АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.411(265.54)

С.А. Ляшенко, Н.В. Щербакова, О.Б. Гостюхина*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4ОЦЕНКА ПРИРОДНОГО ПОТЕНЦИАЛА РАЙОНОВ
ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)
ДЛЯ СБОРА СПАТА ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ

На основе многолетних планктонных исследований, проведенных с 2001 по 2017 г. в зал. Петра Великого, выделено несколько районов, потенциально пригодных для промышленного сбора спата тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). Это район в северной (вершинной) части Амурского залива (до изобаты 10 м), бухта Новгородская (зал. Посыета), бухта Перевозная и район, расположенный у юго-западного побережья п-ова Песчаного. В этих районах наблюдается относительно раннее появление личинок (в первой-второй декаде июля), их численность измеряется тысячами или десятками тысяч экземпляров в кубическом метре воды, регистрируются высокие концентрации великонхов на стадии оседания (от нескольких десятков до нескольких сотен или тысяч экземпляров в кубическом метре). Показано, что оседание личинок ежегодно начинается во второй или в третьей декаде июля. В бухте Троицы и на островных акваториях Амурского залива концентрация личинок в большинстве лет составляет менее 200 экз./м³, их плотность на стадии оседания — менее 20 экз./м³. Сроки появления личинок в стадии оседания ежегодно варьируют в широком диапазоне (с третьей декады июня по третью декаду августа), что не позволит вести планомерную хозяйственную деятельность.

Ключевые слова: тихоокеанская устрица, *Crassostrea gigas*, личинки, планктон, природный потенциал, культивирование.

DOI: 10.26428/1606-9919-2019-199-231-240.

Lyashenko S.A., Shcherbakova N.V., Gostyuhina O.B. Evaluation of natural potential of the areas in Peter the Great Bay (Japan Sea) for collecting of oyster spat // *Izv. TINRO.* — 2019. — Vol. 199. — P. 231–240.

Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) is a prospective species for aquaculture in Primorye. Marine farms demand the oyster spat for commercial growing. Abilities of the natural spat collecting are evaluated for 8 areas of Peter the Great Bay with the oyster settlements using the data of plankton surveys conducted in the period from 2001 to 2017. Dense concentrations of the oyster larvae suitable for the spat collecting were found in the following

* Ляшенко Светлана Александровна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: svetlana.lyashenko@tinro-center.ru; Щербакова Наталья Викторовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: natalia.shcherbakova@tinro-center.ru; Гостюхина Ольга Борисовна, главный специалист, e-mail: olga.gostyuhina@tinro-center.ru.

Lyashenko Svetlana A., Ph.D., leading researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), Shevchenko Alley, 4, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: svetlana.lyashenko@tinro-center.ru; Shcherbakova Natalia V., Ph.D., leading researcher, Pacific branch of VNIRO (TINRO), Shevchenko Alley, 4, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: natalia.shcherbakova@tinro-center.ru; Gostyuhina Olga B., chief specialist, Pacific branch of VNIRO (TINRO), Shevchenko Alley, 4, Vladivostok, 690091, Russia, e-mail: olga.gostyuhina@tinro-center.ru.

areas: i) the northern Amur Bay (depth < 10 m), ii) Novgorodskaya Bay, iii) Perevoznaya Bay, and iv) the area at southwestern coast of Peschany/Sand Peninsula. In these areas, the larvae were observed rather early (early-middle July), with high abundance (10^3 – 10^4 ind./m³), and at all stages of ontogenesis including the last one ready for settling in high concentration (10^1 – 10^3 ind./m³). The spat settling occurred there in middle-late July. Sometimes dense but unstable concentrations of the oyster larvae were found in the Troitsa Bay and in the southern Amur Bay (total abundance < 200 ind./m³, ready for settling < 20 ind./m³ in the years of poor spawning), timing of the settling was also too variable there (from late June to late August), so commercial collecting of the spat is impossible in these areas.

Key words: *Crassostrea gigas*, oyster larvae, meroplankton, natural potential, aquaculture.

Введение

Устрицеводство — старейшая и широко распространенная отрасль марикультуры в мире. Тихоокеанская устрица *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793), благодаря своей экологической пластичности, устойчивости к заболеваниям, быстрому темпу роста и прекрасным вкусовым качествам, является одним из основных видов в устрицеводстве. В пятерку лидеров по культивированию тихоокеанской устрицы входят такие страны, как Республика Корея, Япония, Франция, Китай, США (http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Crassostrea_gigas/en). Для получения товарной продукции используют как природный посадочный материал, так и спат, полученный в контролируемых условиях. Несмотря на то что в странах с развитой марикультурой широко применяются заводские технологии получения спата, сбор природного посадочного материала на коллекторы остается актуальным, так как это менее затратная технология. Так, в Японии весь спат для устричных ферм собирают в море, используя естественный потенциал прибрежных акваторий [Shigeho et al., 2016]. В Республике Корея по данным Food and Agriculture Organization (ФАО) за 2008 г. только 10 % спата устрицы получают на заводах, а основное его количество собирают в природе [Choi, 2008].

В последнее время в хозяйствах Приморья возрастает интерес к устрице как к объекту культивирования [Викторовская, Сухин, 2015]. Начаты работы по получению спата в контролируемых условиях, но на данном этапе развития марикультуры его сбор на коллекторы в море является приоритетным. В связи с этим актуален подбор районов, природный потенциал которых позволит собирать спат устрицы в промышленных масштабах.

В Приморье самые большие скопления устрицы, которые могут формировать наиболее мощный личиночный пул, располагаются в северной части Амурского залива, а также в бухтах Новгородской и Экспедиции зал. Посьета [Раков, 2008; Соколенко и др., 2016]. Менее крупные скопления сосредоточены в мелководных бухтах и лагунах заливов Посьета, Амурского и Уссурийского. Личинки донных беспозвоночных могут переноситься на большие расстояния, однако в основном, благодаря преобладающей схеме течений, они концентрируются вблизи донных поселений, что поддерживает воспроизводство [Милейковский, 1973; Касьянов, 1989]. По этой причине рекомендуется сбор спата проводить вблизи донных поселений этого вида.

Согласно Технологической инструкции по индустриальному выращиванию тихоокеанской устрицы... [2018] район можно считать подходящим для промышленного сбора спата, если концентрация личинок в планктоне находится на уровне 200 экз./м³ и более в течение двух декад, а количество великонхов на стадии оседания достигает 20 экз./м³. Для планомерного ведения хозяйства важно, чтобы массовое развитие и оседание личинок ежегодно начиналось в одни и те же сроки, желательно не позднее июля.

Цель работы — произвести подбор районов в зал. Петра Великого, природный потенциал которых позволит собирать спат устрицы в промышленных масштабах.

Материалы и методы

Материалом для работы послужили многолетние планктонные исследования, проведенные с 2001 по 2017 г. Обследованы восемь районов зал. Петра Великого. Два района расположены в зал. Посьета: I — в бухте Новгородской, II — в бухте Троицы (рис. 1).

Рис. 1. Карта-схема районов исследований в зал. Посьета. Районы обозначены римскими цифрами; планктонные станции — точками

Fig. 1. Scheme of surveyed areas (I and II) in the Posyet Bay. Dots — plankton stations

Остальные районы находятся в Амурском заливе: III — в бухте Перевозной, IV — у п-ова Песчаного (от р. Барабашевка до мыса Ограновича), V — в северной части Амурского залива (выше условной линии мыс Ограновича — мыс Токаревского), VI — у о. Русского (от о. Уши до мыса Рогозина), VII — в прол. Старка (у о. Попова), VIII — у юго-западного побережья о. Попова (рис. 2). Во всех перечисленных районах устрица присутствует в донных биоценозах [Раков, 2008; Распределение..., 2015*; Соколенко и др., 2016].

Исследования продолжались с июня по сентябрь не менее трех лет в каждом из районов (табл. 1). Раз в неделю на выделенных станциях брали тотальные пробы планктона от дна до поверхности, используя модифицированную сеть Апштейна с конусом из сита с ячейей 100 мкм. Обработку проб проводили по методике, описанной В.А. Куликовой и Н.К. Колотухиной [1989]. Всего отобрано, обработано и проанализировано 1610 планктонных проб.

Таблица 1

Распределение проб планктона по районам исследований

Table 1

Number of plankton samples, by surveyed areas

Район	Период исследований	Кол-во проб
Бухта Новгородская	2013–2015	97
Бухта Троицы	2015–2017	96
Бухта Перевозная	2013, 2014, 2016	156
У п-ова Песчаного	2001, 2002, 2006	112
Северная часть Амурского залива	2006, 2007, 2011, 2012, 2015–2017	563
У о. Русского*	2002–2005, 2013–2017	232
Прол. Старка	2013–2016	192
У юго-западного побережья о. Попова	2012–2015	162

* Начиная с 2013 г. на акватории у о. Русского исследования проводили только в бухте Воевода.

* Распределение, особенности биологии промысловых беспозвоночных и макрофитов, оценка их естественного воспроизводства и мониторинг состояния донных биоценозов на полигонах «ТИНРО-Центра». Подзона Приморье (южнее м. Золотой) (Японское море), НИС «Убежденный», 11 августа — 29 октября 2015 года : рейсовый отчет / ТИНРО-центр. № 27916. Владивосток, 2015. 34 с.

Рис. 2. Карта-схема районов исследований в Амурском заливе

Fig. 2. Scheme of surveyed areas (III–VII) in the Amur Bay. Dots — plankton stations

У личинок измеряли длину раковины под бинокляром МБС-10 с точностью до 25 мкм. Сроки начала оседания устанавливали по времени появления личинок поздних стадий развития — 300 мкм и более.

При отборе проб измеряли температуру воды у поверхности и у дна с помощью ртутного термометра или зонда ASTD102-ALC-R02.

Результаты и их обсуждение

Температура воды, благоприятная для развития личинок тихоокеанской устрицы, составляет 17–24 °C [Раков, 1987]. Результаты многолетних наблюдений показали, что в большинстве районов при первом обнаружении личинок температура воды у поверхности варьировала в пределах благоприятного диапазона значений (табл. 2). В бухте Перевозной, у о. Русского и в прол. Старка в период появления личинок температура воды в некоторые годы была ниже нерестовых значений, характерных для устрицы. Это свидетельствует о том, что первые личинки в этих районах могли быть заносными из поселений с более ранним прогревом воды.

Личинки устрицы в исследованных районах ежегодно появлялись в период с третьей декады июня по вторую декаду июля (табл. 3). Исключение составил 2014 г., когда они были обнаружены уже во второй декаде июня (о. Русский). В прол. Старка и

Таблица 2

Температура воды у поверхности в период появления личинок, °С

Table 2

Sea surface temperature in the time of oyster larvae appearance, °С	
Район	Температура
Бухта Новгородская	17–18
Бухта Троицы	17–24
Бухта Перевозная	16–22
У п-ова Песчаного	17–21
Северная часть Амурского залива	18–23
У о. Русского	14–21
Прол. Старка	16–21
У юго-западного побережья о. Попова	18–22

у юго-западного побережья о. Попова личинки в отдельные годы начинали встречаться только в третьей декаде июля.

Все районы залива существенно различались между собой по обилию личинок, а также по срокам и продолжительности периодов их массового развития (табл. 3). В мелководной бухте Новгородской (преобладающие глубины до 5 м) с мощными устричниками максимальная концентрация личинок ежегодно варьировала от четырех-пяти сотен до двух тысяч экземпляров. Великонхи в стадии оседания появлялись во второй декаде июля, их плотность исчислялась десятками и сотнями экземпляров. Обычно после возрастания температуры воды до 25 °С, что наблюдалось во второй половине июля, количество личинок снижалось до нескольких десятков или единиц в кубическом метре воды.

В бухте Троицы концентрация личинок достигала высоких значений только в один год из трех (2016 г.) (табл. 3). Однако период массового развития и в этот год продолжался не более одной декады, несмотря на то что критически высоких значений (24 °С) температура в поверхностном слое достигла только к середине августа. Количество личинок на стадии оседания в этом году составляло 62 экз./м³, тогда как в другие годы оно не превышало десяти экземпляров.

Районы п-ова Песчаного и бухты Перевозной открыты для ветров южного и юго-восточного направлений, преобладающих в летний период. Это обстоятельство оказывает большое воздействие на динамику вод и температурный режим, что в свою очередь влияет на концентрацию личинок. Температура поверхностных слоев воды в течение июля и августа всегда имела благоприятные значения, но прогрев более глубоких слоев (до 7–8 м) ежегодно происходил в разное время (с третьей декады июня по третью декаду июля). Сроки и продолжительность массового развития личинок также не повторялись (табл. 3).

В бухте Перевозной высокие плотности личинок регистрировали на протяжении одной, реже двух декад. Максимальная концентрация личинок исчислялась сотнями и только в 2013 г. превысила 2,5 тыс. экз./м³. Личинки в стадии оседания в разные годы появлялись с первой по третью декаду июля. Их плотность всегда была более 80 экз./м³.

В мелководном районе п-ова Песчаного (преобладающие глубины до 5 м) температура воды у поверхности в период развития личинок во все годы имела благоприятные значения. Период массового развития продолжался от одной декады до полутора месяцев. Концентрация личинок измерялась тысячами и десятками тысяч экземпляров в кубическом метре воды (табл. 3). Плотность личинок на стадии оседания всегда была более 20 экз./м³, а в один год превышала две с половиной тысячи экземпляров. Наиболее высокую численность личинок и более продолжительный период массового развития отмечали в 2001 г., когда устойчивый прогрев всей водной толщи (до 8 м) до благоприятных для личинок температур произошел уже в конце третьей декады июня. В другие годы это происходило только в третьей декаде июля.

Таблица 3

Концентрация личинок устрицы в планктоне, экз./м³

Table 3

Concentration of oyster larvae in plankton, ind./m³

Год	Месяц									Макс. значение/ на стадии оседания
	Июнь		Июль			Август			Сент.	
	II	III	I	II	III	I	II	III	I	
Бухта Новгородская										
2013	–	–	–	–	+++	+	+	+	–	444/49
2014	0	+	+++	++	+	+	+	–	–	543/70
2015	–	+	+++	+++++	++	++	+	–	–	2005/652
Бухта Троицы										
2015	–	0	0	+	+	+	+	–	–	45/10
2016	–	0	+	+	+++	+	+	–	–	327/62
2017	–	+	+	–	+	–	–	+	–	36/0
Бухта Перевозная										
2013	–	0	+++++	–	+++++	++	–	+	–	2591/414
2014	–	+	+	++	+++	+	+	–	–	432/81
2016	–	0	0	+++	++	+	+++	+	–	483/299
У п-ова Песчаного										
2001	0	0	+++++	+++++	–	++++	+++++	–	–	27667/2514
2002	0	+	+++	+	+	++	+++++	+++	0	3088/35
2006	0	0	0	+	+++++	+	–	++	+	1712/34
Северная часть Амурского залива										
2006	0	0	0	+++++	+++++	+++++	–	++	+	4518/90
2007	0	0	+++++	++++	–	+++++	+++++	+	+	36780/875
2011	0	0	0	+++++	+++++	+++++	+++++	++++	0	50620/1895
2012	0	0	0	+++++	–	+++++	0	–	–	11067/171
2015	0	0	++++	++++	+++++	+++	+	–	–	1103/296
2016	0	0	++	+++++	+++++	++	++++	+	+	3066/503
2017	0	0	++++	++++	++	++++	++	+	+	577/134
О. Русский										
2002	0	+	+++++	++	+	+	++++	+++	0	2258/5
2003	0	0	+	+	+++	–	++	+	+	260/11
2004	0	++	+++++	+++++	+	0	+	++	+	6320/1
2005	0	0	++++	+++++	+	++	–	+++	+	1289/20
2013	0	0	+++++	+++++	+	+	+	–	–	2811/281
2014	+	+	+	+	+++	+	+	–	–	216/19
2015	0	0	+	0	+	+	+	0	+	16/0
2016	0	0	++	+++++	++	++	++	–	–	2790/210
2017	0	0	++	++	0	+	++	+	0	125/1
Прол. Старка										
2013	0	0	0	+++++	+	0	+	+	+	210/12
2014	0	+	0	+	++	+	+	0	0	147/60
2015	0	0	0	0	++	+	+	0	0	33/1
2016	0	0	+	++	+	+	+	+	–	103/15
У юго-западного побережья о. Попова										
2012	0	0	–	+++	+++++	++	–	0	–	1758/0
2013	0	0	0	++	+	0	+	+	+	107/14
2014	0	0	0	+	++	+	+	0	0	144/24
2015	0	0	0	0	+	+	+	0	0	65/2

Примечание. «+» — 1–49, «++» — 50–199, «+++» — 200–499, «++++» — 500–999, «+++++» — 1000–9999, «++++++» — ≥ 10000; прочерк — нет данных.

В северной части Амурского залива период массового нахождения личинок в планктоне продолжался месяц-полтора. Их концентрация при этом измерялась тысячами или десятками тысяч экземпляров в кубическом метре воды (табл. 3). Высокие концентрации личинок ежегодно регистрировали над глубинами не более 10 м. Этому способствовала не только благоприятная температура воды во всей толще в период их развития, но и круговая циркуляция вод, формирующаяся под действием умеренных ветров и стока р. Раздольной [Савельева, 1989]. Оседание личинок начиналось во второй декаде июля, реже — в третьей (2012 г.) Концентрация личинок в стадии оседания измерялась сотнями экземпляров в кубическом метре воды. После наступления высоких неблагоприятных температур, которые обычно отмечали в первой декаде августа, концентрация личинок начинала снижаться. Наиболее продолжительный период массового развития личинок и самая высокая их плотность были зарегистрированы в годы, когда температура в августе не превышала верхней границы нормы (в 2011 г.) или превысила ее позднее, во второй декаде августа (в 2007 г.).

В ряду наблюдений за динамикой численности личинок в северной части Амурского залива выделяется 2017 г. В этот год отмечали сравнительно низкую концентрацию личинок (максимум 577 экз./м³) и позднее появление великонхов в стадии оседания (в первой декаде августа). Температура воды в июле и августе оставалась благоприятной для развития личинок. Вероятно, что их низкая численность была обусловлена большим количеством осадков (132 % от нормы*), выпавших на юге Приморья в июле. При усилении стока р. Раздольной нарушается круговая циркуляция вод [Савельева, 1989], и личинки могли быть вынесены в открытую часть залива. Также влияние оказало понижение солёности воды. Опытным путем было установлено, что солёность ниже 18 ‰ неблагоприятно отражается на развитии личинок, вызывая уродства [Святогор и др., 1987], однако они способны кратковременно переносить понижение солёности, вплоть до 6 ‰ [Ярославцева и др., 1990]. По нашим данным пониженная солёность наблюдалась довольно долго, даже через неделю после выпадения последних интенсивных осадков солёность в подповерхностном слое составляла 8–10 ‰.

Район у о. Русского защищен от преобладающих в летний период ветров южного и юго-восточного направлений. Благоприятная для развития личинок устрицы температура воды в поверхностном слое здесь устанавливалась в третьей декаде июня или в первой декаде июля. За девять лет наблюдений было отмечено семь лет, когда концентрация личинок превышала 200 экз./м³ (табл. 3). Период высоких концентраций личинок был достаточно продолжительным (около двух декад) только в 2002, 2004, 2005, 2013 гг. Плотность оседающих великонхов в большинство лет была менее 20 экз./м³, за исключением 2005, 2013 и 2016 гг. Таким образом, только в 2005 и 2013 гг. показатели плотности и продолжительности массового развития личинок соответствовали нормативным требованиям.

Высокую плотность личинок (200 экз./м³ и более) преимущественно отмечали на самой северной станции (о. Уши) и в вершине бухты Воевода, на остальных станциях она была на порядок ниже. К о. Уши личинки, вероятно, в большом количестве поступали из бухты Новик, где устричники хорошо развиты [Раков, 2008]. В вершинной части бухты Воевода также есть небольшое скопление устрицы [Атлас..., 2000], которое обеспечивает личиночный пул. Только эта часть бухты в июле устойчиво прогревалась до 17–22 °С во всей толще (до 5–6 м), что создавало здесь благоприятные условия для их выживаемости. Солёность воды в бухте не опускалась ниже благоприятных для личинок устрицы значений. Даже в июле 2017 г. после частых и продолжительных осадков она была не ниже 29 ‰. Однако усиленный береговой сток и взмучивание воды, по-видимому, негативно отразились на численности личинок. Помимо этого, наблюдалась критически высокая температура воды (25 °С) во второй декаде июля на глубине до 5 м, в то время как обычно ее высокие значения регистрировали во второй декаде августа и только в поверхностных слоях.

* <http://www.pogodaiklimat.ru>.

В двух районах у побережья о. Попова благоприятная температура воды у поверхности устанавливалась в конце первой — начале второй декады июля. Концентрация личинок только один год из четырех была более 200 экз./м³ (табл. 3), однако их плотность на стадии оседания в эти годы, как и в большинство других лет, была менее 20 экз./м³.

Выводы

Исследования показали, что коллекторный сбор спата устрицы в Приморье наиболее эффективным может быть в северной части Амурского залива. Непосредственная близость к самому крупному скоплению устрицы, благоприятный температурный режим и преобладающая циркуляция вод обеспечивают ежегодное раннее появление личинок (в первой-второй декаде июля), продолжительный период массового развития (от одного до полутора месяцев), высокую их концентрацию (в том числе на стадии оседания) и стабильные сроки начала оседания (во второй-третьей декаде июля). В отдельные годы негативное воздействие на изменение перечисленных выше показателей может оказать чрезмерное обилие осадков в период массового развития личинок.

У п-ова Песчаного, в бухтах Перевозной и Новгородской сбор природного спата в некоторые годы может быть не менее эффективным, чем в северной части Амурского залива. Концентрация личинок в этих районах (в том числе и на стадии оседания) во все годы была выше нормативных значений. Однако в некоторые годы период массового развития личинок продолжался не более одной декады. В мелководной бухте Новгородской концентрация личинок резко снижалась на фоне относительно раннего повышения температуры воды до критических значений. У п-ова Песчаного и в бухте Перевозной вследствие более активной динамики вод период массового развития наблюдался в разные сроки, что затруднит ведение планомерной хозяйственной деятельности.

В бухте Троицы и в островных районах (о-ва Русский, Попова) достаточно высокие концентрации личинок наблюдались не каждый год, период их массового развития в большинство лет продолжался не более недели. Плотность великонхов на стадии оседания также в основном была ниже нормативных значений. Только в мелководной части бухты Воевода в отдельные годы природный потенциал мог обеспечить нормативное оседание. Эти акватории предпочтительнее использовать для выращивания спата, собранного в других районах или полученного в заводских условиях.

Благодарности

Выражаем благодарность доктору биологических наук, главному научному сотруднику Г.С. Гавриловой за рекомендации по оформлению статьи.

Финансирование работы

Работы проводились в рамках осуществления государственного мониторинга водных биологических ресурсов во внутренних водах, в том числе внутренних морских водах, в территориальном море, на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна Российской Федерации (по зоне ответственности ТИНРО).

Соблюдение этических стандартов

Все применимые международные, национальные принципы использования животных были соблюдены.

Библиографические ссылки на все использованные в обзоре данные других авторов оформлены в соответствии с ГОСТом.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Информация о вкладе авторов

Концепция исследования — С.А. Ляшенко; сбор и обработка материала, анализ данных — С.А. Ляшенко, О.Б. Гостюхина, Н.В. Щербакова; написание текста — С.А. Ляшенко.

Список литературы

- Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей России** / сост. С.В. Явнов. — Владивосток : Дюма, 2000. — 168 с.
- Викторовская Г.И., Сухин И.Ю.** Современное состояние и перспективы развития марикультуры на Дальнем Востоке // Междунар. морская науч. шк.-конф. по искусственному развед. гидробионтов : сб. науч. тр. — Южно-Сахалинск, 2015. — С. 20–25.
- Касьянов В.Л.** Репродуктивная стратегия морских двустворчатых моллюсков и иглокожих : моногр. — Л. : Наука, 1989. — 181 с.
- Куликова В.А., Колотухина Н.К.** Пелагические личинки двустворчатых моллюсков Японского моря. Методы, морфология, идентификация : препр. № 21. — Владивосток : ИБМ ДВО АН СССР, 1989. — 60 с.
- Милейковский С.А.** Типы личиночного развития морских донных беспозвоночных: распределение, численность и экологическая роль их личинок в планктоне : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М. : АН СССР, 1973. — 42 с.
- Раков В.А.** Биология и культивирование устриц // Культивирование тихоокеанских беспозвоночных и водорослей. — М. : Агропромиздат, 1987. — С. 72–84.
- Раков В.А.** Распространение и экология устричных рифов северной части Амурского залива // Современное состояние и тенденции изменения природной среды залива Петра Великого Японского моря. — М. : ГЕОС, 2008. — С. 278–291.
- Савельева Н.И.** Общая схема циркуляции вод Амурского и Уссурийского заливов по результатам численного моделирования / ТОИ ДВО АН СССР. — Владивосток, 1989. — 29 с. — Деп. в ВИНТИ, № 2268-B29.
- Святогор Г.П., Дроздов А.Л., Кашенко С.Д., Ярославцева Л.М.** Развитие гигантской устрицы *Crassostrea gigas* в условиях гипотонии // Моллюски: результаты и перспективы их исследования : автореф. докл. 8-го всесоюз. совещ. по изучению моллюсков. — Л. : Наука, 1987. — С. 258–259.
- Соколенко Д.А., Калинин М.В., Викторовская Г.И.** Современное состояние поселения устрицы тихоокеанской *Crassostrea gigas* в Амурском заливе (Японское море) // Морские биологические исследования: достижения и перспективы : сб. мат.-лов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. к 145-летию Севастопольской биологической станции. — Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. — Т. 1. — С. 294–297.
- Технологическая инструкция по индустриальному выращиванию тихоокеанской устрицы в дальневосточном рыбохозяйственном бассейне** / сост. Г.И. Викторовская, И.Ю. Сухин, А.Ю. Баранов и др. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — 43 с.
- Ярославцева А.М., Сергеева Э.П., Кашенко С.Д.** Изменение чувствительности к опреснению в онтогенезе гигантской устрицы // Биол. моря. — 1990. — Т. 16, № 6. — С. 36–42.
- Choi K.S.** Oyster capture-based aquaculture in the Republic of Korea // Capture-based aquaculture: Global overview : FAO Fish. Techn. Pap. — Rome : FAO, 2008. — № 508. — P. 271–286.
- Shigeho K., Takashi K., Hirokazu A. et al.** Mechanisms leading to the decline in Pacific oyster *Crassostrea gigas* seedlings in Matsushima Bay, Japan // Fish. Sci. — 2016. — Vol. 82, Iss. 3. — P. 499–508. DOI: 10.1007/s12562-016-0982-z.

References

- Yavnov, S.V.**, *Atlas dvustvorchatykh mollyuskov dal'nevostochnykh morei Rossii* (Atlas of Bivalves from the Far Eastern Seas of Russia), Vladivostok: Dyuma, 2000.
- Viktorovskaya, G.I. and Sukhin, I.Yu.**, The current state and prospects for the development of mariculture in the Far East, in *Sb. nauchn. tr. "Mezhdunar. morskaya nauch. shk.-konf. po iskusstvennomu razved. gidrobiontov"* (Collect. Sci. Works "Intern. marine scientific shk.-conf. on artificial intelligence. hydrobionts"), Yuzhno-Sakhalinsk, 2015, pp. 20–25.
- Kasyanov, V.L.**, *Reproduktivnaya strategiya morskikh dvustvorchatykh mollyuskov i iglokozhikh* (Reproductive Strategy of Marine Bivalve Mollusks and Echinoderms), Leningrad: Nauka, 1989.
- Kulikova, V.A. and Kolotukhina, N.K.**, *Pelagicheskiye lichinki dvustvorchatykh mollyuskov Yaponskogo morya. Metody, morfologiya, identifikatsiya* (Pelagic Larvae of Bivalve Mollusks of the Sea of Japan:

Methods, Morphology, and Identification), Vladivostok: Inst. Biol. Morya, Dal'nevost. Otd. Akad. Nauk. SSSR, 1989, preprint no. 21.

Mileykovsky, S.A., Types of larval development of marine bottom invertebrates: distribution, abundance, and ecological role of their larvae in plankton, *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1973.

Rakov, V.A., Biology and cultivation of oysters, in *Kul'tivirovaniye tikhoookeanskikh bespozvonochnykh i vodorosley* (Cultivation of Pacific invertebrates and algae), Moscow: Agropromizdat, 1987, pp. 72–84.

Rakov, V.A., Distribution and ecology of oyster reefs in the northern part of the Amur Bay, in *Sovremennoe sostoyanie i tendentsii izmeneniya prirodnoi sredy zaliva Petra Velikogo Yaponskogo morya* (Current State and Trends in the Natural Environment of Peter the Great Bay, Sea of Japan), Moscow: GEOS, 2008, pp. 278–291.

Savelyeva, N.I., General scheme of water circulation in the Amur and Ussuri bays according to the results of numerical modeling, Available from VINITI, 1989, Vladivostok, Tikhookean. Okeanolog. Inst. Dal'nevost. Otd. Akad. Nauk. SSSR, no. 2268-B29.

Svyatogor, G.P., Drozdov, A.L., Kashenko, S.D., and Yaroslavtseva, L.M., The development of the giant oyster *Crassostrea gigas* under conditions of hypotension, in *Vos'moye vsesoyuz. soveshch. po izucheniyu mollyuskov «Mollyuski: rezul'taty i perspektivy ikh issledovaniya», Avtoref. dokl.* (Proc. 8th All-Sov. Meet. Mollusks “Mollusks: results and prospects of their research”), Leningrad: Nauka, 1987, pp. 258–259.

Sokolenko, D.A., Kalinina, M.V., and Viktorovskaya, G.I., Current state of the Pacific oyster beds in Amur Bay (Sea of Japan), in *Sb. mater. Vseross. nauchno-prakt. konf. mezhdunar. uchastiem, priuroch. k 145-letiyu Sevastopol. biol. stn. “Morskie biologicheskie issledovaniya: dostizheniya i perspektivy”* (Collect. Mater. All-Russ. Sci. Pract. Conf. Int. Participation, Commem. 145th Anniv. Sevastopol Biol. Stn. “Marine Biological Research: Achievements and Prospects”), Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika, 2016, vol. 1, pp. 294–297.

Viktorovskaya, G.I., Sukhin, I.Yu., Baranov, A.Yu., Lyashenko, S.A., and Kalinin, M.V., *Tekhnologicheskaya instruktsiya po industrial'nomu vyrashchivaniyu tikhoookeanskoy ustritsy v dal'nevostochnom rybokhozyaystvennom bassejne* (Technological instruction for the industrial cultivation of Pacific oysters in the Far Eastern fisheries basin), Vladivostok: TINRO-Center, 2018.

Yaroslavtseva, A.M., Sergeeva, E.P., and Kashenko, S.D., Change in desalination sensitivity in the ontogenesis of a giant oyster, *Russ. J. Mar. Biol.*, vol. 16, no. 6, pp. 36–42.

Choi, K.S., Oyster capture-based aquaculture in the Republic of Korea, in *Capture-based aquaculture: Global overview: FAO Fish. Techn. Pap.*, Rome: FAO, 2008, no. 508, pp. 271–286.

Shigeho, K., Takashi, K., Hirokazu, A., Shoichi, H., Hiroto, O., Ryo, M., Akio, O., Mechanisms leading to the decline in Pacific oyster *Crassostrea gigas* seedlings in Matsushima Bay, Japan, *Fish. Sci.*, 2016, vol. 82, no. 3, pp. 499–508. doi 10.1007/s12562-016-0982-z

Raspredeleniye, osobennosti biologii promyslovykh bespozvonochnykh i makrofitov, otsenka ikh yestestvennogo vosproizvodstva i monitoring sostoyaniya donnykh biotsenozov na poligonakh «TINRO-Tsentra». Podzona Primor'ye (yuzhneye m. Zolotoy) (Distribution, biology features of commercial invertebrates and macrophytes, assessment of their natural reproduction and monitoring of the status of bottom biocenoses at the TINRO-Center training grounds. Primorye subzone (south of the Zolotoy metro station) (Sea of Japan), R/V “Convinced”, August 11 — October 29, 2015, Available from TINRO-Center, 2015, Vladivostok, no. 27916.

Поступила в редакцию 21.03.2019 г.

После доработки 2.08.2019 г.

Принята к публикации 29.10.2019 г.