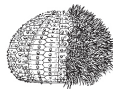


УДК 563.953.26

DOI 10.15853/2072-8212.2016.43.50-54

ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПИТАНИЯ *STRONGYLOCENTROTUS DROEBACHIENSIS* НА ИЗМЕНЕНИЕ ГОНАДНЫХ ИНДЕКСОВ МОРСКИХ ЕЖЕЙ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА) ЛЕТОМ 2000 Г.

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 DROEBACHIENSIS*, ПИТАНИЕ, МАКРОФИТЫ, ГОНАДНЫЙ ИНДЕКС

Изучено влияние особенностей питания *S. droebachiensis* на изменение гонадных индексов морских ежей Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка). Работы проводились на четырех станциях в 2000 г. Показано, что на м. Маячном высокие значения гонадных индексов обусловлены питанием бурыми водорослями *Agarum clathrus*, а в бух. Безымянной — *Laminaria longipes*. Вдоль западного побережья губы (кекур Бабушкин Камень, м. Казак) при потреблении морскими ежами нетрадиционных (фрагменты ракообразных), малодоступных (красные кораллиновые водоросли) объектов питания или с недостаточной обеспеченностью предпочитаемым кормом отмечаются низкие значения гонадных индексов.

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

Elena A. Arkhipova

Leading Scientist, PhD, Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18
Tel./fax: (4152) 41-27-01, e-mail: kamarhipova@mail.ru

AVACHINSKAYA BAY, SEA URCHINS, *STRONGYLOCENTROTUS DROEBACHIENSIS*, FEEDING, MACROPHYTES, GONADAL INDEX

Effects of specifics of *S. droebachiensis* feeding in development of the sea urchin gonad in the Avachinskaya Bay (South-East Kamchatka) were examined. The research was carried out in 2000 at four sampling stations. It is demonstrated, that high values of the gonad index in the station near Mayachniy Cape as due to feeding on the local kelp *Agarum clathrus* and in the station Bezymyannaya Bay – on *Laminaria longipes*. Low values of the gonad index were observed along the west coast of the Avachinskaya Bay (near the rock Babushkin Kamen and Kozak Cape), where the urchins were feeding on unconventional (fragments of crustaceans) or not readily available (red coralline algae) forage, because the food supply was poor.

Strongylocentrotus droebachiensis — один из наиболее широко распространенных и массовых видов ежей, заселяющих верхние горизонты сублиторали до глубин 30–40 м на твердых грунтах, но в редких случаях может встречаться на мягких грунтах (Бажин, Степанов, 2012). Способ добычи пищи морскими ежами — пастьба (Холодов, 1981). С общих позиций, по Дж.М. Лоуренсу, спектр питания морских ежей может отражать состав водорослевого сообщества, а пищу морских ежей можно классифицировать как прикрепленный и переносимый растительный материал, известковые водоросли или грунт, трупы, фекалии, а также планктон (Lawrence, 1975). На *S. droe-*

bachiensis Баренцева моря показано, что питание этого вида ежей определяется составом кормовых объектов, встречающихся в местообитании животных в данное время (Кузнецов, 1946). По мнению М.А. Ващенко и П.М. Жадан (2012), величина гонадного индекса *Strongylocentrotus intermedius* зависит от многих факторов, но определяющими являются доступность и обилие пищи.

Настоящая работа посвящена анализу влияния особенностей питания *S. droebachiensis* на изменение гонадных индексов морских ежей на мысах Маячный и Казак; в бухте Безымянной, на кекуре Бабушкин Камень Авачинской губы летом 2000 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Работы выполнены в Авачинской губе в летний период 2000 г. на мысах Маячный и Казак; в бухте Безымянной, на кекуре Бабушкин Камень Авачинской губы (рис. 1). Для определения гонадных индексов были взяты произвольные выборки *S. Droebachiensis*, состоящие из 30 особей в местах количественного сбора макрофитов, который осуществляли легководолазной техникой с использованием мерной рамки площадью 1 м² на глубинах от 3 до 6 м. Параллельно визуально регистрировали тип грунта. У каждого ежа измеряли общую массу тела и массу гонад в граммах. Для каждой особи гонадный индекс рассчитывали как процентное отношение массы гонад к общей массе ежа с дальнейшим пересчетом на средний гонадный индекс от всей выборки животных. В лабораторных условиях во время вскрытия *S. droebachiensis* с использованием бинокля МБС-8 при увеличении 8× по содержимому пищевых комков из кишечника ежей определяли состав потребленного ежами корма.

Оценка степени наполнения кишечника пищей осуществлялась визуально 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. В стационарных условиях с использовани-



Рис. 1: Карта-схема расположения станций в Авачинской губе летом 2000 г.: 1 — мыс Маячный; 2 — бухта Безымянная; 3 — кекур Бабушкин Камень; 4 — мыс Казак

Fig. 1: The schematic disposition of sampling stations in Avachinskaya Bay in summer 2000: 1 — Mayachniy Cape; 2 — Bezmyannaya Bay; 3 — the rock Babushkin Kamen; 4 — Kozak Cape

ем светового микроскопа Ergaval при увеличении 20× по прижизненным препаратам-мазкам половых желез проводилась оценка степени зрелости половых клеток морских ежей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Приливно-отливные течения в Авачинской губе создают благоприятные условия для существования донной биоты на м. Маячном и в бух. Безымянной. Здесь отмечены высокие биомассы макрофитов (табл. 1). Иная картина вдоль западного побережья губы в районах кекура Бабушкин Камень и м. Казак, где в силу меньшей прибойности наблюдается уменьшение биомасс водорослей. У *S. droebachiensis* из поселений на м. Маячном и в бух. Безымянной Авачинской губы в содержимом кишечника отмечены ил, детрит, фрагменты бурых водорослей (табл. 1). Большая часть объема кишечника заполнена пищей или примерно наполовину. В местах обитания морских ежей для бурых водорослей *Agarum clathrus* и *Laminaria longipes* показаны высокие значения биомасс. На предпочтительность питания ламинариевыми водорослями указывали многие авторы, отмечая, что такое питание обуславливает и высокий гонадный индекс морских ежей (Холодов, 1981; Сухин, 1998). К такому же заключению пришел и Дж. Лоуренс (Lawrence, 1975).

По нашему мнению, в бух. Безымянной высокие гонадные индексы морских ежей обусловлены питанием бурыми водорослями *Laminaria longipes*, а на м. Маячном — *Agarum clathrus* (табл. 1). По препаратам-мазкам, сделанным с половых желез *S. droebachiensis*, отмечено, что на м. Маячном в мае единичные особи приступают к вымету гамет, и уже к августу у всех ежей отмечены зрелые половые клетки. Ранее показано, что у *S. droebachiensis* сезон размножения ограничен летне-осенними месяцами, а массовый вымет гамет обычно наблюдается в августе–сентябре (Архипова, Яковлев, 1994). По нашему мнению, на м. Маячном и в б. Безымянной в августе у *S. droebachiensis* высокие значения средних гонадных индексов обусловлены хорошими трофическими условиями, приводящими к массовому созреванию гамет в июле–августе и, как следствие, к увеличению гонадных индексов ежей.

На кекуре Бабушкин Камень макрофиты не найдены. Тем не менее при слабом наполнении кишечника пищей в пищевых комочках наряду

Таблица 1. Кормовые условия (состав и биомасса макрофитов), состав пищевого комка морских ежей и степень наполнения кишечника пищевой *S. droebachiensis* в Авачинской губе летом 2000 г.
 Table 1. The forage (the composition and the biomass of macrophytes), the composition of the stomach and the index of intestinal content of *S. droebachiensis* in Avachinskaya Bay in summer of 2000

Район исследования Research area	Дата исследования Research period	Глубина, м Depth, m	Грунт Ground	Отдел Division	Кормовые условия, виды макрофитов Forage, macrophyte species	Биомасса, г/м ² Biomass, g/m ²	Содержимое кишечника морских ежей Content of stomach	Степень наполнения кишечника пищевой Index of intestinal content
Мыс Маячный Mayachny Cape	Май May	5	Валуны, камни, песок Boulders, stones, sand	Ochrophyta Class Phaeophyceae	<i>Agarum clathrus</i>	950		
				Rhodophyta	<i>Odonthalia kamtschatica</i>	350	Преимущественно ил и детрит.	2
					<i>Odonthalia setacea</i>	24	Фрагменты бурых водорослей.	
					<i>Neoptilota asplenoides</i>	33,96	Mostly silt and detritus. Fragmental	
					<i>Odonthalia kamtschatica</i>	2,7	brown kelps.	
		<i>Delesseriaceae</i>	0,41					
				Сумма / Sum	1361,07			
	Июнь June	6	Валуны, камни, песок Boulders, stones, sand	Ochrophyta Class Phaeophyceae	<i>Agarum clathrus</i>	745	Преимущественно ил, детрит.	3
				Rhodophyta	<i>Bossiella cretacea</i>	3	Фрагменты бурых и красных водорослей.	
					<i>Odonthalia kamtschatica</i>	190	Mostly silt and detritus. Fragmental	
				<i>Neoptilota asplenoides</i>	0,1	brown and red kelps.		
				Сумма / Sum	938,1			
			<i>Laminaria longipes</i>	435,00				
Июль July	6	Валуны, камни, песок Boulders, stones, sand	Ochrophyta Class Phaeophyceae	<i>Alaria</i> sp.	18,50	Преимущественно ил, детрит.	2	
				<i>Agarum clathrus</i>	130,00	Фрагменты бурых и красных водорослей.		
			Rhodophyta	<i>Pterisiphonia bipinnata</i>	0,36	Mostly silt and detritus. Fragmental		
				<i>Turnerella mertensiana</i>	0,33	brown and red kelps.		
				<i>Odonthalia</i> sp.	60,00			
			<i>Ulvaria splendens</i>	2,64				
			Сумма / Sum	646,83				

Таблица 1. Кормовые условия (состав и биомасса макрофитов), состав пищевого комка морских ежей и степень наполнения кишечника пищей *S. droebachiensis* в Авачинской губе летом 2000 г.
Table 1. The forage (the composition and the biomass of macrophytes), the composition of the stomach and the index of intestinal content of *S. droebachiensis* in Avachinskaya Bay in summer of 2000

Место Location	Дата Date	Состав Composition	Биомасса Biomass	Степень наполнения Index of intestinal content
Бухта Безымянная Bezumiynnaya Bay	Август August	Оchrophyta Class Phaeophyceae	200	3
		Камни, песок Stones, sand	1430	
		<i>Laminaria longipes</i>	0,05	
		<i>Pterosiphonia bipinnata</i>	340	
		<i>Neoptilota asplenioides</i>	340	
		<i>Odonthalia</i> sp.	40	
Сумма / Sum	2350,05			
Кекур Babushkin The rock Kamen	Июнь June	Макрофиты отсутствуют No macrophytes	Макрофиты отсутствуют No macrophytes	1
		Камни, илистый галечник Stones, silty pebbles	Ил, детрит, фрагменты ракообразных, фрагменты красных кораллиновых водорослей. Silt, detritus, fragmental crustaceans, red coralline algae.	
		Сумма / Sum	720	
Мыс Казак Kozak Cape	Июль July	Оchrophyta Class Phaeophyceae	720	2
		Ил, крупные камни, валуны Silt, big stones, boulders	12	
		<i>Porphyra</i> sp.	732	
Сумма / Sum				
		Преимущественно ил. Единичные фрагменты красных, бурых и красных кораллиновых водорослей. Mostly silt. Sporadic fragmental red, brown and red coralline algae.		

с илом имели место фрагменты ракообразных и красных кораллиновых водорослей (табл. 1). Средняя масса гонад ежей при этом составляла $0,6 \pm 0,1$ г (табл. 2). Ранее показано, что при питании кораллиновыми водорослями масса гонад в течение всего года остается низкой (цит. по Кафанов, Павлючков, 2001). В нашем случае у ежей, собранных на кекуре Бабушкин Камень в июне, гонадный индекс втрое ниже такового у животных, собранных в то же время на м. Маячном (табл. 2), что, очевидно, обусловлено плохими кормовыми условиями. Н.В. Евсеева (2016), сравнивая питание *S. droebachiensis*, *S. intermedius* и *S. Pallidus*, пришла к заключению, что в губе Ура (Западный Мурман) потребление кораллиновых водорослей является характерным признаком питания морских ежей рода *Strongylocentrotus*, а баренцевоморские ежи дополняют рацион известковыми фрагментами животных ввиду низкого видового разнообразия известковых водорослей.

У ежей из поселений на м. Казак в июле в содержимом кишечника отмечены ил, единичные фрагменты красных, бурых и красных кораллиновых водорослей (табл. 1). На препаратах-мазках, сделанных с гонад ежей из поселения на м. Казак, отмечены единичные зрелые яйцеклетки, у самцов — слабая текучесть гонад. Средний гонадный индекс ежей составлял $4,06 \pm 2,3$ % (табл. 2), что существенно ниже среднего гонадного индекса ежей в те же сроки исследований из поселения на м. Маячном, где отмечен широкий спектр бурых водорослей. Возможно, отличия заключаются в обилии предпочитаемого ежами корма, и, как следствие, влияющими на созревание половых клеток. М.А. Ващенко и П.М. Жадан (2012) пришли к заключению, что величина гонадного индекса *Strongylocentrotus intermedius* зависит от многих факторов, но определяющими являются доступность и обилие пищи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На гонадный индекс, степень зрелости гамет морских ежей могут оказывать влия-

Таблица 2. Изменение средних массы гонад (г), массы тела (г), гонадных индексов (%) морского ежа *S. droebachiensis* Авачинской губы (Восточная Камчатка) в 2000 г.
Table 2. The dynamics of the mean gonad weight (g), body weight (g) and gonad index (%) of *S. droebachiensis* in Avachinskaya Bay (East Kamchatka) in 2000

Район исследования Research area	Период исследования Research period	Средняя масса тела, г Mean body weight, g	Средняя масса гонад, г Mean gonad weight, g	Средний гонад- ный индекс, % Mean gonad index, %
М. Маячный / Mayachniy Cape	Май / May	106,4±5,8	12,8±0,8	12,3±0,6
	Июнь / June	33,2±2,9	2,2±0,6	6,6±1,6
	Июль / July	74,8±3,8	7,9±0,6	10,5±0,6
	Август / August	83,0±4,8	12,4±0,8	14,9±0,9
Бух. Безымянная / Bezumyannaya Bay	Август / August	72,9±4,9	10,5±1,0	14,4±0,8
Кекур Бабушкин Камень / The rock Babushkin Kamen	Июнь / June	29,2±1,8	0,6±0,1	2,05±0,3
М. Казак / Kozak Cape	Июль / July	12,3±0,5	0,5±0,1	4,06±2,3

ние обеспеченность пищей и доступность предпочитаемых объектов питания (бурые водоросли). По результатам наших исследований, для полноценного функционирования жизнедеятельности морских ежей самыми благоприятными биотопами Авачинской губы являются мыс Маячный и бухта Безымянная.

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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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., Жадан П.М. 2012. Исследование хронического загрязнения морской среды на со-

стояние репродуктивной функции беспозвоночных животных // Тихоокеанский медицинский журнал. № 2. С. 110–114.

Евсеева Н.В. 2016. Питание морских ежей рода *Strongylocentrotus* в губе Ура (Западный Мурман) // Труды ВНИРО. М.: ВНИРО. Т. 161. С. 52–64.

Кафанов А.И., Павлючков В.А. 2001. Экология промысловых морских ежей рода *Strongylocentrotus* материкового японского побережья России // Известия ТИНРО-Центра. № 1–2. Т. 128. С. 349–373.
Кузнецов В.В. 1946. Питание и рост растениеядных морских беспозвоночных Восточного Мурмана // Изв. АН СССР. Сер. Биол. № 4. С. 431–451.

Сухин И.Ю. 1998. Особенности питания серого и черного морских ежей на участке о. Путятин – м. Островной / Тез. докл. Региональной конф. по актуальным проблемам морской биологии и экологии (Владивосток, 2–3 октября 1998 г.). Владивосток: ДВГУ. С. 128–129.

Холодов В.И. 1981. Трансформация органического вещества морскими ежами (*Regularia*). Киев: Наук. думка. 160 с.

Lawrence J.M. 1975. On the relationships between marine plants and sea urchins // Oceanogr. Mar. Biol. Rew. V. 13. № 3. P. 213–286.