

Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии
(СахНИРО)



ПРИБРЕЖНОЕ РЫБОЛОВСТВО – XXI ВЕК

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

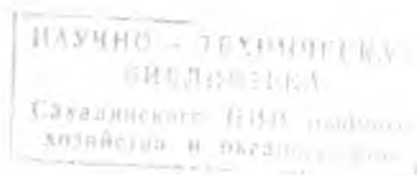
19-21 сентября 2001 г.

Труды СахНИРО
Том 3

Часть 1



Южно-Сахалинск
Сахалинское книжное издательство
2002



ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ МОРСКИХ ЕЖЕЙ *STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS* (AGASSIZ)

Евсеева Н. В.,

Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, г. Южно-Сахалинск

Целью проведенных исследований являлось изучение питания морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* на различных участках Южных Курил и зал. Анива для выяснения особенностей питания и связи между составом пищи и биологическим состоянием ежей (прежде всего с цветом гонад, как показателем промысловой значимости морских ежей). Наиболее часто в питании морских ежей отмечали красные водоросли, которые вегетируют в течение всего года, поэтому их потребление довольно высоко как весной, так и осенью. На втором месте по встречаемости находится одонтоалия, выделенная нами в отдельную группу, и представители бурых водорослей. Известковые кораллиновые водоросли присутствуют почти в каждой пробе морских ежей независимо от категории гонад и сезона. Для морских ежей зал. Анива встречаемость кораллиновых водорослей как весной, так и осенью оставалась примерно на уровне 91% от общего количества обработанных проб. На Южных Курилах эта величина была непостоянной и варьировала от 70,7% до 100%. Таким образом, мы не можем связывать качество гонад морских ежей с питанием кораллиновыми водорослями.

Установить зависимость между какой-либо группой потребляемых водорослей и качеством гонад также не представляется возможным.

The objective of the conducted researches was to study a diet of sea urchins *Strongylocentrotus intermedius* at different sites of southern Kuril Islands and Aniva Bay to elucidate the peculiarities of diet and relation between the food composition and biological state of sea urchins (above all with a gonad color, as the index of commercial importance of sea urchins). More often, red algae, vegetating all over the year, were found in the sea urchin diet; so, their consumption is rather high both in spring and autumn. The second place by frequency is occupied by *Odonthalia*, presented by us as a separate group, and representatives of brown algae. Calcareous coralline algae occur almost in each sample of sea urchins independently of gonad category and season. For sea urchins from the Aniva Bay, a frequency of coralline algae both in spring and in autumn was approximately at the level of 91 % of the total number from processed samples. For southern Kuril Islands this estimate was not stable and varied from 70.7 % to 100 %. Thus, we can't associate a quality of sea urchin gonads with their eating the coralline algae.

It is also impossible to establish dependence between any group of consumed algae and gonad quality.

Морские ежи рода *Strongylocentrotus* относятся к наиболее широко распространенной группе промысловых беспозвоночных в северной части Тихого океана, и в частности у южных Курильских островов. В настоящее время морские ежи являются важнейшим объектом промысла и в первую очередь прибрежный – *Strongylocentrotus intermedius*.

Питание морских ежей рода *Strongylocentrotus* наиболее полно изучено для вида *Strongylocentrotus droebachiensis* северного бассейна (Анисимова, 1998; Кузнецов, 1946; Пропп, 1977; Холодов, 1978, 1981). Питание морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* изучалось в основном в лабораторных условиях (Левин и др., 1987) с целью дальнейшего применения для искусственного разведения. В 1997 г. нами были начаты работы по изучению кормового рациона и количественному соотношению различных групп растений и животных в питании морских ежей (Евсеева, 1999).

Целью проведенных исследований являлось изучение питания морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* на различных участках Южных Курил и зал. Анива для выяснения особенностей питания и связи между составом пищи и биологическим состоянием ежей (прежде всего с цветом гонад, как показателем промысловой значимости морских ежей).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом послужили результаты работ, проводимых в период 1997 - 1998 гг. Сроки сбора и объем обработанных проб представлены в таблице.

Год	Сроки работ	Район работ	количество проб
1997	15,04 - 28,04	зал. Анива	44
1997	15,05 - 16,06	о. Итуруп	44
1997	25,10 - 7,12	о. Итуруп, о. Шикотан	118
1997	16,12 - 25,12	зал. Анива	46
1998	13,03 - 1,05	о. Итуруп	109

Научно-исследовательские работы и сбор проб для изучения питания проводили при помощи водолазов на глубинах 1-25 м.

После проведения биоанализа и необходимых промеров (диаметр панциря, общая масса, масса гонад, их цвет и категория, гонадный индекс – соотношение массы гонад к общей массе, умноженное на 100%, кишечный индекс – соотношение массы кишечника к общей массе тела, умноженное на 100%) извлекали содержимое кишечника морских ежей и фиксировали в 96%-ном спирте. Для промеров отбирали морских ежей из улова безвыборочно, все пробы были собраны на различных участках. На каждом участке дополнительно проводили сбор водорослей для сравнения состава растительного сообщества и содержимого кишечника морских ежей.

Для определения категории гонад использовали следующие признаки (коммерческие показатели): А – гонады апельсинового цвета, твердой консистенции, В – гонады слегка бурого или красноватого оттенка, твердой или мягкой консистенции, С – гонады явно красно-коричневые или бурые, при биоанализе возможно выделение половых продуктов.

Количество обработанных на данном этапе проб составило 271 пробу морских ежей Южных Курил, 90 проб из западной части зал. Анива. При камеральной обработке определяли сухой вес пробы, в дальнейшем разделяли ее на фракции кораллиновых водорослей и других неизвестковых видов. После определения сухого веса каждой фракции проводили возможное определение видов или групп водорослей и морских трав, составляющих качественный состав проб. Для взвешивания сухих проб использовали весы ER-120 А с погрешностью 0,1 мг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Из всего многообразия водорослей, растущих в прибрежье Южных Курил и в зал. Анива и потенциально являющихся пищей для морских ежей, в пищевом комке удалось идентифицировать только виды родов одонтолия, птилиота, неоптилиота и ульва. Остальные водоросли не удалось определить не только до рода, но и до семейства. Поэтому все остальные растительные останки группировались по отделам (красные, бурые) и группам, как морские травы из высших растений (для их определения необходимо наличие целого растения или большей его части). Кораллиновые водоросли определялись нами как порядок. Из животных наиболее часто встречены гидроиды, различные останки или целые ракообразные, мелкие моллюски, спирорбис, а также части мышц рыб и кусочки панцирей морских ежей. Из неживых частей в кишечнике морских ежей отмечали кусочки стекла, песок. Довольно часто встреченные растительные останки находились в отмершем состоянии, что характеризует способ питания морских ежей - они охотнее поедают уже оторванные от субстрата растения, чем крупные слоевища, прикрепленные и подверженные постоянному колебанию под действием течений и штормов.

Выделение видов рода одонтолия в отдельную группу не случайно. Данные водоросли наиболее часто отмечены в кишечнике морских ежей, что свидетельствует о предпочтении их для питания. В связи с этим мы выделяем ее в отдельную группу и рассматриваем отдельно от других видов красных водорослей. Также довольно часто отмечали виды родов птилиота и неоптилиота. Из зеленых водорослей в пищевом комке мы отмечали только виды рода ульва, что может быть связано со структурой ее пластины, более плотной и жесткой, чем у других представителей зеленых водорослей.

Питание морских ежей в прибрежье Южных Курил

Скопления морских ежей в данном районе приурочены к гравийно-галечным отложениям с выходом коренных пород и наличием крупных и средних валунов. Растительность на исследуемых участках представлена в основном крупными ламинариевыми водорослями и некоторыми представителями зеленых и красных водорослей (Евсеева, 2001), а также высшими растениями (чаще всего - *Phyllospadix iwatensis* и *Zostera marina*). Наиболее часто на охотоморском прибрежье о. Итуруп отмечали: *Cymathere fibrosa*, *Alaria marginata*, *Arthrothamnus bifidus*, *Cystoseira crassipes*, *Costaria costata*, *Ulva fenestrata*, *Odonthalia ochotensis*, *O. corymbifera*, *Turnerella mertensiana*, *Palmaria stenogona*, кораллиновые водоросли. Изредка встречались *Agarum cribrosum*, *Dichloria viridis*, *Ptilota filicina*, *Tichocarpus crinitus*.

В период проведения работ распределение морских ежей имело агрегированный характер, расстояние между отдельными скоплениями составляло от 1 до 10 м. В основном скопления были приурочены к понижениям грунта, расщелинам в скалах и террасам, на границе водорослевого пояса.

В весенних пробах 1997 г. присутствовали ежи с диаметром панциря от 47 до 70 мм и массой от 42 до 124 г. Гонадный индекс в среднем насчитывал 11,3%. Кишечный индекс составлял 2,9% и варьировал от 0,6 до 7,1 %. Кораллиновые водоросли насчитывали такую же долю в пробе, как и известковосодержащие водоросли (по 33,2% от общего веса пробы). При этом кораллиновые водоросли присутствовали в 100% проб.

Наиболее часто в пробах отмечали красные водоросли (95,5%), далее следуют представители бурых (81,8%), одонтология (75%) и морские травы (70,5). Реже всего отмечали птилоту (13,6%) и ульву (27,3%).

Анализируя встречаемость разных водорослей и морских трав в весенних пробах, можно отметить, что для морских ежей с гонадами категории А характерно, более чем для других категорий, содержание в пробах морских трав (76,9%), птилоты (23,1%) и ульвы (50 %). У ежей категории В отмечен самый высокий процент содержания одонтологии (77,8%), красных водорослей (100%), а также различных беспозвоночных и мяса рыб. У морских ежей с гонадами категории С выше, чем у других, процент содержания бурых водорослей (86,4%).

В осенних пробах 1997 г. присутствовали морские ежи с диаметром панциря от 40 до 67 мм и массой от 28 до 128 г. Средний гонадный индекс составил 9,1%. Кишечный индекс варьировал от 0,4 до 4,6% и в среднем насчитывал всего 1,6%, что вдвое ниже весенних значений.

Кораллиновые водоросли отмечены только в 72% осенних проб. Доля кораллиновых водорослей снизилась и насчитывала 12,7% (варьируя от 0 до 71,2%). Остальные водоросли составляли в среднем 29,2% от общего веса пробы (минимально 2,1%, максимально 58,3%), что согласуется с весенними данными.

В осенних пробах по сравнению с весенними уменьшилась встречаемость морских трав (32,2%), одонтологии (43,2%) и животных (9,3 %). Отсутствие морских трав объясняется естественным процессом отмирания наземной части у высших растений в зимний период. Наиболее часто в пробах отмечены красные водоросли (82,2%).

При рассмотрении процентного соотношения различных групп в осеннем питании по категориям гонад нужно отметить, что, как и весной, для всех категорий характерно доминирование красных водорослей. У морских ежей с гонадами категории А, более чем у других, отмечены морские травы, бурые водоросли, одонтология. У ежей с гонадами категории В в питании преобладают красные водоросли и ульва. Для морских ежей с гонадами категории С характерно, более чем у других, высокое содержание птилоты и различных животных.

В пробах, собранных весной 1998 г., представлены морские ежи с диаметром панциря от 34 до 80 мм и массой тела от 16 до 179 г. Гонадный индекс в период сбора

материала составил в среднем 9,5%. Кишечный индекс насчитывал 2,9% и варьировал от 0,7 до 3,7%, что ближе к значениям осенних проб 1997 г. Кораллиновые водоросли присутствовали в 70,7% проб. Соотношение в пробах кораллиновых и неизвестковых водорослей составляло 6,1 и 33,7%.

Наиболее часто, как и в другие сезоны, в пробах отмечали красные водоросли (100%). Далее следует одонтолия (63,8%) и птилота (36,2%). Бурые водоросли и ульва составляли равную долю (по 29,3%) в пробах.

Рассматривая встречаемость различных групп в питании ежей разных категорий весной 1998 г., можно отметить, что красные водоросли встречаются у всех групп ежей одинаково часто (по 100%). Для ежей с гонадами категории А не наблюдается преобладание какого-либо вида или группы растений и животных. У ежей с гонадами категории В чаще, чем у других, отмечены одонтолия, птилота и животные. Для морских ежей с гонадами категории С более других встречены морские травы, бурые водоросли и ульва.

Таким образом, кораллиновые водоросли в пробах питания морских ежей Южных Курил встречаются довольно часто. Максимальное значение – 100% – было отмечено весной 1997 г., в осенних пробах и весной 1998 г. значение остается примерно на одинаковом уровне – 70,7 - 72%, по всей видимости, это и есть наиболее вероятная встречаемость. Таким образом, питание кораллиновыми водорослями не влияет на качество гонад. В более или менее значительном количестве они встречаются в каждой группе морских ежей независимо от распределения по категориям гонад.

Соотношение в пробах кораллиновых и неизвестковых водорослей довольно непостоянно. Весной 1997 г. данные группы водорослей отмечены в равных количествах - по 33,2% от общего веса содержимого кишечника. В остальные сезоны кораллиновых водорослей было заведомо меньше (рис. 1) - от 6,1 до 12,7% от веса пробы. Неизвестковые водоросли в разные сезоны составляли примерно одинаковые доли – 29,2 – 33,7% от общего веса пробы. Таким образом, соотношение кораллиновых и неизвестковых водорослей в пищевом комке является довольно индивидуальным и варьирует в разные сезоны и для разных возрастных групп.

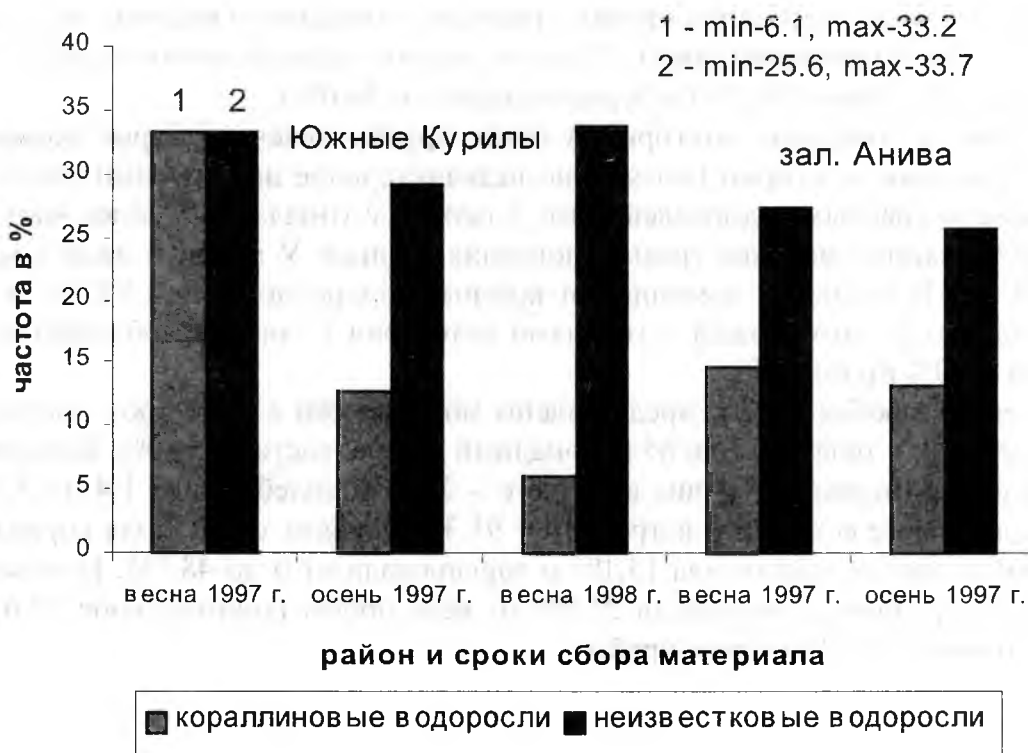


Рис. 1. Соотношение кораллиновых и неизвестковых водорослей в питании морских ежей

Анализируя встречаемость различных растений и животных в питании морских ежей Южных Курил, можно отметить, что наиболее часто среди неизвестковых водорослей отмечали представителей отдела красных водорослей (от 82,2 до 100% от общего количества проб). На втором месте по встречаемости стоят бурые водоросли (весна и осень 1997 г.) и одонтоалия (1998 г.). На третье место по встречаемости можно вынести одонтоалию (1997 г.) и пtilоту (весна 1998 г.). Также довольно часто встречены морские травы (весна, осень 1997 г.), бурые водоросли и ульва (весна 1998 г.). Таким образом, красные водоросли (включая одонтоалию) можно считать доминирующими в пищевом комке и наиболее предпочтительными для питания морских ежей.

Питание морских ежей в прибрежной зоне западной части зал. Анива

На участке от м. Крильон до скал Хирано преобладающие грунты, где были отмечены скопления морских ежей, - выходы скальных пород, образующие небольшие гряды и банки, а также крупные валуны. В период исследований в растительном поясе доминировали крупные бурые водоросли (с проективным покрытием дна до 70 %) - *Laminaria japonica*, *L. cichorioides*, *Costaria costata*, *Cystoseira crassipes*, *Alaria ochotensis*, а также красные *Odonthalia corymbifera*, *O. ochotensis*, *Ptilota filicina*, *Palmaria stenogona* и зеленые *Ulva fenestrata* и *Monostroma grevillei*, часто были встречены *Agarum cribrosum*, *Odonthalia annae*, *Tichocarpus crinitus*, *Phycodrys riggii*, кораллиновые водоросли.

В весенних пробах 1997 г. представлены морские ежи с диаметром панциря от 36 до 62 мм и массой тела от 23 до 93 г. Гонадный индекс в среднем составлял 8,8%. Кишечный индекс насчитывал в среднем 2,5% и варьировал от 0,7 до 5,3%. При этом доля кораллиновых водорослей в пробе достигала 14,5% (максимально 41,6%) от общего веса проб. Неизвестковые водоросли составляли в среднем 27,2% от общего веса проб (значение варьировало от 5,2 до 44,1%). Всего кораллиновые водоросли весной 1997 г. были встречены в 90,9% проб.

Наиболее часто в весенних пробах отмечали одонтоалию и красные водоросли (по 88,6% от общего количества проб). Далее по частоте встречаемости следуют пtilота (61,4%), морские травы (59,1%) и бурые водоросли (54,6%).

У особей с гонадами категории А более других отмечали бурые водоросли. У особей с гонадами категории В отмечено незначительное над другими преобладание встречаемости красных водорослей. Зато у особей с гонадами С более часто, чем у других, встречаются морские травы, одонтоалия и ульва. У морских ежей с гонадами категорий А и В в пробах доминируют красные водоросли (88,9 и 92,3% от общего количества проб), зато у ежей с гонадами категории С явно преобладает в пробах одонтоалия (100% проб).

В осенних пробах 1997 г. представлены морские ежи с диаметром панциря от 44 до 55 мм и массой тела от 32 до 65 г. Гонадный индекс составлял 10%. Кишечный индекс остался примерно на уровне весеннего – 2,2% и колебался от 1,4 до 3,3%. При этом кораллиновые водоросли встречены у 91,3% морских ежей. Доля кораллиновых водорослей в пробах составляла 13,1% и варьировала от 0 до 48,1%. Неизвестковые водоросли в среднем насчитывали 25,6% от веса пробы (минимальное 12,6, максимальное значение 71,1% от веса пробы).

Наиболее часто в осенних пробах отмечали различных представителей красных водорослей (91,3%). Далее следует одонтолия (78,3% проб). Остальные группы встречены в незначительных количествах.

Анализируя встречаемость различных растений и животных в осенних пробах, можно отметить, что для особей с гонадами категории А одинаково часто (по 100%) встречались одонтолия и красные водоросли, более чем у других, отмечены пtilота, ульва. Для особей с гонадами категории В чаще отмечали бурые водоросли. У морских ежей с гонадами категории С в кишечнике преобладали красные водоросли и животные.

В целом для морских ежей западной части зал. Анива можно отметить, что кораллиновые водоросли и весной, и осенью встречены примерно у 91% особей. Доли кораллиновых и известковых водорослей также были примерно равны в оба сезона. Таким образом, пищевая активность весной и осенью на этом участке осталась на одном уровне, так же как и потребление кораллиновых водорослей. В пищевом коме явно доминируют представители красных водорослей и одонтолия. Потребление же морских трав, бурых водорослей и ульвы осенью явно снижается, что связано с особенностями биологического цикла данных растений, вегетирующих в основном в весенне-летний период. В потреблении таких водорослей, как одонтолия и пtilота, также отмечено снижение в осенний период, хотя данные водоросли, по нашим наблюдениям, вегетируют круглогодично. Потребление животных к осени заметно увеличилось.

По литературным данным, более других для морских ежей предпочтительны бурые ламинариевые (Левин, 1987; Холодов, 1978; Анисимова, 1998) и зеленые водоросли (Кузнецов, 1946; Fuji, 1962). В нашем случае для обоих районов наиболее часто в кишечнике встречались красные водоросли – от 82,2 до 100% (рис. 2). На втором месте по встречаемости находится одонтолия – от 43,2 до 88,6% от общего количества проб. Также довольно часто встречали представителей бурых водорослей – 29,3 – 81,8%.

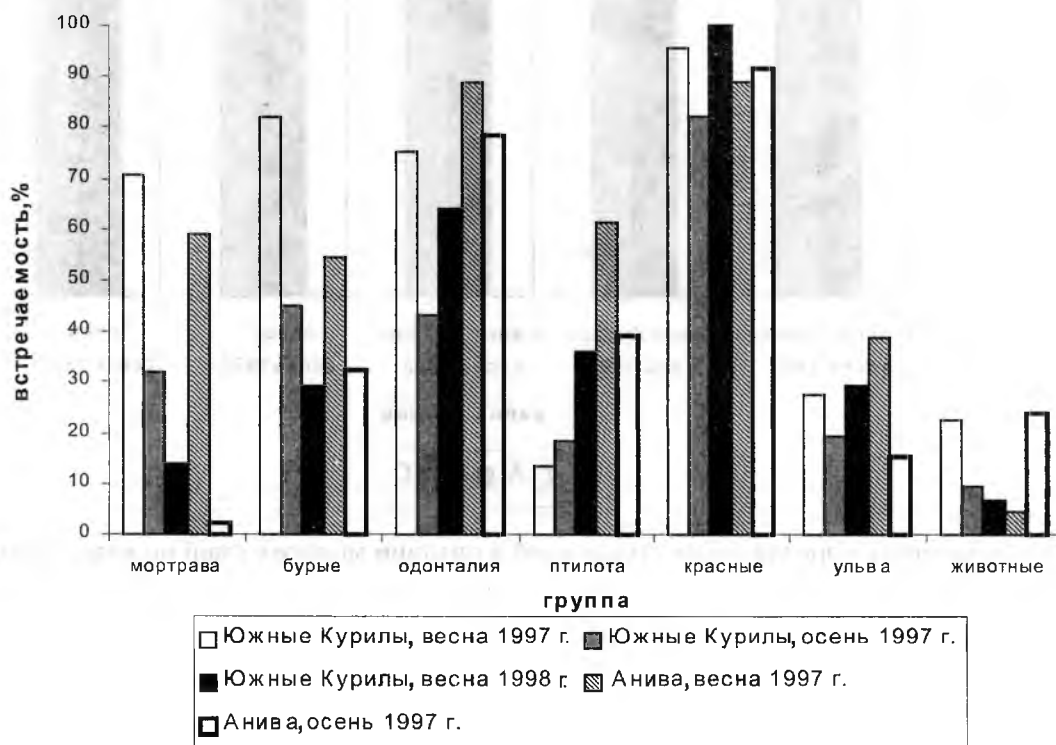


Рис. 2. Встречаемость в пробах различных групп растений и животных

Наибольшее потребление морских трав и бурых водорослей наблюдалось весной 1997 г. как на Курилах, так и в зал. Анива. Очевидно, это связано со сроками проведения работ - май - июнь, период бурного роста и морских трав, и бурых водорослей. Красные водоросли вегетируют в течение всего года, поэтому их потребление довольно высоко как весной, так и осенью. Исключение составляет пtilота. Ее встречаемость варьирует от 13,6 до 61,4%. Потребление ульвы было на уровне 15,2 – 38,6%. Причем встречаемость ульвы в весенних пробах была заметно выше, чем в осенних (и на Курилах, и в Аниве). Животные в кишечниках морских ежей встречались нечасто – от 4,6 до 23,9% от общего количества проб.

Обнаружить какую-либо связь между потребляемыми группами водорослей и качеством гонад нам не удалось. Во всех обработанных группах в каждой категории на первом месте, безусловно, были красные водоросли, второе и третье места наиболее часто занимали одонтолия и бурые водоросли. Таким образом, для различных категорий расположение видов по встречаемости было однотипным. Встречаемость кораллиновых водорослей (рис. 3) у морских ежей с гонадами различных категорий доходила до 100% и также не зависела от качества.

Установить зависимость между какой-либо группой потребляемых водорослей и качеством гонад также не представляется возможным.

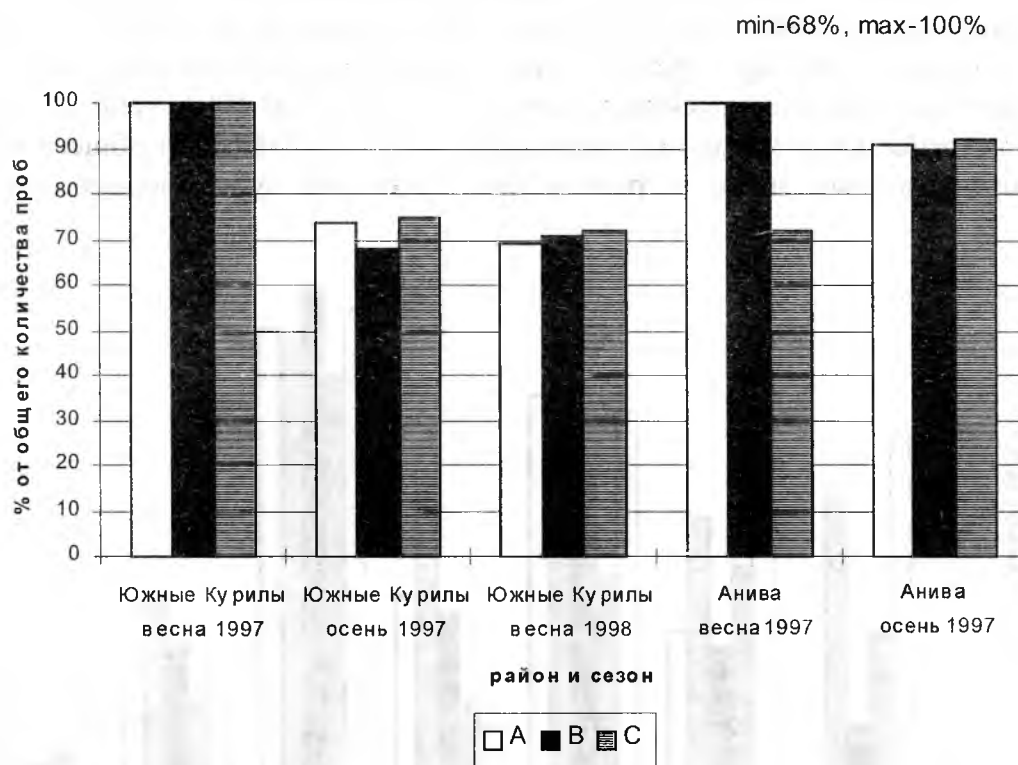


Рис. 3. Встречаемость кораллиновых водорослей в питании морских ежей по категориям гонад

ЛИТЕРАТУРА

- Анисимова Н. А.** Питание морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* // Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей. Апатиты, 1998. С. 421 – 424.
- Евсеева Н. В.** О питании морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* в прибрежье южных Курильских островов // Биомониторинг и рац. исп. морских и пресноводных гидробионтов. Тез. докл. конф. мол. ученых. Владивосток, 1999. С. 34 – 36.
- Евсеева Н. В.** Ресурсы промысловых водорослей Южных Курил // Прибрежное рыболовство - XXI век. Тез. докл. межд. научно-практич. конф. Ю-Сахалинск, 2001. С. 37 – 39.
- Кузнецов В. В.** Питание и рост растениеядных морских беспозвоночных восточного Мурмана // Изв. АН СССР. 1946. Сер. Биол. №4. С. 431 – 457.
- Левин В. С., Найденов В. П., Туркина Н. А.** Интенсивность питания морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* в экспериментальных условиях // Исследования иглокожих дальневосточных морей. Владивосток, 1987. С. 56 - 82.
- Пропи М. В.** Экология морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* Баренцева моря: метаболизм и регуляция численности // Биология моря. 1977. №1. С. 39 – 52.
- Холодов В. И.** Питание морского ежа *Strongylocentrotus droebachiensis* многоклеточными водорослями // Биология моря. 1978. Вып. 44. С. 74 – 86.
- Холодов В. И.** Трансформация органического вещества морскими ежами (*Regularia*). Киев, 1981. 160 с.
- Fuji A.** Studies on the biology of the urchin. 5. Food consumption of *Strongylocentrotus intermedius* // Jap. Jour. of Ecology. 1962. Vol. 12. No.5. P.181 - 186.

УДК 593.95

ГОНАДНЫЙ ИНДЕКС, СТЕПЕНЬ ЗРЕЛОСТИ И МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ГОНАД МОРСКОГО ЕЖА *STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS*, ОБИТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ (АМУРСКИЙ ЗАЛИВ ЯПОНСКОГО МОРЯ)¹

Ващенко¹ М.А., Жадан² П.М., Слинко² Е.Н.,

¹Институт биологии моря ДВО РАН, г. Владивосток

²Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

Представлены результаты анализа данных о состоянии гонад морских ежей *Strongylocentrotus intermedius*, собранных в августе 1984, 1985, 1989 и 1999 гг. на 5 станциях в Амурском заливе. Станции 1-3 расположены в загрязненной прибрежной зоне у г. Владивостока, станции 4 и 5 – в открытой (островной) части залива. Выявлена значительная вариабельность гонадного индекса и индекса зрелости гонад. Наиболее сильные колебания этих показателей характерны для морских ежей со станций 1-3. Корреляционный анализ многолетних данных показал отсутствие положительной корреляции между величинами гонадного индекса и индекса зрелости гонад. В целом степень зрелости гонад самцов практически во всех случаях была выше, чем у самок, и в период наблюдений с 1984 по 1999 гг. она снизилась у животных обоих полов. Анализ микроэлементного состава показал, что гонады морских ежей из «пригородной» зоны и с ближайшей от нее «островной» станции 4 содержали несколько больше Cu и в 1,5 раза больше Pb, чем гонады ежей с контрольной станции 5. В 1999 г. концентрации Cd и Pb в гонадах ежей были на порядок выше, а концентрации Cu – в 4-10 раз выше, чем в 1989 г. Донные осадки со станции 1-4 характеризовались в 2-12 раз более высокими концентрациями ТМ (Co, Cu, Ni, Zn и Pb), чем осадки со станции 5. Сделан вывод о том, что условия обитания морского ежа *S. intermedius* в «пригородной» зоне и на станции 4 в конце 90-х гг., как и в 80-е гг., были неблагоприятными для его воспроизводства. Одним из факторов, негативно влияющим на репродукцию морского ежа, видимо, является повышенное содержание ТМ в среде и в гонадах животных.

¹Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (грант № 01-04-96917).