

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ МОРСКИХ ЕЖЕЙ *STRONGYLOCENTROTUS POLYACANTHUS* A. AGASSIZ & H.L. CLARK, 1907 АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

Е.А. Архипова



Вед. н. с., к. б. н.; Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18
Тел./факс: (4152) 41-27-01. E-mail: kamarhipova@mail.ru

АВАЧИНСКАЯ ГУБА, МОРСКИЕ ЕЖИ, *STRONGYLOCENTROTUS POLYACANTHUS*, ПИТАНИЕ,
МАКРОФИТЫ, ГОНАДНЫЙ ИНДЕКС, ГАМЕТЫ

Впервые изучено влияние потребленного морскими ежами корма на изменение гонадных индексов и репродуктивное поведение *Strongylocentrotus polyacanthus* Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка). Работы выполнены на четырех станциях. Показано, что у морских ежей из поселения около мыса Маячного интенсивное созревание гамет и высокие значения гонадных индексов обусловлены питанием бурными водорослями *Agarum clathrus* и *Alaria marginata*, в районе бухты Безымянной — макрофитами класса Phaeophyceae (*Laminaria longipes*). Вынужденное питание не традиционными кормовыми объектами (ил, детрит, фрагменты ракообразных, известковые остатки) в местах обитания ежей может привести к замедлению производства половых клеток и, как следствие, к уменьшению гонадного индекса. У *S. polyacanthus* из поселений с макрофитами класса Rhodophyta отмечено снижение гонадных индексов, но изменений в динамике формирования гамет морских ежей не наблюдалось. В благоприятных биотопах в районах м. Маячного и бух. Безымянной в мае–июне идет подготовка к нересту морских ежей, который осуществляется в августе.

SOME PECULIARITIES OF THE BIOLOGY OF THE SEA URCHIN (*STRONGYLOCENTROTUS POLYACANTHUS* A. AGASSIZ & H.L. CLARK, 1907) IN AVACHINSKAYA BAY (SOUTH-EAST KAMCHATKA)

Elena A. Arkhipova

Leading Scientist, Ph. D. (in Biology), Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18
Тел./факс: (4152) 41-27-01. E-mail: kamarhipova@mail.ru

AVACHINSKAYA BAY, SEA URCHINS, *STRONGYLOCENTROTUS POLYACANTHUS*, FEEDING, MACROPHYTES,
GONAD INDEX, GAMETES

Effects of consumed forage on the changes of gonad indices and reproductive behavior of *Strongylocentrotus polyacanthus* in Avachinskaya Bay (South-East Kamchatka) were studied for the first time. The work was accomplished on four stations. It was demonstrated, that intense gamete maturation and high values of gonad indices in the sea urchins colonies in vicinity of Mayachniy Cape was result of feeding on the brown seaweeds *Agarum clathrus* and *Alaria marginata*, near the Bezymyannaya Bay — on the macrophyte representatives of Phaeophyceae (*Laminaria longipes*). Feeding on the other than regular forage organisms (silt, detritus, fragments of crustaceans, calcareous fragments) in the sites where the sea urchins live can cause slowing production of gametes and decrease of the gonad index as a result. *S. polyacanthus* from the colonies situated among the macrophytes Rhodophyta demonstrated lower gonad indices, but any changes in the dynamics of forming their gametes have not been observed. In favourable biotopes in vicinity of Mayachniy Cape and Bezymyannaya Bay the sea urchins demonstrated gonad development in May and June for spawning in August.

На шельфе Камчатки *S. polyacanthus* встречается в нижней литорали и в верхних горизонтах сублиторали на твердых грунтах до глубин 30–40 м (Бажин, Степанов, 2012). Способ добывания пищи морскими ежами — пастьба (Холодов, 1981). Вопросы изучения питания *S. droebachiensis* и *S. intermedius* посвящена многочисленная литература (Холодов, 1981; Кафанов, Павлючков, 2001; Евсева, 2016; Lawrence, 1975). В умеренных широтах в спектр питания морских ежей *S. droebachiensis*, *S. intermedius* входят преимущественно бурые, зеленые, красные и красные кораллиновые водо-

росли (Кафанов, Павлючков, 2001; Евсева, 2016). В литературных источниках о спектре питания *S. polyacanthus* сведений недостаточно. По нашему мнению (Архипова, 1999), в Авачинском и Кроноцком заливах (Юго-Восточная Камчатка) основными объектами питания *S. polyacanthus* являются бурые водоросли.

Морские ежи семейства Strongylocentrotidae — раздельнополюе животные; внешне самки и самцы неразличимы, пространственно представители обоих полов не разобщены (Холодов, 1981; Касьянов, 1984). Гонадный индекс — один из наиболее

доступных количественных показателей, характеризующих наполнение гонад (Викторовская и др., 2001). Для *S. intermedius*, *S. droebachiensis* показано, что за нерестовый период половые железы морских ежей могут неоднократно заполняться зрелыми половыми клетками, в результате чего возможен порционный вымет гамет (Холодов, 1981; Седова, Викторская, 2002). М.А. Ващенко и П.М. Жадан (2012) отмечали, что величина гонадного индекса *S. intermedius* зависит от многих факторов, но определяющим является обилие пищи. Производство гамет и их рост возрастают с увеличением кормовых запасов, а состояние гонад морских ежей зависит от наличия предпочитаемых кормовых объектов (Thompson, 1982; Евдокимов, Матросова, 2009).

Цель настоящего исследования заключалась в изучении влияния потребленного *S. polyacanthus* корма на: изменение гонадных индексов, степень зрелости гонад, размерные характеристики гамет самок морских ежей из поселений Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка). Данные о репродуктивной биологии *S. polyacanthus* могут конкретизировать нерестовый период морских ежей, что позволяет вести рациональный промысел гидробионтов в шельфовой зоне прикамчатских вод.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работы выполнены в Авачинской губе (Юго-Восточная Камчатка) в мае–августе 2000 г. в районах, прилегающих к м. Маячному; бухтам Безымянная и Станицкого; кекуру Бабушкин Камень (рис. 1). Для изучения влияния особенностей питания *S. polyacanthus* в местах обитания морских ежей осуществляли количественный сбор макрофитов на глубинах от 3 до 6 м с применением легководолазной техники мерной рамкой площадью 1 м². Параллельно визуально регистрировали тип грунта. В лабораторных условиях под биноклем МБС-8 при увеличении 8× по содержимому пищевых комков из кишечника *S. polyacanthus* визуально анализировали состав потребленного ежами корма. Оценка степени наполнения кишечника пищей осу-

ществлялась по трехбалльной шкале: 1 — кишечник наполнен слабо, менее половины его объема занято пищей; 2 — среднее наполнение кишечника, кишечник наполнен примерно наполовину; 3 — хорошее наполнение кишечника, большая часть его объема заполнена пищей.

Для определения гонадных индексов *S. polyacanthus*, степени зрелости гонад, выявления текущих гонад у самок и самцов, размерной характеристики гамет самок в местах количественного сбора макрофитов были взяты произвольные выборки морских ежей, состоящие из 30 особей. В стационарных условиях индивидуально у каждого организма измеряли общую массу тела и массу гонад в граммах. Для каждого экземпляра гонадный индекс рассчитывали как процентное отношение массы гонад к общей массе ежа с дальнейшим пересчетом на средний гонадный индекс от всей выборки животных. В выборке морских ежей (в живом состоянии) отмечали количество особей, выделяющих половые клетки через гонопоры, после вскрытия. Параллельно фрагменты гонад фиксировали в жидкости Буэна. Гистологические срезы толщиной 7–10 мкм окрашивали гематоксилином Караччи по общепринятой методике (Волкова, Елецкий, 1982). По гистологическим препаратам гонад самок проводили определение половой принадлежности морских ежей. Далее при увеличении 40× с использованием окуляра-микрометра (цена

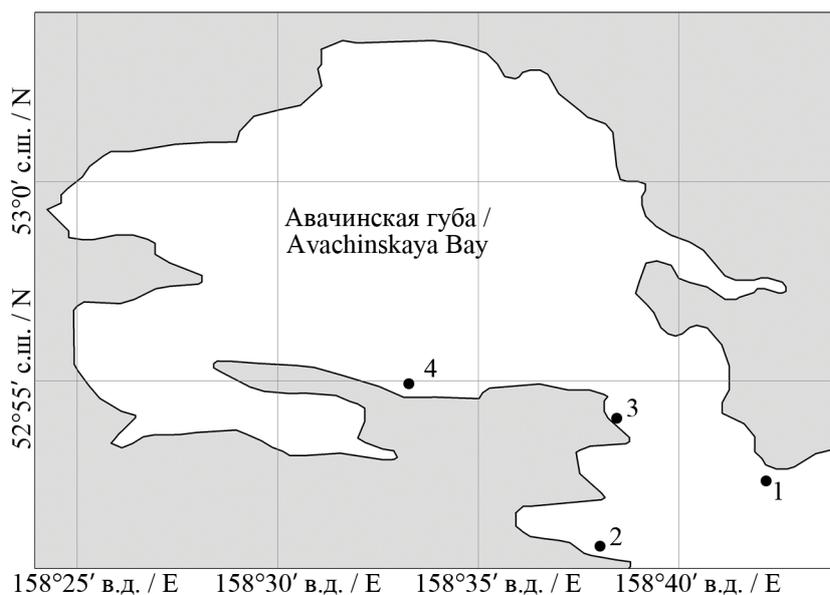


Рис. 1. Карта-схема расположения станций в Авачинской губе. 1 — м. Маячный; 2 — бух. Безымянная; 3 — кекур Бабушкин Камень; 4 — бух. Станицкого
Fig. 1. The schematic map of the distribution of sampling stations in Avachinskaya Bay. 1 — Mayachniy Cape; 2 — Bezimyannaya Bay; 3 — the rock Babushkin Kamen; 4 — Stanitskogo Bay

одного деления равна 10 μm) выполняли измерение диаметров ооцитов (1-я группа) и зрелых яйцеклеток (2-я группа). Накладывали случайным образом сетку окуляр-микрометра на гистологический срез ткани по методике Г.Г. Автандилова (1990). Далее проводили расчет средних диаметров гамет самок по группам. Степень зрелости половых клеток морских ежей определяли по классификации, предложенной С.А. Оганесян (1997). Физиологическое состояние гонад морских ежей оценивалось по ряду показателей: гонадный индекс, размерная характеристика гамет самок, степень зрелости гонад самок и самцов, наличие текучих гонад у самок и самцов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В Авачинской губе океанические приливно-отливные течения создают благоприятные условия для существования донной биоты в районах у м. Маячного и в бух. Безымянной. Здесь для бурых водорослей *Agarum clathrus*, *Laminaria longipes* (Архипова, 2016) и *Alaria marginata* (табл. 1) показаны высокие значения биомассы. У *S. polyacanthus* во все сроки исследования в содержимом кишечника наблюдались преимущественно фрагменты бурых водорослей. Половина или большая часть объема кишечника заполнена пищей. Аналогичная картина отмечена ранее для *S. droeba-*

chiensis из поселений на участках около м. Маячного и бух. Безымянной (Архипова, 2016).

Вдоль западного побережья губы (кекур Бабушкин Камень) наблюдалось отсутствие макрофитов (Архипова, 2016); в районе бух. Станицкого зафиксированы водоросли класса Rhodophyta (табл. 1). В обоих случаях для морских ежей степень наполнения кишечника пищей оценивалась как слабое, менее половины его объема занято пищей.

В районе м. Маячного в мае большинство гамет самок *S. polyacanthus* находились на начальной стадии вителлогенеза. По гистологическим препаратам отмечено, что в ацинусах гонад самок имели место единичные зрелые гаметы; созревание ооцитов совпадало с резорбцией яйцеклеток; у самок и самцов выявлено наличие вспомогательных клеток. По мнению Е.А. Архиповой и С.Н. Яковлева (1994), на кекурах Три брата (Авачинская губа) у *S. polyacanthus* в течение апреля–июня происходит постепенный рост гонад, в основном, за счет вспомогательных клеток. Для *S. intermedius* Амурского залива Японского моря показано, что соматические вспомогательные клетки участвуют в процессах питания растущих гамет и утилизации не выметанных гамет (Вашенко и др., 2005). В районе м. Маячного в мае средний гонадный индекс *S. polyacanthus* составлял $11,9 \pm 1,4\%$

Таблица 1. Кормовые условия (состав и биомасса макрофитов), состав пищевого комка морских ежей и степень наполнения кишечника пищей *S. polyacanthus* Авачинской губы
Table 1. The forage condition (the composition and the biomass of macrophytes), the composition of the stomach and the index of intestinal content of *S. polyacanthus* in Avachinskaya Bay

Район исследования Sampling site	Дата исследования Sampling date	Глубина, м Depth, m	Грунт Substrate	Таксономическая категория Taxonomic category	Кормовые условия Forage condition		Состав пищевого комка морских ежей Composition of stomach content	Степень наполнения кишечника пищей, баллы Intestinal content index, points
					Виды макрофитов Macrophyte species	Биомасса, г/м ² Biomass, g/m ²		
М. Маячный Cape Mayachny	Август August	6	Камни, валуны Stones, boulders	Отдел / Division Ochrophyta	<i>Alaria marginata</i>	720,00	Фрагменты бурых, красных, зеленых водорослей, детрит Fragments of brown, red, green algae, detritus	3
				Класс / Class Phaeophyceae				
				Класс / Class Rhodophyta				
				<i>Porfira</i> sp. <i>Neoptilota asplenioides</i> Сумма/Total				
Бух. Станицкого Stanitskogo Bay	Июнь June	6	Валуны Boulders	Отдел Division Ochrophyta	<i>Euthora cristata</i>	45,29	Преимущественно ил Mostly silt	1
				Класс / Class Rhodophyta				
				<i>Porfira</i> sp. <i>Pterosiphonia bipinnata</i> Сумма/Total				
				14,62 8,73 68,64				

(табл. 2); средний диаметр ооцитов самок — 157 μm , единичных зрелых яйцеклеток — 181 μm (табл. 3). Уже через месяц 81% самок морских ежей имели свободные крупные ооциты, потерявшие связь с базальной мембраной; вспомогательные клетки не обнаружены. В этот период при вскрытии у 19% самцов отмечена текучесть гонад, самок с текучими гонадами не найдено. В августе 33,3% самок имели текучие гонады, самцов — 20%, что свидетельствует о нересте морских ежей.

П.М. Жадан с соавторами (2013) для регистрации сроков нереста *S. intermedius* использовали такой показатель, как доля особей в выборке морских ежей, гонады которых выделяли половые продукты (текли). По нашим наблюдениям, с мая по август гонадный индекс *S. polyacanthus* увеличился на 4,2% (табл. 2), средний диаметр зрелых половых клеток самок — в 1,4 раза (табл. 3). На основании проведенных исследований мы пришли к заключению, что у морских ежей из поселений на м. Маячном в мае–июне идет подготовка к нересту, который осуществляется в августе.

В бух. Безымянной в августе количество самок морских ежей, имеющих текучие гонады, было на 13,3% больше, гонадный индекс — на 1,3% меньше

по сравнению с таковыми показателями у *S. polyacanthus*, собранных в то же время около м. Маячного. Существенных различий в средних диаметрах зрелых яйцеклеток не отмечено (табл. 3). В районе бух. Безымянной увеличение количества особей с текучими гонадами и уменьшение гонадного индекса, вероятно, свидетельствует об активном нересте морских ежей. Предположительно, в нашем случае, у *S. polyacanthus* предпочтительный корм (*Laminaria longipes*) благоприятствует интенсивным процессам созревания гамет по сравнению с таковым на участке около м. Маячного, где зарегистрированы другие виды макрофитов — *Agarum clathrus* и *Alaria marginata*. В.В. Евдокимов и И.В. Матросова (2012) пришли к заключению, что пищевой фактор является одним из главных в размножении морских ежей *S. intermedius*. На приоритетное питание морскими ежами *S. droebachiensis*, *S. pallidus*, *S. intermedius* ламинариевыми водорослями указывали многие авторы (Сухин, 1998; Холодов, 1981; Thompson, 1982; Крупнова, Павлючков, 2000; Евсева, 2016). Употребление в пищу *S. droebachiensis* ламинариевых водорослей обуславливает высокий гонадный индекс морских ежей (Холодов, 1981; Сухин, 1998). По нашему

Таблица 2. Средние масса тела (г), масса гонад (г), гонадный индекс (%) *S. polyacanthus* Авачинской губы
Table 2. Mean body weight (g), gonad weight (g), gonadal index (%) of *S. polyacanthus* in Avachinskaya Bay

Район исследования Sampling site	Дата исследования Sampling date	Средняя масса тела, г Mean body weight, g	Средняя масса гонад, г Mean gonad weight, g	Средний гонадный индекс, % Mean gonad index, %
М. Маячный Саре Mayachniy	Май / May	142,8 \pm 17,4	14,3 \pm 1,3	11,9 \pm 1,4
	Июнь / June	91,23 \pm 9,7	10,6 \pm 1,1	17,70 \pm 4,9
	Август / August	105,4 \pm 10,7	15,2 \pm 1,4	16,1 \pm 2,0
Б. Безымянная Bezuyannaya Bay	Август / August	71,3 \pm 6,1	9,8 \pm 1,1	12,7 \pm 0,8
Б. Станицкого Stanitskogo Bay	Июнь / June	55,3 \pm 11,4	4,0 \pm 0,6	7,2 \pm 0,6
Кекур Бабушкин Камень The rock Babushkin Kamen	Июнь / June	35,1 \pm 6,8	1,1 \pm 0,2	3,5 \pm 0,4

Таблица 3. Средний диаметр (μm) половых клеток самок *S. polyacanthus* Авачинской губы
Table 3. Mean diameter (μm) of the oocytes of *S. polyacanthus* in Avachinskaya Bay

Район исследования Sampling site	Дата исследования Sampling date	Количество самок в выборке, зкз. Number of females in sample, spc	Средний диаметр ооцитов, μm Mean diameter of oocytes, μm	Средний диаметр зрелых яйцеклеток, μm Mean diameter of mature oocytes, μm
			1-я группа 1 st group	2-я группа 2 nd group
М. Маячный Саре Mayachniy	Май / May	20	157	181
	Июнь / June	22	265	262
	Август / August	20	191	255
Б. Безымянная Bezuyannaya Bay	Август / August	21	214	253
Б. Станицкого Stanitskogo Bay	Июнь / June	23	214	211
Кекур Бабушкин Камень The rock Babushkin Kamen	Июнь / June	22	188	227

мнению, на участках около м. Маячного и бух. Безымянной у *S. polyacanthus* высокие значения средних гонадных индексов обусловлены хорошими трофическими условиями, приводящими к массовому созреванию гамет и, как следствие, к увеличению гонадных индексов ежей. Рост ооцитов в яичниках, большое количество зрелых яйцеклеток, созревание и накопление спермиев в семенниках отмечено для *S. polyacanthus* из поселения Авачинской губы в районе кекуров Три брата в августе (Архипова, Яковлев, 1994).

Исследования, проведенные в районе бух. Станицкого, показали, что в июне у морских ежей из сообществ с макрофитами класса Rhodophyta отмечено слабое наполнение кишечника пищей, в их содержимом установлен ил (табл. 1). Гонадный индекс составил $7,2 \pm 0,6\%$, что в 2,5 раза ниже по сравнению с таковым в те же сроки на м. Маячном (табл. 2). Вероятно, в районе бух. Станицкого в июне у морских ежей низкое среднее значение гонадного индекса обусловлено отсутствием предпочитаемых кормовых объектов, таких как бурые водоросли. Тем не менее в гонадах самок наряду с единичными зрелыми яйцеклетками были зарегистрированы ооциты на стадии быстрого роста, что свидетельствует о созревании половых клеток. М.А. Ващенко с соавторами (2005) отмечали, что у *S. intermedius* низкокалорийный рацион, достоверно снижая гонадный индекс, практически не влияет на динамику созревания половых клеток в мужских и женских гонадах. По нашему мнению, в районе бух. Станицкого у морских ежей при наблюдаемом низком значении гонадного индекса не происходит нарушения в динамике формирования гамет.

Около кекура Бабушкин Камень в июне у *S. polyacanthus* при слабом наполнении кишечника пищей в них установлены ил, детрит, фрагменты ракообразных, известковые остатки, что отражает качество пищи в данном биотопе, а именно отсутствие макрофитов. Н.В. Евсеева (2016), сравнивая питание *S. droebachiensis*, *S. intermedius* и *S. pallidus*, пришла к заключению, что баренцевоморские ежи могут дополнять рацион известковыми фрагментами животных ввиду низкого видового разнообразия макрофитов. В нашем случае в июне средняя масса гонад *S. polyacanthus* ниже в 5,1 раза, чем у морских ежей из поселений на м. Маячном и в 2,4 раза — чем в районе бух. Станицкого (табл. 2). По гистологическим препаратам установлено, что около кекура Бабушкин Камень

гаметы самок морских ежей находились на стадии начального вителлогенеза, тогда как в эти же сроки исследования на м. Маячном и в районе бух. Станицкого — на стадии быстрого роста. Е.А. Архипова (2016) отмечала, что у *S. droebachiensis* из поселений на кекуре Бабушкин Камень отсутствие макрофитов приводит к снижению гонадного индекса морских ежей. Очевидно, плохие кормовые условия способствуют замедлению производства половых клеток у *S. polyacanthus* и, как следствие, уменьшению гонадного индекса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На гонадный индекс, степень зрелости гамет морских ежей может оказывать влияние обеспеченность предпочитаемыми объектами питания (бурые водоросли). В районе бух. Безымянной предпочтительный корм (*Laminaria longipes*) благоприятствует процессам вымета гамет по сравнению с таковым на участке около м. Маячного, где отмечены *Agarum clathrus* и *Alaria marginata*. Обитание морских ежей в сообществе с красными водорослями приводит к снижению гонадного индекса, не влияя на динамику формирования гамет *S. polyacanthus*. Вынужденный рацион питания нетрадиционными кормовыми объектами (ил, детрит, фрагменты ракообразных, известковые остатки) в местах обитания ежей может привести к замедлению производства половых клеток и, как следствие, к уменьшению гонадного индекса. В благоприятных биотопах в районах м. Маячного и бух. Безымянной у *S. polyacanthus* в мае–июне идет подготовка к нересту, который осуществляется в августе.

БЛАГОДАРНОСТИ

Определение видового состава макрофитов в местах обитания морских ежей проводилось д.б.н. О.Н. Селивановой (Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН), за что автор приносит ей искреннюю благодарность.

Большую помощь в обеспечении плавсредствами и участии в водолазных сборах материала оказал коллектив ООО «Подводсервис» во главе с заместителем главного директора О.А. Власенко, за что автор выражает им чрезвычайную признательность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Автандилов Г.Г. 1990. Медицинская морфометрия. Руководство. М.: Медицина. 384 с.

- Архипова Е.А. 1999. Особенности питания многоиглового морского ежа *Strongylocentrotus polyacanthus* в Авачинском и Кроноцком заливах (Юго-Восточная Камчатка // Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки: Тез. док. обл. науч.-практ. конф. (Петропавловск-Камчатский, 10–12 июня 1999 г.). Петропавловск-Камчатский: СЭТО-СТ Плюс. С. 38–39.
- Архипова Е.А. 2016. Влияние особенностей питания *Strongylocentrotus droebachiensis* на изменение гонадных индексов морских ежей Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка) летом 2000 г. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 43. С. 50–54.
- Архипова Е.А., Яковлев С.Н. 1994. Годовые гонадные циклы морских ежей *Strongylocentrotus polyacanthus* и *S. droebachiensis* в Авачинской губе (Восточная Камчатка) // Биология моря. Т. 20. № 5. С. 402–404.
- Бажин А.Г., Степанов В.Г. 2012. Морские ежи семейства Strongylocentrotidae морей России. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 196 с.
- Ващенко М.А., Альмяшова Т.Н., Жадан П.М. 2005. Многолетняя и сезонная динамика состояния гонад морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*, обитающего в условиях антропогенного загрязнения (Амурский залив) // Вестник ДВО РАН. № 1. С. 32–42.
- Ващенко М.А., Жадан П.М. 2012. Исследование хронического загрязнения морской среды на состояние репродуктивной функции беспозвоночных животных // Тихоокеанский мед. журнал. № 2. С. 110–114.
- Викторовская Г.И., Седова Л.Г., Брегман Ю.Э., Евсеева Н.В. 2001. Некоторые особенности биологии морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz) у охотоморского побережья острова Итуруп // Изв. ТИНРО. Т. 128. С. 436–453.
- Волкова О.В., Елецкий Ю.К. 1982. Основы гистологии и гистологической техники. 2-е изд. М.: Медицина. 304 с.
- Евдокимов В.В., Матросова И.В. 2009. Сезонная характеристика гамет некоторых промысловых гидробионтов // Цитология. Т. 51. № 10. С. 856–864.
- Евдокимов В.В., Матросова И.В. 2012. Репродуктивная биология морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* и *Strongylocentrotus nudus* // Тихоокеанский мед. журнал. № 2. С. 105–110.
- Евсеева Н.В. 2016. Питание морских ежей рода *Strongylocentrotus* в губе Ура (Западный Мурман) // Труды ВНИРО. Т. 161. С. 52–64.
- Жадан П.М., Ващенко М.А., Лобанов В.Б., Сергеев А.Ф., Котова С.А. 2013. Исследование влияния факторов среды на нерест морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* // Вестник ДВО РАН. № 6. С. 170–179.
- Касьянов В.Л. 1984. Половой диморфизм морских ежей *Strongylocentrotus intermedius*, *Strongylocentrotus nudus*, *Scaphechius mirabilis* // Зоологич. журнал. Т. 63. Вып. 11. С. 1745–1748.
- Кафанов А.И., Павлючков В.А. 2001. Экология промысловых морских ежей рода *Strongylocentrotus* материкового японского побережья России // Изв. ТИНРО. № 1–2. Т. 128. С. 349–373.
- Крупнова Т.Н., Павлючков В.А. 2000. Питание серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*) в северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. Т. 127. С. 372–381.
- Оганесян С.А. 1997. Морфологические и экологические аспекты репродуктивной биологии морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* Баренцева моря // Исследования промысловых беспозвоночных в Баренцевом море. Мурманск. ПИНРО. С. 130–150.
- Седова Л.Г., Викторовская Г.И. 2002. Влияние репродуктивной активности на скорость питания у морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz) // Изв. ТИНРО. Т. 131. С. 315–320.
- Сухин И.Ю. 1998. Особенности питания серого и черного морских ежей на участке о. Путятин м. Островной / Регион. конф. по актуальным проблемам морской биологии и экологии (Владивосток, 2–3 окт. 1998 г.): Тез. док. Владивосток: ДВГУ. С. 128–129.
- Холодов В.И. 1981. Трансформация органического вещества морскими ежами (Regularia). Киев: Наукова думка. 160 с.
- Lawrence J.M. 1975. On the relationships between marine plants and sea urchins // Oceanogr. Mar. Biol. Rev. Vol. 13. № 3. P. 213–286.
- Thompson R.J. 1982. The relationship between food relation and reproductive effort in the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* // Oecologia (Berlin). No. 56. P. 50–57.

REFERENCES

- Avtandilov G.G. *Meditinskaya morfometriya. Ru-kovodstvo* [Medical morphometry. Guide]. Moscow: Medicine, 1990, 384 p.
- Arkhipova E.A. The feeding habits of the sturdy sea urchin *Strongylocentrotus polyacanthus* in the Avachin-

- sky and Kronotsky gulfs (South-Eastern Kamchatka). *Abstracts of regional scientific-practical conference "Problems of protection and rational use of Kamchatka bioresources"*. Petropavlovsk-Kamchatskiy: Seto-ST, 1999, pp. 38–39. (In Russian)
- Arhipova E.A. Effects of specifics of strongylocentrotus droebachiensis feeding in development of gonadal index of sea urchins from the Avachinskaya Bay (South-Eastern Kamchatka) in summer of 2000. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2016, vol. 43, pp. 50–54. (In Russian with English abstract)
- Arhipova E.A., Yakovlev S.N. Annual gonad cycles of the sea urchins *Strongylocentrotus polyacanthus* and *S. droebachiensis* in Avacha inlet (Eastern Kamchatka). *Russian Journal of Marine Biology*, 1994, vol. 20, No. 5, pp. 402–404. (In Russian)
- Bazhin A.G., Stepanov V.G. *Morskiye ezhi semejstva Strongylocentrotidae morej Rossii* [Sea urchins fam. Strongylocentrotidae of seas of Russia]. Petropavlovsk-Kamchatskiy: KamchatNIRO, 2012, 196 p.
- Vaschenko M.A., Almyashova T.N., Zhadan P.M. Long-term and seasonal dynamics of the gonad state in the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* under anthropogenic pollution (Amursky Bay, Sea of Japan). *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*, 2005, vol. 1, pp. 32–42. (In Russian)
- Vaschenko M.A., Zhadan P.M. Studying effects from chronic marine environment pollution on the state of invertebrates reproductive function. *Pacific Medical Journal*, 2012, vol. 2, pp. 110–114. (In Russian)
- Viktorovskaja G.I., Sedova L.G., Bregman Yu.E., Evseeva N.V. Some peculiarities of grey urchin *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz) biology nearshore of the Okhotsk Sea, Iturup. *Izvestiya TINRO*, 2001, vol. 128, pp. 436–453. (In Russian)
- Volkova O.V., Eletskiy Yu.K. *Osnovy gistologii i gistologicheskoy tekhniki* [Histology with principles of histological technique]. Moscow: Medicine, 1982, 304 p.
- Evdokimov V.V., Matrosova I.V. Seasonal characteristics of some fishery hydrobionts gametogenesis. *Tsitologiya*, 2009, vol. 51, No. 10, pp. 861–865. (In Russian with English abstract)
- Evdokimov V.V., Matrosova I.A. Reproductive biology of sea urchins *Strongylocentrotus intermedius* and *Strongylocentrotus nudus*. *Pacific Medical Journal*, 2012, vol. 2, pp. 105–110. (In Russian)
- Evseeva N.V. Feeding of sea urchins (*Strongylocentrotus*) in Ura Bay in Western Murman. *Trudy VNIRO*, 2016, vol. 161, pp. 52–64. (In Russian)
- Zhadan P.M., Vashchenko M.A., Lobanov V.B., Sergeev A.F., Kotova S.A. The study of the influence of environmental factors on the spawning of the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius*. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*, 2013, vol. 6, pp. 170–179. (In Russian)
- Kasyanov V.L. Sexual dimorphism of sea urchins *Strongylocentrotus intermedius*, *Strongylocentrotus nudus*, *Scaphechius mirabilis*. *Zoologicheskii Zhurnal*, 1984, vol. 63, issue 11, pp. 1745–1748. (In Russian)
- Kafanov A.I., Pavlyuchkov V.A. Ecology of the commercial sea urchins (genus *Strongylocentrotus*) off continental Japan Sea. *Izvestiya TINRO*, 2001, vol. 128, pp. 349–373. (In Russian)
- Krupnova T.N., Pavlyuchkov V.A. Nutrition of the grey urchin (*Strongylocentrotus intermedius*) in the north-western part of the Japan Sea. *Izvestiya TINRO*, 2000, vol. 127, pp. 372–381. (In Russian)
- Oganesyan S.A. Morphological and ecological aspects of reproductive biology of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* of the Barents Sea. *Investigations of commercial invertebrates in the Barents Sea*, Murmansk: PINRO, 1997, pp. 130–150. (In Russian)
- Sedova L.G., Viktorovskaya G.I. Effect of reproductive activity on feeding rate of *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz). *Izvestiya TINRO*, 2002, vol. 131, pp. 315–320. (In Russian)
- Sukhin I.Yu. The dietary habits of gray and black sea urchins in the area about. Putyatyn m. Ostrovnoy. *Abstracts of regional scientific-practical conference "Actual Problems of Marine Biology and Ecology"*. Vladivostok: DVGU, 1998, pp. 128–129. (In Russian)
- Kholodov V.I. *Transformatsiya organicheskogo veshchestva morskimi ezhami (Regularia)* [Transformation of organic matter by sea urchins (Regularia)]. Kiev: Naukova dumka, 1981, 160 p.
- Lawrence J.M. On the relationships between marine plants and sea urchins. *Oceanogr. Mar. Biol. Rev.*, 1975, vol. 13, No. 3, pp. 213–286.
- Thompson R.J. The relationship between food relation and reproductive effort in the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Oecologia (Berlin)*, 1982, No. 56, pp. 50–57.

Поступила в редакцию: 03.05.2018

Принята после рецензии: 08.06.2018