

УДК 639.53 (268.45)

Питание морских ежей рода *Strongylocentrotus* в губе Ура (Западный Мурман)

Н.В. Евсеева

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
(ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва)

e-mail: evseeva@vniro.ru

Характерной особенностью питания морских ежей считается широкий спектр поедаемых объектов, который определяется видовым составом доступной пищи, сезоном и местообитанием животных. Целью работы являлось изучение питания морских ежей *Strongylocentrotus pallidus* и *S. droebachiensis* в прибрежье Западного Мурмана. Материалом послужили результаты сборов 2011–2012 гг. в восточной части губы Ура на глубинах 0–15 м. Проведённые исследования позволили получить сведения о составе пищи морских ежей Баренцева моря. В кишечниках были отмечены представители 38 родов водорослей. Выяснено, что потребление кораллиновых водорослей является характерным признаком питания морских ежей рода *Strongylocentrotus*. Однако, из-за низкого видового разнообразия известковых водорослей баренцевоморские ежи активно замещают их известковыми фрагментами животных (раковинами моллюсков). При этом доля твёрдых известковых фрагментов в кишечниках *S. pallidus* намного выше, чем у *S. droebachiensis*. В пищевом рационе морских ежей доминируют бурые водоросли (ламинариевые и *Desmarestia aculeata*), которые, вероятнее всего, и составляют основу рациона морских ежей на участке исследования Баренцева моря. Это отличает питание баренцевоморских морских ежей от дальневосточного *S. intermedius*, для которого характерно примерно равное соотношение бурых и красных водорослей по встречаемости в пищевом рационе, а в холодное время года красные водоросли заметно доминируют. В связи с тем, что видовой состав водорослей в пище морских ежей отличался от видового состава фитоценозов на участках сбора, подтверждается вывод о значительных вертикальных миграциях морских ежей.

Ключевые слова: Баренцево море, морской ёж *Strongylocentrotus*, питание, кораллиновые водоросли, пищевой спектр.

ВВЕДЕНИЕ

Морские ежи рода *Strongylocentrotus* являются одними из важнейших объектов прибрежного промысла, особенно в азиатско-тихоокеанском регионе. Добыча морских ежей осуществляется ради их гонад, используемых в пищу. Кроме пищевого значения, гонады морских ежей могут быть использованы для

получения ряда ценных биологических веществ, придающих данному продукту радиопротекторные, иммуномодулирующие, сорбирующие свойства. Белки гонад содержат все незаменимые аминокислоты в количествах, соответствующих полноценному белку, также в гонадах встречены полиненасыщенные жирные кислоты, витамины Е, D, С, микроэле-

менты [Справочник..., 1999]. На размерно-массовые и качественные показатели половых желез морских ежей в период активного гонадного роста, кроме температуры воды, оказывают влияние обилие и видовой состав пищи [Джус, Зензеров, 1984; Калинина, Гусарова, 2000; Agatsuma et al., 1996].

Способ добывания пищи морскими ежами — пастьба [Холодов, 1981]. Характерной особенностью питания этих животных является широкий спектр поедаемых объектов. Морские ежи охотно питаются бурыми, зелёными и красными корковыми водорослями, а также детритом [Fuji, Kawamura, 1970]. Однако они могут поедать также мелких мидий, морских звезд и погибшую рыбу [Крупнова, Павлючков, 2000]. Спектр питания морских ежей определяется видовым составом доступной пищи, сезоном и местообитанием животных [Кузнецов, 1946; Холодов, 1978 а, 1978 б]. По данным Кузнецова [1946], пища, поедаемая в течение года, различна. В летнее время в рационе преобладают водоросли, а в осенне-зимний период заметную прибавку к рациону даёт животная пища. Поедание морскими ежами тех или иных многоклеточных водорослей зависит от встречаемости водорослей в местах обитания и их предпочтительности. Таким образом, спектр питания не определяется только обилием доступных видов водорослей [Холодов, 1981].

Ламинария считается наиболее важной пищей для морских ежей и способствует продуцированию гонад с хорошими показателями [Кафанов, Павлючков, 2001; Холодов и др., 1983]. Однако выяснено, что морские ежи нормально питаются и развиваются в смешанных поселениях водорослей разного видового состава, включая корковые известковые [Анисимова, 1998]. Наши исследования [Евсеева, 2002, 2003] показали, что только 5,5% проб являются моновидовыми, остальные содержат смесь различных растений, что, вероятнее всего, отражает особенности питания в естественных условиях и определяется особенностями распределения фитоценозов в прибрежной зоне. Известковые водоросли присутствуют в кишечниках большей части морских ежей независимо от качества гонад. Их доля у морских ежей *S. intermedius* Южных Курильских

островов максимально составляла 42,5%. Питание морских ежей сезонно вегетирующими растениями, такими как морские травы и крупные бурые водоросли, которые плохо доступны во время естественного роста на субстрате и предпочтительны в виде оторванных фрагментов, достигает максимального значения по окончании периода их вегетации. При этом красные водоросли, вегетирующие практически круглогодично, отмечены во все сезоны, но максимально встречаются в кишечниках морских ежей в пик вегетации — в холодное время года.

Целью проведённых исследований являлось изучение питания морских ежей на основе исследования пищи в кишечнике и определение соотношения различных групп водорослей в пищевом рационе морских ежей *Strongylocentrotus pallidus* Sars и *S. droebachiensis* Müller в прибрежье Западного Мурмана.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом послужили результаты сборов, проведённых в 2011–2012 гг. в восточной части губы Ура на глубинах 0–15 м (рис. 1). Сборы проводили на полигоне в рамках многолетнего мониторинга поселений морских ежей губы Ура. Изъятие осуществлялось при помощи водолазов с площади 3 м² в диапазонах глубин 0–5, 6–10 и 11–15 м. После биоанализа и необходимых промеров (диаметр панциря, общая масса, масса гонад, их цвет и категория, масса кишечника) содержимое кишечника морских ежей фиксировали в 96%-м спирте. Для промеров отбирали морских ежей из улова. Всего было проанализировано 180 экз. *S. pallidus* и 300 экз. *S. droebachiensis*. На участке дополнительно был проведён сбор водорослей для сравнения состава растительного сообщества и содержимого кишечника морских ежей.

При камеральной обработке содержимого кишечника определяли сырой и сухой вес пробы, в дальнейшем разделяли пробу на твёрдую фракцию известковых фрагментов (кораллиновых водорослей, раковин моллюсков и т. д.) и мягкую фракцию (водоросли и мягкие фрагменты животных). После определения сухого веса каждой фракции, проводили первичное

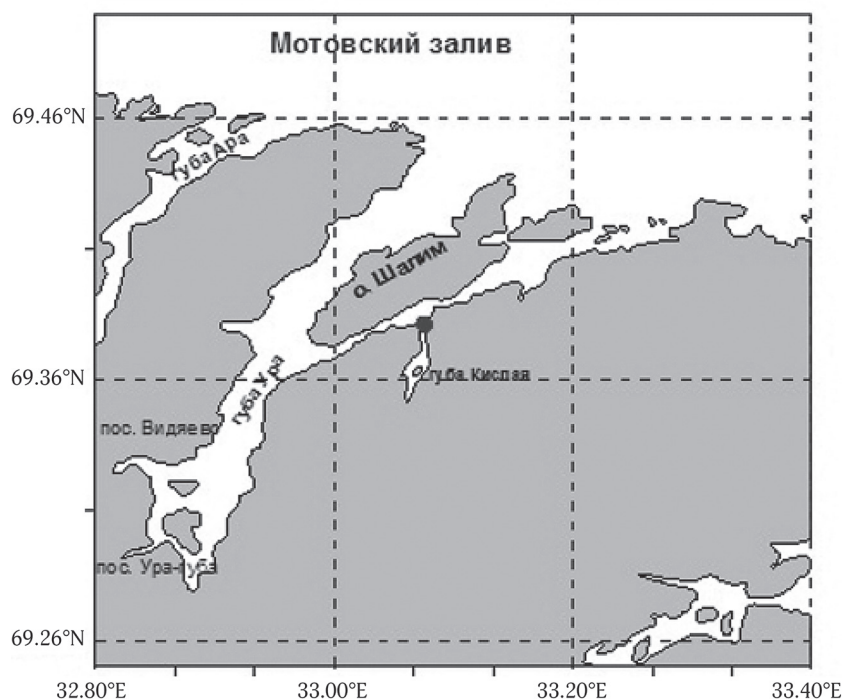


Рис. 1. Карта-схема района работ в губе Ура

определение групп водорослей, составляющих качественный состав проб, а также фрагментов животных. Для взвешивания сухих проб использовали весы с погрешностью 0,1 мг. Дальнейшее определение водорослей проводили при помощи светового микроскопа.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На полигоне в восточном рукаве губы Ура на глубинах 0–15 м морские ежи образуют поселения на скальном и каменистом грунтах. Причём *S. droebachiensis* образует поселения в прибрежной мелководной части полигона, а *S. pallidus* отмечается в более глубоководной его части. Растительность на глубине 1–5 м была представлена: *Desmarestia aculeata* (10%), *Saccharina latissima* (10%), *Chorda filum* (80%). На глубине 0–1 м расположены почти сплошные заросли *S. latissima* с единичными растениями *Alaria esculenta*. Отдельными экземплярами встречены *Chordaria flagelliformis*, *Fucus serratus*. На глубине 10 м и глубже отмечаются поселения кораллиновых водорослей *Lithothamnion topiforme*, используемые как субстрат другими водорослями (*Desmarestia viridis*, *Polysiphonia stricta*).

***Strongylocentrotus pallidus*.** Диаметр панциря исследуемых особей морских ежей варьировал от 50,2 до 76,7 мм. Масса тела колебалась в пределах 47,1–174,3 г. Гонадный индекс изменялся от минимального среднего 4,5% в октябре до максимального среднего 13,5% в июне. Кишечный индекс минимально составлял 2,4% в мае и максимально 5,1% в июне.

Соотношение твёрдой и мягкой фракций в кишечниках изменялось в течение периода наблюдений (рис. 2).

Минимальная доля твёрдой фракции (17,4%) была отмечена в июне, а максимальная (48,5%) — в марте. Наибольший объём мягкой фракции наблюдали в октябре — 58,3%, а минимальный — 29,7% в июне. При этом соотношение между этими фракциями было обратным. В твёрдой фракции соотношение между потреблением кораллиновых водорослей и фрагментов раковин моллюсков также было обратным (рис. 3).

Причём для данного вида характерно преобладание в пище животных известковых остатков. Максимальное значение (91,7% от веса твёрдой фракции) отмечено в апреле, когда доля кораллиновых водорослей была

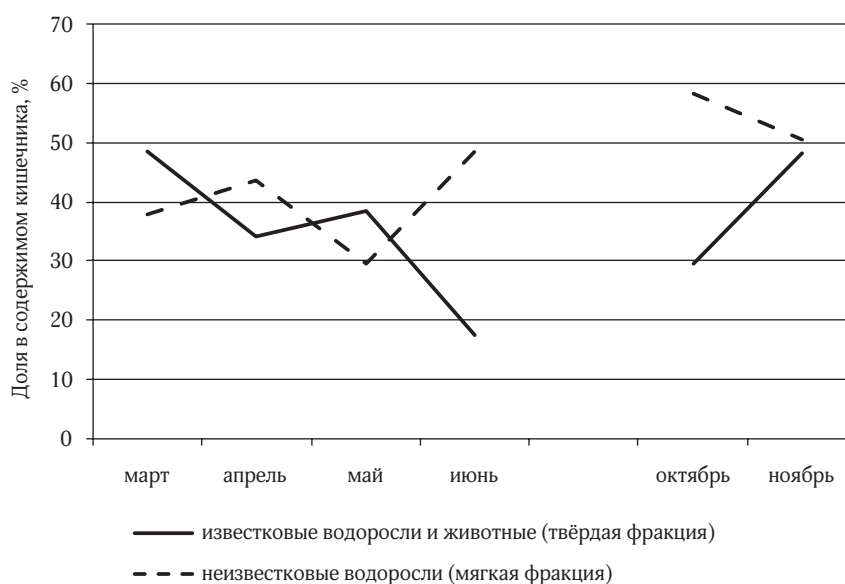


Рис. 2. Соотношение твёрдой и мягкой фракций в кишечниках морских ежей *S. pallidus*

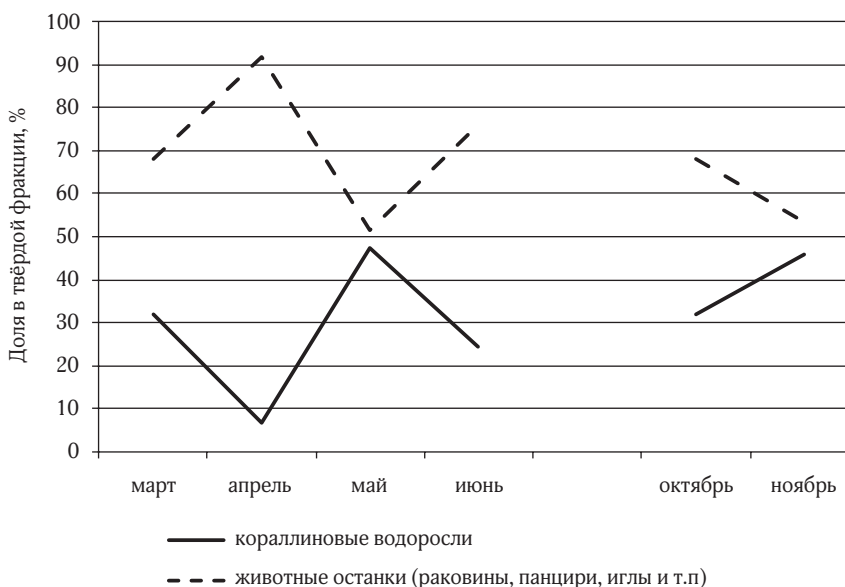


Рис. 3. Соотношение фрагментов кораллиновых водорослей и животных известковых фрагментов в твёрдой фракции пищи в кишечниках морских ежей *S. pallidus*

минимальна и составляла всего 6,6%. Такое соотношение объясняется глубиной распределения этого вида морских ежей, где скапливается большое количество обломков раковин различных видов моллюсков, фрагменты мёртвых морских ежей и других животных. По данным водолазов, именно на таких тафоценозах часто встречаются особи *S. pallidus*. Среди идентифицированных останков животных были встречены *Mytilus sp.*, *Modiolus sp.*,

Anomia sp., *Tonicella pallida*, *Tectura virginea*, *Testudinalia tesulata*, *Balanus sp.*, мшанки, панцири и иглы *S. droebachiensis*. Некоторые моллюски и фрагменты были значительных размеров (рис. 4).

Мягкая фракция пищи содержала в разные периоды представителей 38 родов водорослей (табл. 1) и различные мягкие фрагменты животных — части мышц, хитин, гидроидов, бирус моллюсков, мелких ракообразных и др.

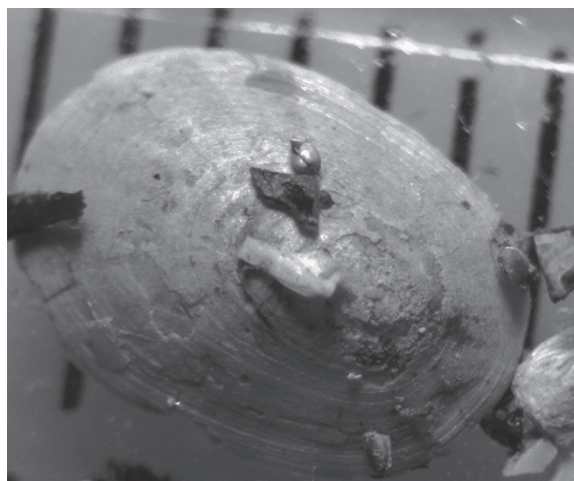


Рис. 4. *Tectura virginea* из кишечника морского ежа (длина более 6 мм)

Наиболее часто в мягкой фракции содержимого кишечника встречены: *Desmarestia aculeata* (у 87,3% особей), ламинариевые водоросли (66,7%), *Ptilota* spp. (54%), *Polysiphonia* sp. (47,6%), *Chaetopterus plumosa* (47,6%), *Stylonema alsidii* (42,9%), *Phycodrys rubens* (20,6%), *Acrosiphonia* sp. (15,9%). Животные в мягкой фракции были встречены у 73% исследованных экземпляров.

В пищевом спектре *S. pallidus* (рис. 5) заметно доминируют известковые фрагменты (39,9%), десмарестия (20,6%) и сахарина (7,8%). Доля других видов водорослей менее значительна.

Таблица 1. Видовой состав водорослей, встреченных в кишечниках морских ежей

Отдел	Род	Виды	<i>S. droebachiensis</i>	<i>S. pallidus</i>	
1	<i>Saccharina</i>	<i>S. latissima</i> (L.) Lane, Mayes, Druehl et Saunders	+	+	
2	<i>Laminaria</i>	<i>L. hyperborea</i> (Gun.) Fosl., <i>L. digitata</i> (Huds.) Lam.	+	+	
3	<i>Desmarestia</i>	<i>D. aculeata</i> (L.) Lam.	+	+	
4	<i>Chaetopterus</i>	<i>C. plumosa</i> (Lyngb.) K tz.	+	+	
5	бурые	<i>Sphacelaria</i> sp., <i>S. olivacea</i> Pringsh., <i>S. arctica</i> Harvey	+	+	
6		<i>Elachista</i>	<i>E. fucicola</i> (Velley) Aresch.	+	+
7		<i>Dictyosiphon</i>	<i>D. chordaria</i> Aresch.	+	+
8	<i>Ectocarpus</i>	<i>Ectocarpus</i> sp., <i>E. confervoides</i> Le Jolie	+	+	
9	<i>Pylaiella</i>	<i>P. littoralis</i> (L.) Kjellm., <i>P. varia</i> Kjellm.	+	—	
10	<i>Feldmannia</i>	<i>F. kjellmanii</i> Kylin	+	—	
11	<i>Chordaria</i>	<i>C. flagelliformis</i> (M ll.) Ag.	—	+	
12	<i>Euthora</i>	<i>E. cristata</i> (L.) J. Ag.	+	+	
13	<i>Ceramium</i>	<i>Ceramium</i> sp.	+	—	
14	<i>Polysiphonia</i>	<i>P. urceolata</i> (Lightf.) Grev.	+	+	
15	<i>Vertebrata</i>	<i>V. lanosa</i> (L.) Christensen	+	+	
16	<i>Scagelia</i>	<i>S. pylaisaei</i> (Mont.) Wynne, <i>S. americana</i> (Harv.) Athanasiadis	+	+	
17	красные	<i>Antithamnionella</i>	<i>A. floccosa</i> (Mull.) Whitt.	+	—
18		<i>Callophyllis</i>	<i>Callophyllis</i> sp.	+	—
19		<i>Phycodrys</i>	<i>P. rubens</i> (L.) Batt.	+	+
20	<i>Ptilota</i>	<i>P. serrata</i> K tz., <i>P. gunneri</i> Silva, Maggs et Irvine	+	+	
21	<i>Stylonema</i>	<i>S. alsidii</i> (Zanard.) Drew	+	+	
22	<i>Rhodochorton</i>	<i>R. purpureum</i> (Lightf.) Rosenv.	+	—	
23	<i>Lithothamnion</i>	<i>Lithothamnion</i> spp.	+	+	

Отдел	Род	Виды	<i>S. droebachiensis</i>	<i>S. pallidus</i>		
24	красные	<i>Phymatolithon</i>	<i>P. lenormandii</i> (Aresch.) Adey	—	+	
25		<i>Titanoderma</i>	<i>Titanoderma</i> sp.	—	+	
26		<i>Cladophora</i>	<i>C. rupestris</i> (L.) K tz.	+	+	
27		<i>Enteromorpha</i>	<i>Enteromorpha</i> sp.	+	+	
28		<i>Blidingia</i>	<i>Blidingia</i> sp.	—	+	
29		<i>Ulothrix</i>	<i>Ulothrix</i> sp.	+	—	
30	зелёные	<i>Derbesia</i>	<i>D. marina</i> (Lyngb.) Solier	+	+	
31		<i>Rhizoclonium</i>	<i>Rhizoclonium</i> sp.	+	+	
32		<i>Acrosiphonia</i>	<i>Acrosiphonia</i> sp.	+	+	
33		<i>Chaetomorpha</i>	<i>Chaetomorpha</i> sp.	—	+	
34		<i>Ulvaria</i>	<i>U. obscura</i> (K tz.) Gairal	—	+	
35		<i>Ulva</i>	<i>U. lactuca</i> L.	+	+	
36		<i>Monostroma</i>	<i>M. grevillei</i> (Thur.) Wittr.	+	+	
37		<i>Codium</i>	<i>C. fragile</i> (Sur.) Hariot	+	+	
38		диатомовые	<i>Navicula</i>	<i>N. grevilleana</i> Hendey	+	+
Всего			32	31		

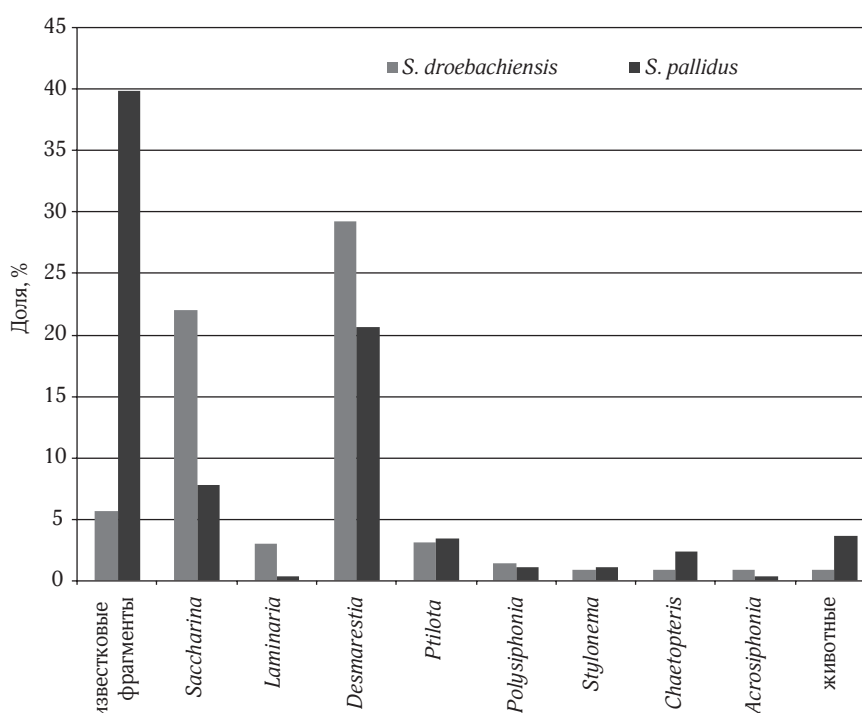


Рис. 5. Пищевой спектр морских ежей, собранных в восточной части губы Ура

Strongylocentrotus droebachiensis. Были исследованы морские ежи размером от 48,6 до 81,4 мм. Масса тела минимально составляла

37,9 г и максимально 164,7 г. Средний гонадный индекс изменялся от минимального 6,5% в апреле до максимального 14,3% в ноябре.

Средний кишечный индекс минимально насчитывал 4,6% в апреле и максимально 6,7% в мае.

Соотношение твёрдой и мягкой фракций в кишечниках изменялось в течение периода наблюдений (рис. 6). Твёрдая известковая фракция содержимого кишечника составляла

5,6% (максимально 8,3% в апреле и минимально 2,4% в марте). Большую часть пищи составляла мягкая фракция — от 55,6% в апреле до 80,2% в марте.

В твёрдой фракции доминировали известковые фрагменты животных (рис. 7), составляя минимально 32,2% в марте и максимально

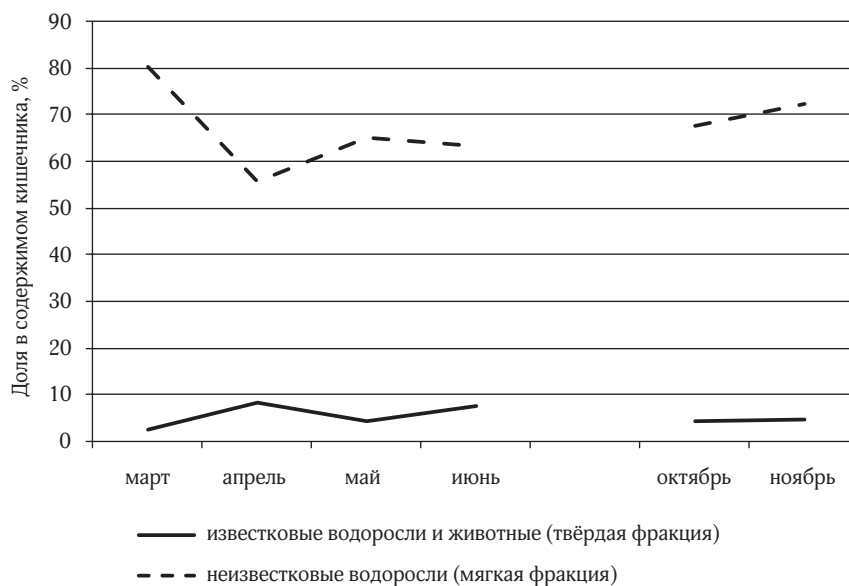


Рис. 6. Соотношение твёрдой и мягкой фракций в кишечниках морских ежей *S. droebachiensis* в губе Ура

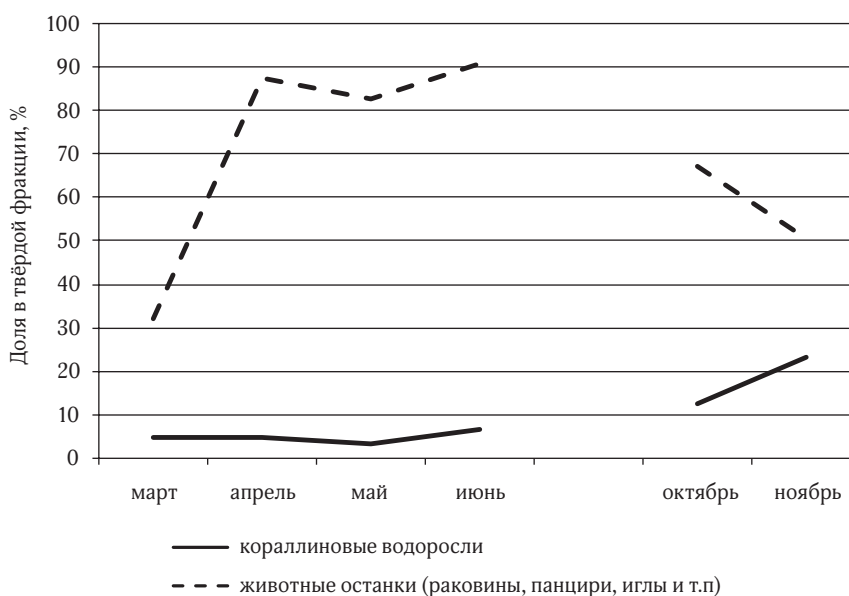


Рис. 7. Соотношение фрагментов кораллиновых водорослей и животных известковых фрагментов в твёрдой фракции пищи в кишечниках морских ежей *S. droebachiensis* в губе Ура

90,9% в июне. При этом доля фрагментов кораллиновых водорослей была невелика — от 3,5% в мае до 23,5% в ноябре.

В целом в кишечниках кораллиновые водоросли встречались почти в 2 раза реже, чем животные фрагменты твёрдой фракции (рис. 8).

Ламинариевые водоросли были отмечены в кишечниках 90% исследованных особей этого вида. Их доля в среднем составляла 25% (рис. 5). Также часто в мягкой фракции содержимого кишечника были встречены: *Desmarestia aculeata* (у 84,3% особей), *Ptilota* spp. (57,4%), *Polysiphonia* sp. (46,3%), *Chaetopterus plumosa* (28,7%), *Stylonema alsidii* (41,7%), *Phycodrys rubens* (31,5%), *Acrosiphonia* sp. (29,6%), *Navicula grevilleana* (12%). Животные в мягкой фракции были встречены у 50,9% исследованных экземпляров.

В пищевом спектре у этого вида (рис. 5) заметно доминируют десмарестия (29,3%) и сахарина (22%). Доля других видов водорослей менее значительна.

Фракция твёрдых фрагментов (кораллиновых водорослей и раковин моллюсков), вероятнее всего, используется морскими ежами как источник кальция для построения панциря, поскольку переваривается в кишечнике до пылеобразного состояния и отмечается у всех морских ежей при явной доступности других видов пищи. Постоянное присутствие кораллиновых водорослей в питании дальне-

восточных морских ежей *S. intermedius* было отмечено ранее [Евсеева, 2003]. Основное отличие в питании баренцевоморских видов рода *Strongylocentrotus* от питания дальневосточного *S. intermedius* заключается в снижении доли кораллиновых водорослей и увеличении доли фрагментов раковин моллюсков. Вероятно, это связано с тем, что в прибрежье Мурмана доминируют корковые кораллиновые водоросли, а кустистые кораллиновые водоросли, чаще употребляемые в пищу *S. intermedius*, встречаются крайне редко. Те фрагменты кораллиновых водорослей, которые были обнаружены в кишечниках, чаще всего являлись концептакулами или выростами слоевища. На песчаных грунтах мурманского побережья наблюдаются довольно обширные тафоценозы, что, вероятно, используется морскими ежами для пополнения источника кальция. При этом доля твёрдых известковых фрагментов в кишечниках *S. pallidus* значительно превышает таковую у *S. droebachiensis*, и соотношение в ней фрагментов водорослей и животных практически одинаково (рис. 8).

В твёрдой фракции пищи у обоих видов часто встречались иглы и куски панциря морских ежей. Причём у *S. pallidus* идентифицировались в кишечнике иглы *S. droebachiensis* [Бажин, Степанов, 2012], однако определить, были ли съеденные животные живыми или уже умершими, не представлялось возможным. А вот у *S. droebachiensis* в кишечниках иглы были потёртые, и определить по ним видо-

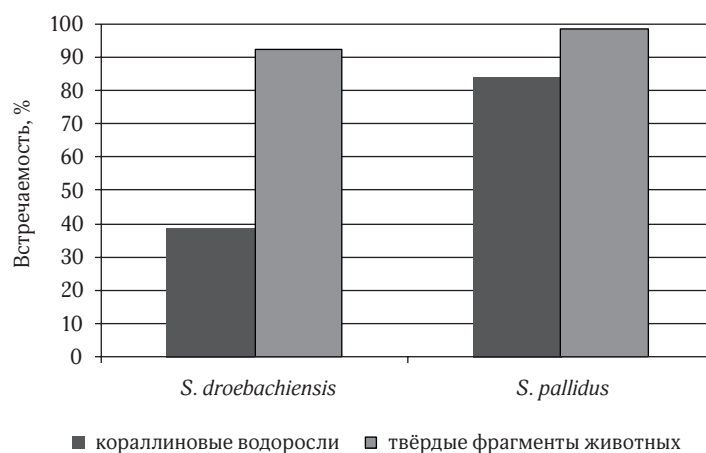


Рис. 8. Соотношение кораллиновых водорослей и известковых животных фрагментов в кишечниках морских ежей в губе Ура

вую принадлежность невозможно, что говорит о том, что иглы принадлежали уже погибшему животному.

Доминирующие в рационе *S. pallidus* и *S. droebachiensis* ламинариевые водоросли были представлены двумя родами — сахарина и ламинария. Хотя сахарина доминировала как по встречаемости, так и по массовой доле.

В целом в пищевом спектре обоих видов доминировали: сахарина, десмарестия и известковые фрагменты водорослей и животных.

При сравнении видового состава на участке сбора морских ежей и в пищеварительном тракте отмечено, что в кишечниках морских ежей встречены растения, обитающие как на глубине сбора, так и на более глубоких участках. В частности, кораллиновые водоросли произрастают на глубине свыше 10 м. Часть растений на участке сбора не встречена, что косвенно может свидетельствовать в пользу достаточно протяжённых вертикальных миграций морских ежей. Также в кишечниках были обнаружены виды, ранее во флоре российского побережья Мурмана не отмеченные (например, *Codium fragile*).

Особенности способа питания (пастьбы) и неразборчивость в потреблении приводят к тому, что в кишечниках часто встречаются парадоксальные предметы. Например, часть капроновой нити (рис. 9), фрагменты наземных растений, погибшие наземные насекомые. Довольно часто у *S. droebachiensis* (редко у *S. pallidus*) в кишечниках встречались не только водные или полуводные мхи типа *Mnium* sp., но и настоящие зелёные мхи, растущие в тундре и на прибрежных скалах. Вероятнее всего, они попали в воду вместе с обломками скал и грунта и активно поедались ежами.

К сожалению, собранный материал не полностью отражает сезонную динамику питания, поскольку в позднелетние и зимние месяцы не было возможности сбора материала. В связи с этим динамика потребления доминирующих и часто встречающихся групп рассмотрена на основании имеющихся данных.

В весенне-летний период в пищевом рационе *S. droebachiensis* доминируют ламинариевые водоросли, которые в осенний период уступают десмарестии (рис. 10). Такое же значительное потребление десмарестии в осенний пери-

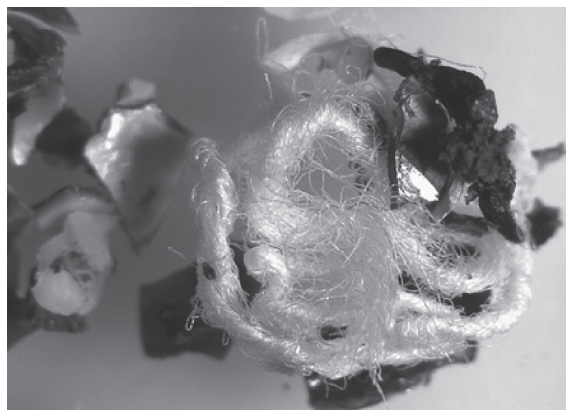


Рис. 9. Капроновая нить из кишечника *S. pallidus*

од характерно и для *S. pallidus* (рис. 11). При этом у *S. pallidus* в течение года рацион более разнообразный.

В целом по сезонам у обоих видов отмечено значительное преобладание в пищевом спектре бурых водорослей, которые, вероятнее всего, и составляют основу рациона морских ежей на участке исследования Баренцева моря. Это отличает питание баренцевоморских морских ежей от дальневосточного *S. intermedius*, для которого характерно примерно равное соотношение бурых и красных водорослей по встречаемости в пищевом рационе, а в холодное время года красные водоросли заметно доминируют [Евсева, 2002].

По натурным наблюдениям, максимальные скопления морских ежей отмечены в тех местах, где, благодаря особенностям рельефа, имеются различные расщелины, каньоны и понижения грунта и где течения накапливают различные растительные остатки. Чаще всего эти гниющие скопления представлены фрагментами слоевищ бурых водорослей, так называемая «битая капуста». Очевидно, морских ежей привлекают выделяемые в воду продукты распада ламинариевых водорослей.

Несмотря на приоритет ламинариевых водорослей в питании морских ежей *S. droebachiensis* и *S. pallidus* в весенне-раннелетний период, особого урона численности морских водорослей они нанести не в состоянии. Морские ежи предпочитают оторванные фрагменты и молодые проростки ламинариевых водорослей [Крупнова, Павлючков, 2000; Евсева, 2002, 2003]. Недавними исследованиями было показано, что совместное сущест-

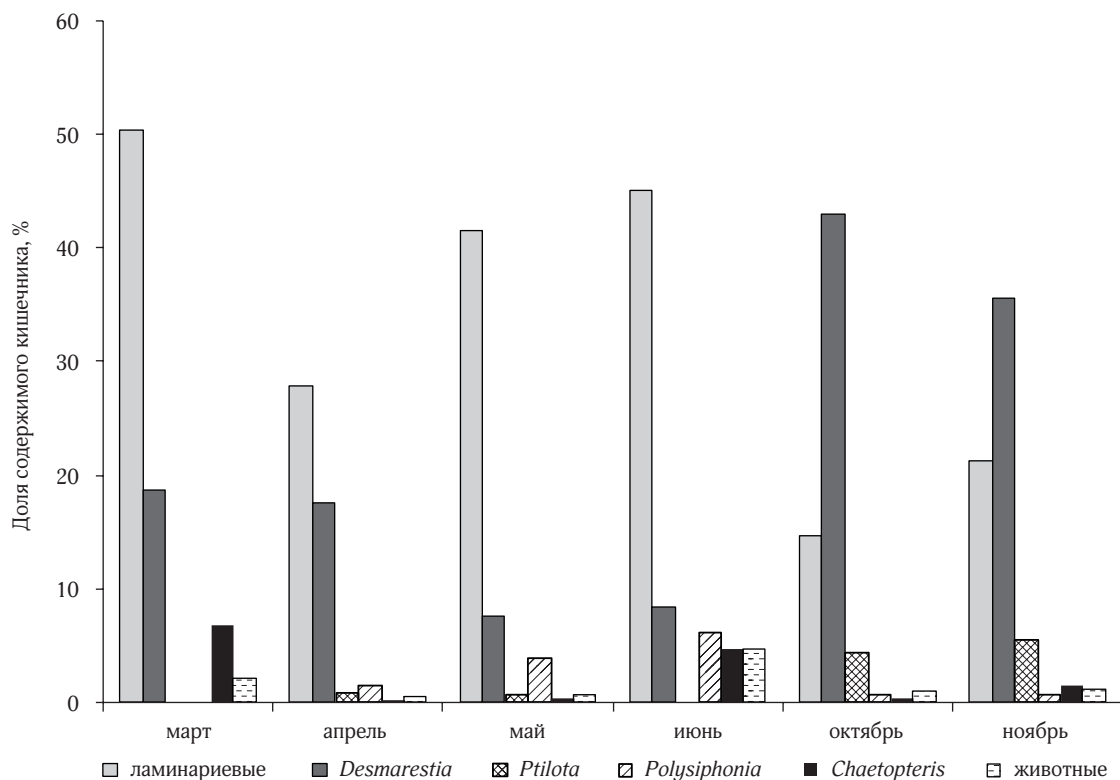


Рис. 10. Сезонная динамика соотношения доминирующих видов в питании *S. droebachiensis* в губе Ура

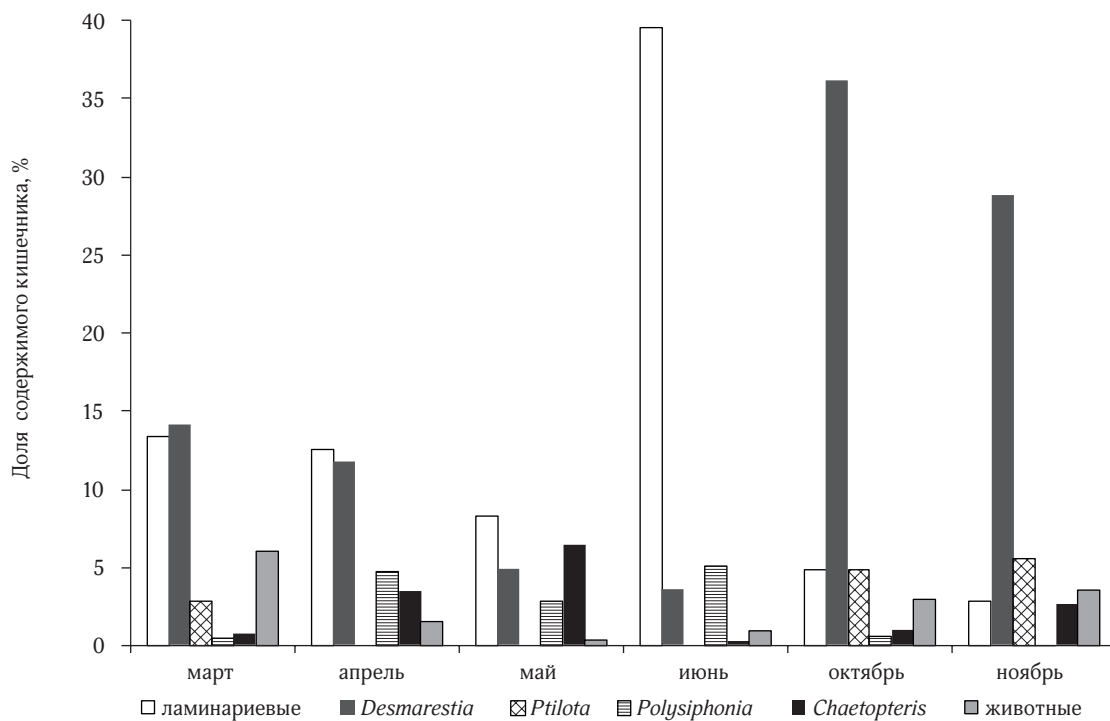


Рис. 11. Сезонная динамика соотношения доминирующих видов в питании *S. pallidus* в губе Ура

вание *Saccharina japonica* и морского ежа *S. intermedius* в одном биоценозе обеспечивается различными реакциями организмов, происходящими на трофическом и репродуктивном уровнях. В работе В.В. Агарковой [2007] подтверждено, что *S. japonica* первого года жизни содержит вещества, ингибирующие фермент пищеварительного тракта морского ежа. В связи с этим первогодняя сахарина не поедается ежом. Наоборот, вещества экстрактов из сахарины второго года жизни и разрушенной при хранении на берегу водоросли активируют пищеварительный фермент морского ежа. Так же эти вещества действуют и на репродукцию *S. intermedius*. Вещества из водоросли первого года жизни являются наиболее токсичными для половых продуктов морского ежа, в процессе старения и разрушения водоросли вещества, ингибирующие оплодотворение, исчезают. Было установлено, что выделенный из *S. japonica* ингибитор пищеварительного фермента морского ежа является 1,3;1,6-β-D-глюкоолигосахаридом, связанным с полифенольной составляющей [Агаркова, 2007].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведённые исследования позволили получить сведения о составе пищи морских ежей *S. droebachiensis* и *S. pallidus* в восточной части губы Ура. В кишечниках были отмечены представители 38 родов водорослей, часть из которых не обитает на участке сбора. Потребление кораллиновых водорослей, по-видимому, является характерным признаком питания морских ежей рода *Strongylocentrotus*. Но, в отличие от дальневосточного *S. intermedius*, баренцевоморские ежи дополняют рацион известковыми фрагментами животных, ввиду низкого видового разнообразия известковых водорослей. В связи с тем, что видовой состав водорослей в составе пищи морских ежей отличался от видового состава фитоценозов участка сбора, подтверждается вывод о вертикальных миграциях морских ежей.

Благодарности

Автор выражает благодарность сотрудникам ПИНРО: А.В. Шацкому (теперь — ГосНИОРХ) за помощь в сборе материала

и проведение водолазного обследования участка работы, П.А. Любину и И.Е. Манушину за помощь в определении фрагментов моллюсков.

ЛИТЕРАТУРА

- Агаркова В.В. 2007. Биохимические основы биотических взаимоотношений серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* и бурой водоросли *Laminaria japonica*. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Владивосток. 20 с.
- Анисимова Н.А. 1998. Питание морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* // Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. С. 421–424.
- Бажин А.Г., Степанов В.Г. 2012. Морские ежи семейства *Strongylocentrotidae* морей России. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. 196 с.
- Джус В.Е., Зензеров В.С. 1984. Особенности биологии и размножения морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* в Баренцевом море // Бентос Баренцева моря. Распределение, экология и структура популяций. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. С. 124–130.
- Евсева Н.В. 2002. Особенности питания морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* Agassiz // Прибрежное рыболовство-XXI век: Материалы междунар. научно-практич. конф. Труды СахНИРО. Т. 3. Ч. 1. Южно-Сахалинск: Изд-во СахНИРО. С. 59–65.
- Евсева Н.В. 2003. Особенности питания морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* Agassiz в зал. Спокойный острова Кунашир (Южные Курильские острова) // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях. Труды СахНИРО. Т. 5. Южно-Сахалинск: Изд-во СахНИРО. С. 200–207.
- Калинина М.В., Гусарова И.С., Гаврилова Г.С., Викторская Г.И. 2000. Влияние экологических факторов на размножение морских ежей в различных биотопах залива Петра Великого // Известия ТИНРО-Центра. Т. 127. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центра. С. 490–511.
- Кафанов А.И., Павлючков В.А. 2001. Экология промысловых морских ежей рода *Strongylocentrotus* материкового япономорского побережья России // Известия ТИНРО-Центра. Т. 128. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центра. С. 349–373.
- Крупнова Т.Н., Павлючков В.А. 2000. Питание серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*) в северо-западной части Японского моря // Изве-

- стия ТИНРО-Центра. Т. 127. Владивосток: Изд-во ТИНРО-Центра. С. 372–381.
- Кузнецов В.В. 1946. Питание и рост растениеядных морских беспозвоночных Восточного Мурмана // Изв. АН СССР, сер. Биологическая. № 4. С. 431–452.
- Справочник по химическому составу и технологическим свойствам водорослей, беспозвоночных и морских млекопитающих. 1999. М.: Изд-во ВНИРО. 262 с.
- Холодов В.И. 1978 а. Питание морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* (O.F. Müller) многоклеточными водорослями // Биология моря. Киев: Наукова думка. Вып. 44. С. 74–86.
- Холодов В.И. 1978 б. Энергетический баланс морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* (O.F. Müller), использующего разные формы пищи // Биология моря. Киев: Наукова думка. Вып. 44. С. 86–105.
- Холодов В.И. 1981. Трансформация органического вещества морскими ежами (Regularia). Киев: Наукова думка. 160 с.
- Холодов В.И., Нгуен Так Ан, Рябушко В.И. 1983. Некоторые особенности трофодинамики и метаболизма неполовозрелого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* // Биология моря. № 3. С. 58–65.
- Agatsuma Y., Matsuyama K., Nakata A. 1996. Seasonal changes in feeding activity of the Sea Urchin *Strongylocentrotus nudus* in Ochoro Bay // South-Western Hokkaido, Nippon jursan takkaishi. V. 62 (4). P. 592–597.
- Fuji A., Kawamura K. 1970. Studies on the biology of the sea urchin. VI. Habitat structure and regional distribution of *Strongylocentrotus intermedius* on a rocky shore of southern Hokkaido // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. V. 36. № 8. P. 755–762.
- урчins fam. *Strongylocentrotidae* of seas of Russia]. Petropavlovsk-Kamchatskij. 196 s.
- Dzhus V.E., Zenzerov V.S. 1984. Osobennosti biologii i razmnozheniya morskogo ezha *Strongylocentrotus droebachiensis* v Barentsevom more [The peculiarities of biology and reproduction of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* in the Barents sea] // Bentos Barentseva morya. Raspredeleniye, ekologiya i struktura populyatsij. Apatity. S. 124–130.
- Evseeva N.V. 2002. Osobennosti pitaniya morskikh ezhej *Strongylocentrotus intermedius* Agassiz [Diet peculiarities of the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* Agassiz] // Pribrezhnoe rybolovstvo-XXI vek: Materialy mezhdunar. nauchno-praktich. konf. Trudy SakhNIRO. T. 3. Ch. 1. Yuzhno-Sakhalinsk. S. 59–65.
- Evseeva N.V. 2003. Osobennosti pitaniya morskikh ezhej *Strongylocentrotus intermedius* Agassiz v zal. Spokojnyj ostrova Kunashyr (Yuzhnye Kurilskie ostrova) [Peculiarities of the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* Agassiz feeding in the Spokoyniy Bay, Kunashir Island (Southern Kuril Islands)] // Biologiya, sostoyaniye zapasov i usloviya obitaniya gidrobiontov v Sakhalino-Kurilskom regione i sopredelnykh akvatoriyakh. Trudy SakhNIRO. T. 5. Yuzhno-Sakhalinsk. S. 200–207.
- Kalinina M.V., Gusarova I.S., Gavrilova G.S., Viktorovskaya G.I. 2000. Vliyanie ekologicheskikh faktorov na razmnozhenie morskikh ezhej v razlichnykh biotopakh zaliva Petra Velikogo [The features of sea urchins reproduction at different biotopes of Peter the Great Bay] // Izvestiya TINRO-Tsentra. T. 127. Vladivostok. S. 490–511.
- Kafanov A.I., Pavlyuchkov V.A. 2001. Ekologiya promyslovykh morskikh ezhej roda *Strongylocentrotus* materikovogo yaponomorskogo poberezhya Rossii [Ecology of the commercial sea urchins (genus *Strongylocentrotus*) off continental Japan Sea] // Izvestiya TINRO-Tsentra. T. 128. Vladivostok. S. 349–373.
- Kholodov V.I. 1978 а. Pitanie morskogo ezha *Strongylocentrotus droebachiensis* (O.F. Müller) mnogokletochnymi vodoroslyami [Feeding of the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* (O.F. Müller) by multicellular algae] // Biologiya morya. Kiev. № 44. S. 74–86.
- Kholodov V.I. 1978 б. Energeticheskij balans morskogo ezha *Strongylocentrotus droebachiensis* (O.F. Müller), ispolzuyushchego raznye formy pishchi [Energy balance of *Strongylocentrotus droebachiensis* (O.F. Müller), utilizing different forms of food] // Biologiya morya. Kiev. № 44. S. 86–105.
- Kholodov V.I. 1981. Transformatsiya organicheskogo veshchestva morskimi ezhami (Regularia)

REFERENCES

- Agarkova V.V. 2007. Biokhimicheskiye osnovy bioticheskikh vzaimootnoshenij serogo morskogo ezha *Strongylocentrotus intermedius* i buroy vodorosli *Laminaria japonica* [Biochemical basis of biotic interrelations of grey sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* and brown algae *Laminaria japonica*]. Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. Vladivostok. 20 s.
- Anisimova N.A. 1998. Pitanie morskogo ezha *Strongylocentrotus droebachiensis* // Promyslovye i perspektivnye dlya ispolzovaniya vodorosli i bespozvonochnye Barentseva i Belogo morej [Harvesting and perspective for use algae and invertebrates of the Barents and White Seas]. Apatity. S. 421–424.
- Bazhin A.G., Stepanov V.G. 2012. Morskiye ezhi semeystva *Strongylocentrotidae* morej Rossii [Sea

- [Transformation of organic matter by sea urchins]. Kiev. 160 p.
- Kholodov V.I., Nguen Tak An, Ryabushko V.I. 1983. Nekotorye osobennosti trofodinamiki i metabolizma nepolovozrelogo morskogo ezha *Strongylocentrotus intermedius* [Some features of trophodynamics and metabolism in sexually immature sea urchin *Strongylocentrotus intermedius*] // *Biologiya morya*. № 3. S. 58–65.
- Krupnova T.N., Pavlyuchkov V.A. 2000. Pitanie serogo morskogo ezha (*Strongylocentrotus intermedius*) v severo-zapadnoj chasti Yaponskogo morya [Nutrition of the grey urchin (*Strongylocentrotus intermedius*) in the north-western coast of the Japan Sea] // *Izvestiya TINRO-Tsentra*. T. 127. Vladivostok. S. 372–381.
- Kuznetsov V.V. 1946. Pitanie i rost rasteniyadnykh morskikh bespozvonochnykh Vostochnogo Murmana [Feeding and growth of sea invertebrates in the Eastern part of the Murman] // *Izvestiya AN SSSR, ser. biologicheskaya*. № 4. S. 431–452.
- Spravochnik po khimicheskomu sostavu i tekhnologicheskim svoystvam vodoroslej, bespozvonochnykh i morskikh mlekoopitayushchikh [Manual on chemical composition and technical characteristic of algae, invertebrates and sea mammals]. 1999. M. 262 s.

Поступила в редакцию 13.07.15 г.
Принята после рецензии 16.10.15 г.

Feeding of sea urchins (*Strongylocentrotus*) in Ura Bay in western Murman

N.V. Evseva

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI “VNIRO”, Moscow)

A characteristic feature of sea urchins feeding is a wide variety of feeding objects which depends on species composition of feeds, season and animal habitat. The purpose of work was a research of feeding of sea urchins *S. pallidus* and *S. droebachiensis* in the coastal waters of western Murman. The collection of material was performed at a depth of 0–15 m in the eastern part of the Ura inlet in 2011–2012. Conducted research allowed to obtain the information about feeds of sea urchins of the Barents Sea. There were found 38 species of algae in intestines. Coralline algae are widely used in the diet of the sea urchins of *Strongylocentrotus* genus, but as a result of low species diversity of calcareous algae the urchins of the Barents Sea actively replace them with calcareous remains of aquatic organisms (shells). The proportion of solid calcareous remains in the intestines of *S. pallidus* are higher than of *S. droebachiensis*. Brown algae (*Saccharina latissima*, *Laminaria spp.* and *Desmarestia aculeata*) dominate in the diet of sea urchins which form the basis of their ration in the research area in the Barents Sea. The ration of urchins of the Barents Sea differs from that of urchins in the Far Eastern seas (*S. intermedius*). The urchins in the Far Eastern seas prefer feeding by red and brown algae in a ratio of one to one in warm season but red algae dominate in the ration in cold season. As the species composition of algae in the ration of sea urchins is different from the species composition of phytocenoses in the research area it confirms the conclusion of vertical migrations of sea urchins.

Key words: the Barents Sea, sea urchin *Strongylocentrotus*, feeding, coralline algae, food ration.