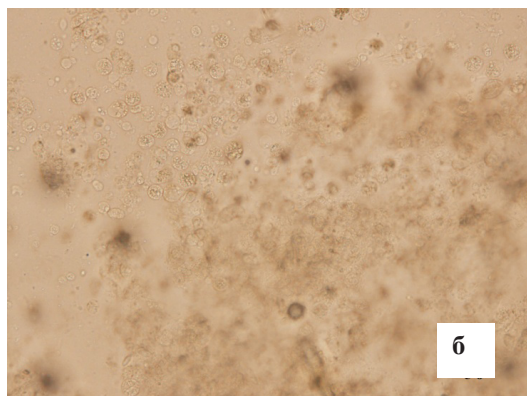
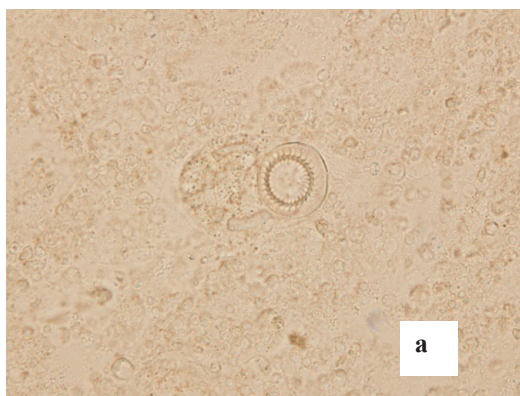


Рис. 3. Ресничные инфузории *Trichodina* sp. (а), зооспорангий *Perkinsus* spp. (б) на жабрах гребешков из бухты Воевода

Fig. 3. Ciliates *Trichodina* sp. (а) and zoosporangium *Perkinsus* spp. (б) on gills of yesso scallop from the Voevoda Bight

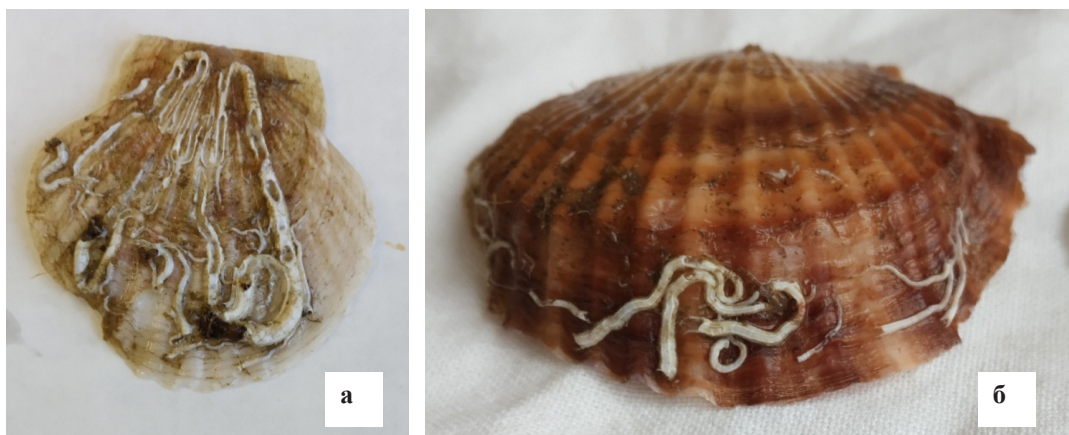


Рис. 4. Обрастания раковин гребешков в зал. Находка
Fig. 4. Fouling on shells of yesso scallop in the Nakhodka Bay

в большом количестве зооспоры *Perkinsus* spp. (рис. 8). Более чем у половины выращиваемой молодежи произошло отслоение мягких тканей от раковины, в дальнейшем на втором году выращивания наблюдалась почти 100 %-ная смертность моллюсков на плантации.

В настоящее время на плантациях марикультуры Приморья отмечается высокая смертность приморского гребешка в возрастной группе 0+–2+ лет. Патологические изменения у моллюсков и их гибель наблюдаются с увеличением количества средних и крупных садковых комплексов в бухтах и заливах. Это не позволяет получать товарную продукцию гребешка в запланированном объеме [Бровкина, Костина, 2020].

У восточного побережья Приморья высокие значения смертности заводской молодежи в результате отслоения мягких тканей от раковины наблюдались при массовом поражении всех органов *Perkinsus* spp. (идентификация патогена произведена под микроскопом с 400-кратным увеличением с учетом имеющихся в литературе фотографий и описаний) [Choi et al., 2005; Petty, 2013*; Choi, Waki, 2016; и др.]. Выживаемость заводского спата гребешка, произведенного на заводах КНР, при садковом подращивании оказалась значительно ниже в сравнении с таковой у молодежи, собранной в природе в южном Приморье [Гаврилова и др., 2019].

В зал. Петра Великого у моллюсков первого года жизни, собранных в природе на коллекторах (посадочный материал для садкового выращивания), внешних признаков зараженности отмечено не было. На втором году выращивания (возраст 1+) поражения и изменения формы раковины отмечены не во всех районах, однако достигали 60 % в одной из двух выборок. В возрасте 2–2+ лет поражение раковин отмечено у 58–80 % особей из всех исследованных акваторий.

Столь высокие значения повреждений и смертности моллюсков в условиях садкового выращивания нехарактерны при нарушениях технологических процессов в марикультуре, что говорит о воздействии патогенных организмов. В изученных образцах главные патогены представлены простейшими рода *Perkinsus* и неопределенными бактериальными агентами. Организмы-обрастатели, присутствующие на поверхности раковин гребешков, не являются непосредственной причиной гибели моллюсков, но способствуют ослаблению гребешков и дальнейшему развитию болезней. Турбеллярии и инфузории на жабрах при незначительной интенсивности не оказывают существенного воздействия на организм хозяина, что уже отмечалось ранее [Курочкин и

* Petty D. *Perkinsus* infections of bivalve molluscs : Fish. Aquat. Sci. Dep. FA178. 2013. <http://edis.ifas.ufl.edu>.



Рис. 5. Деформированные (а, б) и пораженные грибами (в, г, д, е) раковины гребешка из зал. Находка

Fig. 5. Deformed (а, б) and infected by fungi (в, г, д, е) shells of yesso scallop from the Nakhodka Bay



Рис. 6. Поражение мускула гребешка из зал. Находка
Fig. 6. Infectious lesion of muscle for scallop from the Nakhodka Bay

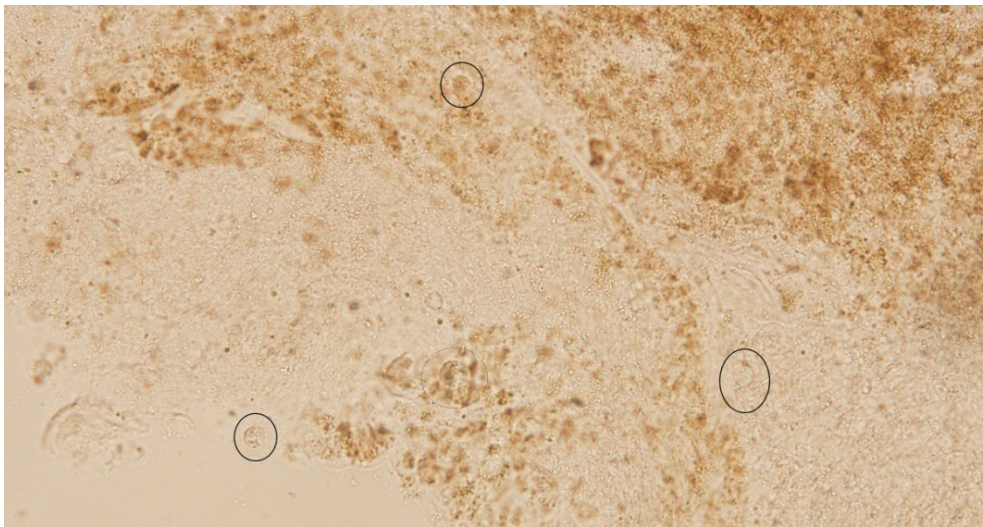


Рис. 7. Трофозоиты *Perkinsus* spp. в жабрах гребешка
Fig. 7. Trophozoites *Perkinsus* in gills of scallop

др., 1986]; в больших количествах они присутствуют только у ослабленных особей. Разнообразие внешних проявлений заболевания позволяет предположить вариант смешанной инфекции на плантациях. Следовательно, к массовой гибели моллюсков приводят не только конкретные возбудители заболеваний (два вида рода *Perkinsus* и ранее отмечались в водах Приморья), но и их совокупность и концентрации. Паразиты рода *Perkinsus* вызывают высокую смертность разных видов моллюсков во всем мире, что приводит к серьезным экономическим потерям [Villalba et al., 2004; Choi, Park, 2010; Choi, Waki, 2016].

По-видимому, возникновению болезней способствует и интенсивность обрастания раковин. Полихеты, проделывая ходы в раковинах, нарушают их структуру, вызывая усиленное выделение перламутра, что приводит к образованию блистеров (иногда значительных размеров), в результате происходит механическое воздействие

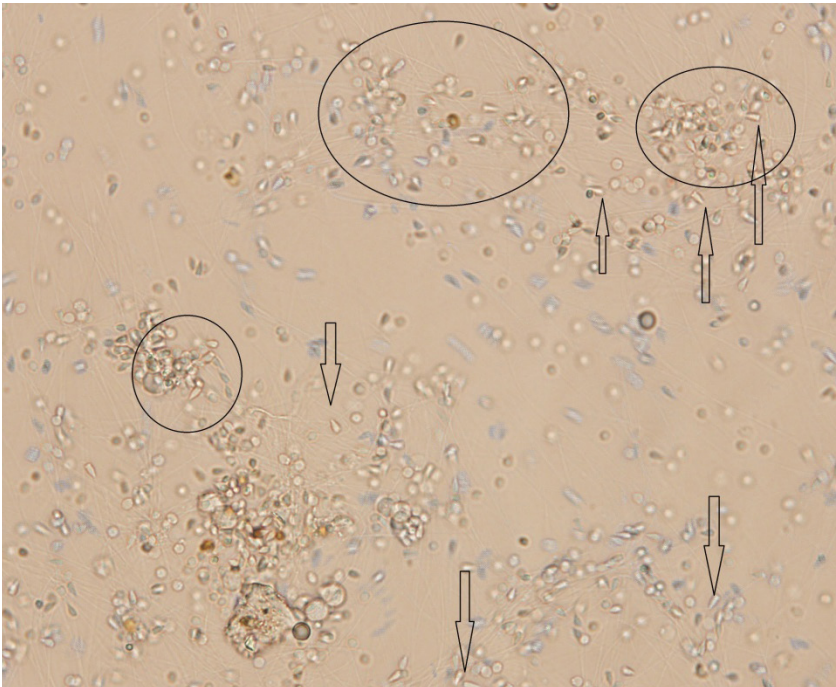


Рис. 8. Зооспоры *Perkinsus* spp. из гребешка бухты Морьяк-Рыболов
Fig. 8. Zoospores *Perkinsus* infected the scallop from the Moryak-Rybolov Bay

на органы моллюсков, приводящее к угнетению их функций и атрофии. В местах прикрепления усоногих раков деформируются края раковин, изменяется их форма, что также сказывается на физиологическом состоянии гребешков. В местах прикрепления баянусов деформированная раковина в большинстве случаев была инфицирована грибами (рис. 9).



Рис. 9. Поражение раковины гребешка в месте прикрепления усоногого рака
Fig. 9. Lesion of scallop shell at the site of *Balanus* attachment

Негативное воздействие патогенов на организм может осуществляться различными механизмами, вызывая интоксикацию, разрушая ткани, нарушая регуляторные механизмы. Размножающиеся патогенные микроорганизмы, продукты их жизнедеятельности негативно влияют на физиологическое состояние организма хозяина. Они, как правило, обладают способностью мигрировать между различными хозяевами, вызывая инфекционное заболевание в условиях скученности. Как уже отмечалось, при

садковом выращивании с высокими плотностями посадки скорость и интенсивность распространения таких патогенов, как *Perkinsus* spp., существенно возрастает [Villalba et al., 2004; Petty, 2013*].

Следует отметить, что паразитические организмы являются обычными членами биоценозов, не существует животных, внутри или на поверхности которых не содержалось бы таких организмов. Большинство из них имеют микроскопические размеры и при низкой интенсивности инвазии не причиняют существенного вреда своим хозяевам, редко влияя на качество сырья и продукции. Они незаметны или малозаметны и выявляются только при проведении специального паразитологического исследования. Поэтому сам по себе факт нахождения в гидробионтах незначительного количества паразитов не может быть причиной массовой гибели моллюсков и основанием для снижения качества продукции. В природных экосистемах болезни гидробионтов являются одним из факторов, способным регулировать численность различных видов, однако отследить их влияние на популяции удается сравнительно редко.

При создании марикультурных хозяйств создаются высокие концентрации гидробионтов в единице объема воды, что приводит к стремительному размножению и распространению патогена среди хозяев и, как следствие, к заболеванию и массовой гибели последних. В таких условиях (скученности, стресса) не только паразитические организмы, но и комменсалы, и свободноживущие инфузории способны влиять на здоровье гидробионтов [Курочкин и др., 1986].

При развитии аквакультуры в регионах важно оценить исходные уровни патогенов в морской среде для обеспечения безопасности продукции; необходимо также знать их биологию, взаимодействие с хозяином и реакцию на изменение условий окружающей среды, что может помочь в управлении рисками. Знание исходного уровня патогенов, передающихся через воду, необходимо и для развития безопасной и устойчивой аквакультуры в будущем, для предотвращения массовой гибели моллюсков. В последние годы во многих регионах акцент в исследованиях был сделан на изучение паразитических простейших и бактериальных агентов, представляющих угрозу для природных и искусственных популяций двустворчатых моллюсков [Coen, Bishop, 2015; Dégremonet et al., 2015; Shinn et al., 2015; Robledo et al., 2018].

В Приморье пока не проводятся работы, связанные с изучением распространения патогенов на плантациях марикультуры, при этом для садкового культивирования моллюсков (прежде всего гребешка) предназначены обширные акватории в несколько десятков тысяч гектаров. С 2018 г. существует практика завоза заводской молоди моллюсков из-за рубежа без соблюдения всех необходимых карантинных мероприятий. В последние годы существенно увеличились объемы производства марикультуры, что может привести к весомым утратам в случае непринятия мер по безопасности производства. К сожалению, не ведется подготовка специалистов-ихтиопатологов, способных оценить современную санитарно-эпидемиологическую обстановку в хозяйствах марикультуры.

Заключение

Принимая во внимание полученные сведения о состоянии приморского гребешка на плантациях, а также литературные данные, необходимо начать несколько первоочередных научных исследований, по результатам которых мог бы быть сформирован протокол мероприятий для предотвращения распространения наиболее опасных инфекций.

Для понимания современной ситуации в районах расположения садковых установок, где происходит или предполагается выращивание двустворчатых моллюсков, необходим мониторинг распространенности патогенов для выявления их видового со-

* Petty D. Perkinsus infections of bivalve molluscs : Fish. Aquat. Sci. Dep. FA178. 2013. <http://edis.ifas.ufl.edu>.

става и количественных показателей. Экологические риски часто становятся предметом изучения только после того, как уже был нанесен экономический ущерб; в прибрежных районах Приморья существует возможность установить исходный уровень рисков на ранней стадии роста марикультуры двусторчатых моллюсков.

Особое внимание необходимо уделить исследованиям паразитофауны посадочного материала, производимого на заводах и собираемого на коллекторных установках. Зараженность молоди гребешка должна оцениваться перед рассадкой в садки. Одним из приемов для улучшения качества посадочного материала может стать предварительное выдерживание моллюсков в воде с лекарственными препаратами комплексного действия (от паразитов и инфекций, например, «Антибак», «Антипар» и др.). Экспозиция и дозы препаратов должны быть определены в ходе экспериментальных работ.

Для сохранения продуктивности современных плантаций в качестве одного из приемов может быть рекомендована «многопольная» система выращивания товарных моллюсков, при которой часть акватории рыбоводного участка должна быть свободна от садковых установок. Такие рекомендации потребуют внесения изменений в методику определения минимального объема объектов аквакультуры, подлежащих разведению и содержанию, выращиванию, а также выпуску в водный объект и изъятию из водного объекта в границах рыбоводного участка, так как очевидно, что значительная часть площади РВУ должна быть освобождена от подвесных установок.

Перевозка в пределах прибрежной зоны Приморья и ввоз молоди моллюсков из приграничных стран должны производиться при строгом соблюдении карантинных мероприятий и по возможности в ограниченных объемах; должны быть введены правила, ограничивающие перемещение посадочного материала (спата) и производителей из неблагополучных акваторий. Учитывая уже существующую распространенность заболеваний моллюсков, такие ограничения должны приниматься на региональном уровне без промедления. В этом случае необходимо сформулировать и процедуру оценки санитарно-эпидемиологического статуса рыбоводных участков.

Перевозку посадочного материала приморского гребешка осуществляют в воде и на влажных субстратах, методику профилактической обработки которых соответствующими препаратами также необходимо разработать в ходе экспериментальных исследований. Для многих опасных патогенов, появляющихся в марикультурных хозяйствах и приводящих к гибели значительного количества выращиваемых гидробионтов, до настоящего времени не разработаны (в большинстве случаев и не могут быть разработаны) соответствующие методы лечения. Поэтому профилактика и контроль, препятствующие попаданию патогенов на заводы и плантации, — одна из мер недопущения возникновения эпизоотий.

В Ветеринарно-санитарном кодексе водных животных* указаны критерии для включения болезней водных животных в список, на основании которых составлен перечень болезней международного эпизоотического бюро (МЭБ) и в отношении которых необходим эпизоотический контроль. На территории Российской Федерации действуют и иные регулирующие документы**. Выполнение их требований должно стать неотъемлемой частью уставов марикультурных хозяйств Приморья. Принимая во внимание незначительную осведомленность предпринимателей о проблемах болезней объектов аквакультуры, следует изучить возможность проведения обучающих курсов для специалистов марихозяйств с привлечением представителей Роспотребнадзора РФ по Приморскому краю и научно-исследовательских организаций.

* Aquatic animal health code. 17th edition. World organisation for animal health, 2014. 296 p.

** Ветеринарно-санитарный кодекс водных животных. 12-е изд. Всемирная организация охраны здоровья животных (Oie), 2009. 328 с.; Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 14.12.2015 № 635 «Об утверждении Ветеринарных правил проведения регионализации территории Российской Федерации». 21 с.

Благодарности

Авторы выражают глубокую признательность старшему преподавателю Дальрыбвтуза Е.П. Бровкиной и начальнику участка марикультуры в зал. Находка Е.А. Костиной за предоставление материала.

Финансирование работы

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Соблюдение этических стандартов

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

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Информация о вкладе авторов

Г.С. Гаврилова, З.И. Мотора — обработка материала, написание статьи и анализ результатов; С.Е. Поздняков — написание статьи и анализ результатов.

Список литературы

Аниканова В.С., Бугмырин С.В., Иешко Е.П. Методы сбора и изучения гельминтов мелких млекопитающих : учеб пособие. — Петрозаводск : КНЦ РАН, 2007. — 145 с.

Бровкина Е.П., Костина Е.А. Характер протекания эпизоотий при садковом выращивании гребешка в Приморье. Перкинсус — вероятная причина возникновения данных заболеваний // Науч. тр. Дальрыбвтуза. — 2020. — Т. 53, вып. 3. — С. 41–52.

Гаврилова Г.С., Кучерявенко А.В. Продуктивность плантаций двустворчатых моллюсков в Приморье : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — 112 с.

Гаврилова Г.С., Сухин И.Ю., Турабжанова И.С. Первый опыт садкового выращивания заводской молоди гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) у восточного побережья Приморья // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 197. — С. 208–218. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-197-208-218.

Курочкин Ю.В., Цимбалюк Е.М., Рыбаков А.В. Паразиты и болезни // Приморский гребешок. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1986. — С. 174–182.

Choi K.-S., Park K.-I. Review on the protozoan parasite *Perkinsus olseni* (Lester and Davis 1981) infection in Asian waters // Coast. Environ. Ecos. Issues East China Sea. — 2010. — P. 269–281.

Choi K.-S., Park K.-I., Cho M.-J., Soudant P. Diagnosis, pathology and taxonomy of *Perkinsus* sp. isolated from the Manila clam *Ruditapes philippinarum* in Korea // J. of Aquaculture. — 2005. — Vol. 18, Iss. 3. — P. 207–214.

Choi K.-S., Waki T. *Perkinsus olseni* (Lester and Davis 1981) infection in the Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) in Korea; species identification, impacts and spatio-temporal distribution // Bull. Jap. Fish. Edu. Agen. — 2016. — № 42. — P. 23–27.

Coen L.D., Bishop M.J. The ecology, evolution, impacts and management of host-parasite interactions of marine molluscs // J. Invertebr. Pathol. — 2015. — Vol. 131. — P. 177–211. DOI: 10.1016/j.jip.2015.08.005.

Dégremont L., Garcia C., Allen S.K.Jr. Genetic improvement for disease resistance in oysters: a review // J. Invertebr. Pathol. — 2015. — Vol. 131. — P. 226–241. DOI: 10.1016/j.jip.2015.05.010.

Robledo J.A.F., Marquis N.D., Countway P.D. et al. Pathogens of marine bivalves in Maine (USA): a historical perspective // Aquaculture. — 2018. — Vol. 493, Iss. 6. — P. 9–17. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.04.042.

Shinn A.P., Pratoomyot J., Bron J.E. et al. Economic costs of protistan and metazoan parasites to global mariculture // Parasitology. — 2015. — Vol. 142. — P. 196–270. DOI: 10.1017/S0031182014001437.

Villalba A., Reece K.S., Ordás M.C. et al. Perkinsosis in molluscs: A review // Aquat. Living Resour. — 2004. — Vol. 17. — P. 411–432. DOI: 10.1051/alr:2004050.

Villanueva-Fonseca L.C., García-Ulloa M., López-Meyer M. et al. *Perkinsus marinus* in the pleasure oyster *Crassostrea corteziensis* cultivated on the southeast coast of the Gulf of California, Mexico // Lat. Am. J. Aquat. Res. — 2020. — Vol. 48, № 4. — P. 529–437.

References

- Anikanova, V.S., Bugmyrin, S.V., and Ieshko, E.P.**, *Metody sbora i izucheniya gel'mintov melkikh mlekovykh zhivotnykh* (Methods for collecting and studying helminths of small mammals), Petrozavodsk: KarNTS RAN, 2007.
- Brovkina, E.P. and Kostina, E.A.**, The nature of the coits of epizootics during cage rearing of scallops in Primorye. Perkinsus is the likely cause of these diseases, *Nauchn. Tr. Dal'rybvtuza*, 2020. — Т. 53, вып. 3. — С. 41–52.
- Gavrilova, G.S. and Kucheryavenko, A.V.**, *Produktivnost' plantatsii dvustvorchatykh mol'lyuskov v Primorye* (Productivity of Bivalve Farms in Primorsky Krai), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011.
- Gavrilova, S.G., Sukhin, I.Yu., and Turabzhanova, I.S.**, First experience of cage cultivation of hatchery-produced juvenile scallop *Mizuhopecten yessoensis* at eastern coast of Primorye, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 197, pp. 208–218. doi 10.26428/1606-9919-2019-197-208-218.
- Kurochkin, Yu.V., Tsimbalyuk, E.M., and Rybakov, A.V.**, Parasites and diseases, in *Primorskii grebeshok* (Yesso Scallop), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1986, pp. 174–182.
- Choi, K.-S. and Park, K.-I.**, Review on the protozoan parasite *Perkinsus olseni* (Lester and Davis 1981) infection in Asian waters, *Coast. Environ. Ecos. Issues East China Sea*, 2010, pp. 269–281.
- Choi, K.-S., Park, K.-I., Cho, M.-J., and Soudant, P.**, Diagnosis, pathology and taxonomy of *Perkinsus* sp. isolated from the Manila clam *Ruditapes philippinarum* in Korea, *J. of Aquaculture*, 2005, vol. 18, no. 3, pp. 207–214.
- Choi, K.-S. and Waki, T.**, *Perkinsus olseni* (Lester and Davis 1981) infection in the Manila clam (*Ruditapes philippinarum*) in Korea; species identification, impacts and spatio-temporal distribution, *Bull. Jap. Fish. Edu. Agen.*, 2016, no. 42, pp. 23–27.
- Coen, L.D. and Bishop, M.J.**, The ecology, evolution, impacts and management of host-parasite interactions of marine molluscs, *J. Invertebr. Pathol.*, 2015, vol. 131, pp. 177–211. doi 10.1016/j.jip.2015.08.005
- Dégremont, L., Garcia, C., and Allen, S.K.Jr.**, Genetic improvement for disease resistance in oysters: a review, *J. Invertebr. Pathol.*, 2015, vol. 131, pp. 226–241. doi 10.1016/j.jip.2015.05.010
- Robledo, J.A.F., Marquis, N.D., Countway, P.D., Record, N.R.,^{Irish}, E.L., Schudt, M.M., Kingston, S.E., Bishop, T.J., Messerman, N.A., and Bowden, T.J.**, Pathogens of marine bivalves in Maine (USA): a historical perspective, *Aquaculture*, 2018, vol. 493, no. 6, pp. 9–17. doi 10.1016/j.aquaculture.2018.04.042
- Shinn, A.P., Pratoomyot, J., Bron, J.E., Paladini, G., Brooker, E.E., and Brooker, A.J.**, Economic costs of protistan and metazoan parasites to global mariculture, *Parasitology*, 2015, vol. 142, pp. 196–270. doi 10.1017/S0031182014001437
- Villalba, A., Reece, K.S., Ordás, M.C., Casas, S.M., and Figueras, A.**, Perkinsosis in molluscs: A review, *Aquat. Living Resour.*, 2004, vol. 17, pp. 411–432. doi 10.1051/alr:2004050
- Villanueva-Fonseca, L.C., García-Ulloa, M., López-Meyer, M., Villanueva-Fonseca, B.P., Hernández-Sepúlveda, J.A., Muñoz-Sevilla, N.P., and Góngora-Gómez, A.M.**, *Perkinsus marinus* in the pleasure oyster *Crassostrea corteziensis* cultivated on the southeast coast of the Gulf of California, Mexico, *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 2020, vol. 48, no 4, pp. 529–437.
- Petty, D.**, *Perkinsus* infections of bivalve molluscs, *Fish. Aquat. Sci. Dep.*, FA178, 2013. <http://edis.ifas.ufl.edu>. Cited June 27, 2021.
- Aquatic animal health code*, 17th ed. World organisation for animal health, 2014.
- Veterinarno-sanitarnyy kodeks vodnykh zhivotnykh* (Veterinary and Sanitary Code of Aquatic Animals), 12th ed., World Organization for Animal Health (Oie), 2009.
- Prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaystva RF ot 14.12.2015 № 635 "Ob utverzhdenii Veterinarnykh pravil provedeniya regionalizatsii territorii Rossiyskoy Federatsii"* (Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of December 14, 2015 no. 635 "On Approval of Veterinary Rules for the Regionalization of the Territory of the Russian Federation").

Поступила в редакцию 8.09.2021 г.

После доработки 12.10.2021 г.

Принята к публикации 30.11.2021 г.