

УДК 582.272:551.435.32

О РОЛИ ВЫБРОСОВ ЦИСТОЗИРЫ НА ПЛЯЖАХ КАК СУБСТРАТА ДЛЯ НАЗЕМНЫХ ЖИВОТНЫХ И ГИДРОБИОНТОВ СУПРАЛИТОРАЛИ

Кузьминова Н. С.^{1,2}, Волнухина М. Г.²

¹ФИЦ Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

²Творческое объединение «Гидроэкология» ГБОУ ДО Центра эколого-натуралистического творчества учащейся молодежи, Севастополь, Россия

E-mail: kunast@rambler.ru

Приведены сведения о качественном составе гидробионтов, а также насекомых, обнаруженных в теплый период года на пляже Омега (г. Севастополь). Доказано отсутствие значимой функциональной роли выбросов массового вида макрофита – черноморской цистозеры в формировании и/или питании наземного населения. Так, на водорослях в зоне супралиторали из гидробионтов наиболее многочисленными были водяные клещи, представители семейства Gammaridae, а также копепода *Amonardia normani*. В мае численность животных на выбросах была выше, а к сентябрю она сводится к единичным находкам. Очень небольшое количество насекомых на разных стадиях развития находились на фрагментах выбросов цистозеры. Связи наличия тех или иных видов с участком берега также не имеется. По-видимому, само их присутствие носит случайный характер. В сентябре численность жесткокрылых, населяющих выбросы макрофита на берегу б. Круглой, достаточно велика.

Ключевые слова: выбросы цистозеры, пляжи, супралитораль, насекомые.

ВВЕДЕНИЕ

Промысловый запас цистозеры в Чёрном море при благоприятных экологических условиях в настоящее время прогнозируется на уровне 100 тыс. т. [1]. Для сравнения, запасы цистозеры толстоногой вдоль побережья Охотского моря составляли 8500–9500 тыс. т, в том числе 7500 тыс. т. у северо-западного побережья [2].

Данный представитель бурых водорослей распространен в Азовском, в Черном море – преимущественно у берегов Турции, России, Румынии и Болгарии, а в Средиземном море видовое разнообразие цистозеры наивысшее [3, 4]. Так, имеются сведения, что в Средиземноморском бассейне количество видов рода *Cystoseira* достигает 36 из общего числа 44 известных представителей рода [5].

В Чёрном море встречается пять видов *Cystoseira*, однако в его северо-восточной части – только два – *Cystoseira crinita* Duby, 1830 и *C. barbata* (Stackhouse) C. Agardh, 1820 [3, 6, 7]. Оба вида играют основную роль в формировании донных растительных сообществ в Чёрном море, а сообщества с доминированием *C. crinita* наиболее богаты во флористическом отношении [8].

Несмотря на высокую регенеративную способность цистозеры [9], данная водоросль из-за сокращения численности, внесена в Красную книгу Крыма [10] поэтому ее прикладное использование касается исключительно выбросов. На уменьшение биомассы цистозеры в море могут влиять как штормовые явления, так

и неблагоприятные экологические условия, что приводит к ломкости растений и выносу ее в зону заплеска. Это, в свою очередь, создает дополнительное загрязнение [11].

Помимо прижизненных функций черноморских макрофитов (фотосинтез, очистка воды, убежище и место нереста для гидробионтов), водоросли являются полезным сырьём, будучи выброшенными на берег или специально добытыми. Цистозира широко используется в фармацевтической, пищевой, косметической сферах [1, 4, 12–15]. Данных о применении этой черноморской водоросли в отрасли сельского хозяйства России крайне мало [16–19].

Как известно, водоросли способствуют формированию растительно-микробных и зоорастительных взаимодействий, а также тройственных и более сложных биотических связей [20]. Безусловно, выброшенные морские травы и водоросли влияют на геохимический круговорот элементов и в наземных экосистемах. Литературные сведения о роли выбросов водной, особенно морской, растительности как субстрата питания, а также субстрата для построения жилища в отношении наземных беспозвоночных единичны.

В настоящей работе представлялось важным и интересным определить биологическую роль выбросов черноморской цистозеры в биоценозе на территории пляжа. Для этого мы поставили несколько задач: оценить роль выбросов цистозеры в зоне супралиторали как субстрата для гидробионтов, а также наземных животных.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В теплый период 2021 года в прибрежной зоне (3–5 м от уреза воды) бухты Круглая (г. Севастополь) были отобраны выбросы цистозеры (рис. 1). Водоросли были собраны в трех повторностях на трех участках прибрежной зоны данной акватории (супралитораль): 1 – берег кутовой зоны бухты Круглой, 2 – участок, прилегающий к середине бухты и 3 – вблизи открытой части акватории. В мае и июне масса отобранных ветвей макрофита составила на разных участках 29–35 грамм, в июле – 27–29 г, в августе 38–43 г, а в сентябре масса отобранных фрагментов выбросов была 25–55 г сырого веса. Мы предполагаем, что первая часть акватории характеризуется, по-видимому, пониженной соленостью, из-за наличия аварийного стока канализации, а третий участок – большей, так как это открытая часть бухты. Так, известно (устное сообщение гидрохимика ФИЦ ИнБЮМ, старшего научного сотрудника, к.г.н. Ковригиной Н. П.), что по данным 2020 года на третьем (открытая часть бухты) участке соленость составила 18,47 ‰, а в остальных бухтах г. Севастополя в этом же году соленость колебалась от 18,39 до 18,51 ‰. В то же время имеются более ранние сведения этого же гидрохимика, что осенью 2018 года соленость в бухте Круглой составила 14,82 ‰ [21].

Отобранные макрофиты *Cystoseira* сразу помещали в пакеты и доставляли в лабораторию, где все содержимое было тщательно промыто водопроводной водой. Используя сито (размер ячеек 1 мм), полученную воду отфильтровывали два раза, после чего найденные живые объекты фиксировали в пластиковой таре в слабоспиртовом растворе. Исследования проводили раз в месяц с мая по сентябрь.

Основная задача сводилась к качественному анализу присутствующих на выбросах объектах. Всех обнаруженных гидробионтов определяли с помощью микроскопа до семейства, а по-возможности, до рода (в редких случаях вида) используя Определитель фауны Черного и Азовского морей (1968, 1969, 1972) [22–24], атлас обитателей псевдолиторали [25]. Таксономическая принадлежность видов приведена в соответствии с базой WoRMS [26]. На выбросах также находили насекомых, определение которых проводили согласно Определителям насекомых Европейской части СССР (1–5 тома) [27–35].

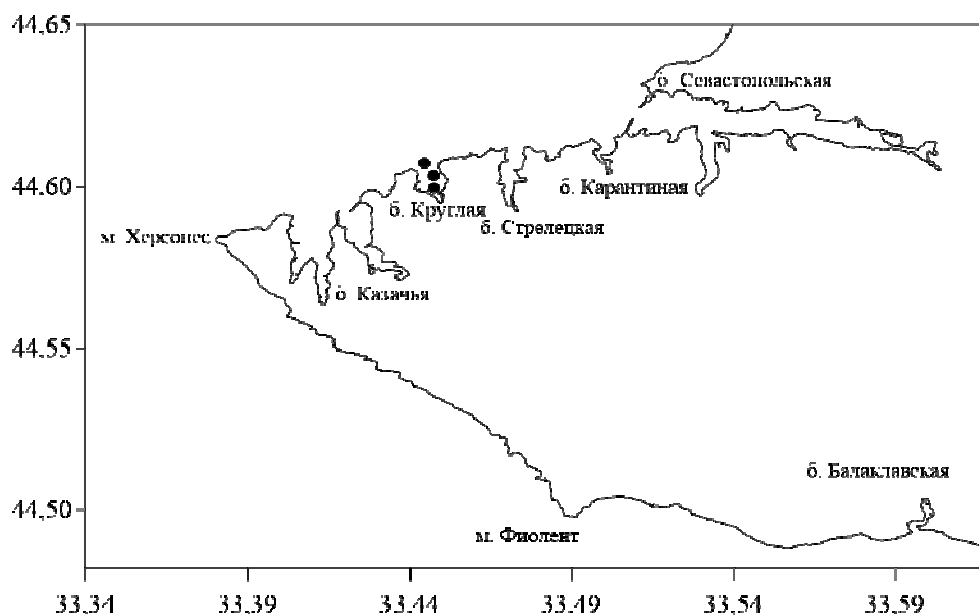


Рис. 1. Бухты города Севастополя, район отбора проб.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В черноморском биоценозе цистозира бородастая *Cystoseira barbata* – главная водоросль-макрофит прибрежья, ландшафтообразующий вид. На ее ветвях растут водоросли-эпифиты, под ее цвет маскируются многие гидробионты Черного моря. Видовой состав рыб, прячущихся среди ветвей цистозеры, а также создающих гнезда в ее зарослях (29 видов рыб) описаны в работах Дуки Л. А. и Гординой А. Д. [36, 37]. В то же время на цистозире находятся и пищевые объекты как молоди рыб, так и взрослых экземпляров; по данным обзора Дуки Л. А. и Гординой А. Д. это полихеты, остракоды, гарпактикоиды, амфиподы, танаидовые раки, хипполитиды [36].

Животные-обрастатели, селящиеся на или периодически обитающие в зарослях цистозеры с целью питания в естественных условиях, а также на выбросах у уреза воды также изучены хорошо, в том числе в историческом контексте [38, 39].

Анализ видового разнообразия объектов, найденных на выброшенных водорослях в зоне супралиторали, представлен в таблице 1. Показано, что наиболее многочисленными были водяные клещи, представители семейства Gammaridae, а также копепода *Amonardia normani* (Brady, 1872). Если проанализировать количество встреченных на разных участках объектов, то связи со степенью распространенности участков нет.

При сравнении количественного распределения гидробионтов на выбросах прослеживается очевидная закономерность: в мае численность животных на выбросах была выше, а к сентябрю она сводится к единичным находкам. Это связано как с тем, что весной наблюдается пик численности гидробионтов, связанный с их подходами с глубин для активного питания и размножения [40], так и с тем, что в более жаркие месяцы в зоне, достаточно удаленной от воды, мелкие водные объекты быстро погибают и разлагаются.

О присутствии бокоплавов на каменисто-галечных грунтах зоны заплеска имеются и более ранние сообщения [41]. Известно, что в зоне заплеска Севастопольской бухты и в других приморских акваториях Крыма биомасса именно Crustacea (амфиподы) достигала максимума весной [38, 42], как и в нашем исследовании: количество всех найденных представителей Malacostraca было больше в мае. При этом, именно выше уреза воды численность макрозообентоса была максимальной весной по сравнению с другими сезонами [42].

Ранее в зоне псевдолиторали бухты Круглая были обнаружены несколько видов полихет, представители Crustacea (7 видов), а также Mollusca и Oligochaeta, турбеллярии и личинки комаров [38]. Нами, именно на выбросах на более удаленной от воды зоны, последние представители не описаны, хотя моллюсков, в частности, гастропод, мы не отмечали целенаправленно, так как в зоне городского пляжа Омега их очень много из-за их обилия как в литорали, так и на берегу в результате многолетних выбросов. Следует указать, однако, что в природной среде именно моллюски (доминирующий вид – *Bittium reticulatum*) составляют основную долю населения цистозеры [39]. Эпифитон цистозеры в водном биоценозе представлен широким качественным составом гидробионтов [39]. Полученные нами данные, конечно, свидетельствуют о присутствии на выбросах меньшего числа видов, однако совпадение обнаруженных объектов (в частности *Caprella acanthifera*, *Phthisica marina*, *Chondrochelia savignyi*) как в работе Макарова М. В. с соавторами [39], так и в наших исследованиях говорит о высокой устойчивости видов по отношению к волновым процессам, штормам и способности к амфибионтной форме жизни. Вместе с тем, мы установили присутствие на выбросах водяных клещей, копепод и гаммарид, а в указанной статье данные объекты не обнаружены.

В таблицу не вносили единичные находки икры рыб, так как икринки были резорбированы внутри.

Выбросы водорослей служат местом развития, обитания и источником пищи, часто единственным [43], для прибрежных и наземных макро- и микростапрофагов (бокоплавов, моллюсков, клещей, мокриц, энхитреид) [44–46]. Трофическая связь насекомых с прибрежно-водной растительностью в основном описана применительно к пресноводным системам [47].

Таблица 1.

Гидробионты, обнаруженные на выбросах цистоziры в мае–сентябре 2021 г.
(1 – кутовая часть / 2 – середина бухты / 3 – на выходе из бухты) (в ед.)

Таксоны	май	июнь	июль	август	сентябрь
Acari	1/12/2	-	0/0/2	2/0/2	0/0/1
Polychaeta					
Phyllodocidae Orsted, 1843	0/1/0	-	-	-	-
Opeliidae Malmgren, 1867	-	0/3/0	-	-	-
Oligochaeta	-	-	-	0/1/0	0/0/0
Malacostraca					
Isopoda					
Janiridae G.O. Sars, 1897 <i>Jaera sarsi</i> Valkanov, 1936	0/0/5	-	-	-	-
Cirolanidae Dana, 1852 <i>Eurydice pontica</i> (Czerniavsky, 1868)	0/1/0	-	-	-	-
<i>Eurydice spinigera</i> Hansen, 1890	-	0/0/1	-	-	-
<i>Limnoria tuberculata</i> Sowinsky, 1884	0/1/0	-	-	-	-
Peracarida Leptochellidae Lang, 1973 <i>Chondrochelia savignyi</i> (Kroyer, 1842)	1/5/0	-	-	-	-
Tanaididae Nobili, 1906 <i>Tanais dulongii</i> (Audouin, 1826)	1/0/0	-	-	-	-
Amphipoda					
Caprellidae Leach, 1814					
<i>Caprella acanthifera</i> Leach, 1814	1/3/2	-	-	0/0/3	2/0/0
<i>Phtisica marina</i> Slabber, 1769	0/1/0	-	-	-	-
Gammaridae Leach, 1814	182/22 /422	0/1/12	16/0/ 11	5/0/12	-
Ischyroceridae Stebbing, 1899 <i>Plumulojassa ocia</i> (Spence Bate, 1862)	1/2/11	-	-	-	-
Copepoda					
<i>Ectinosoma</i> sp.	3/9/0	-	-	-	-
<i>Amonardia normani</i> (Brady, 1872)	20/2/ 70	1/4/0	2/0/0		

Согласно данным таблицы 2 видно, что очень небольшое количество насекомых на разных стадиях развития находились на фрагментах выбросов цистозеры. Связи наличия тех или иных видов с участком берега также не имеется. По-видимому, само их присутствие носит случайный характер. Интересен тот факт, что в сентябре численность жесткокрылых, населяющих выбросы макрофита на берегу б. Круглой, достаточно велика, причем вблизи зоны распреснения (но и большего загрязнения) их не было совсем. Следует однако отметить, что и масса выброшенных усохших фрагментов макрофитов была несколько выше, чем таковая собранных фрагментов в мае – июле.

Так, например, малое количество жужелиц, по-видимому связано с географическими и экологическими условиями нашего конкретного участка приморской экосистемы, так как в других прибрежных (особенно пресноводных) зонах их численность и разнообразие видов (например, *Pterostichus anthracinus*, *Patrobis excavates*, *Agonum obscurum*, *Bembidion doris*) могут различаться, что зависит от степени их трофической связи с водными беспозвоночными [48]. Водоросли, выброшенные на берег, могут являться не только непосредственным источником пищи для наземных беспозвоночных и позвоночных, но и содержать на себе остатки гидробионтов (главным образом ракообразных), которые также привлекают указанных объектов [43, 49]. Наиболее отчетливые трофические связи с водными беспозвоночными (>20 % «водного» углерода), прослеживаются у гигрофильных прибрежных жужелиц, а наименьшие – у животных-стратобионтов (костянок и геофилид) [50].

Коллемболы и личинки двукрылых в нашем исследовании были определены лишь по 1 особи, хотя имеются сведения, что на черноморском и беломорском побережье это одни из основных почвенных сапрофагов [48]. В морских выбросах личинки двукрылых развиваются активно, а в последующем переносят накопленную энергию в более удаленные от береговой линии районы [51].

Не было обнаружено на выбросах и пауков, и мокриц, которые могли бы «привлечь» хищников высшего трофического уровня, хотя их наличие и потребление ими мертвой органики в береговой зоне весьма вероятно [48, 52].

Единичные особи найденных объектов свидетельствуют о низкой роли насекомых в передаче аллохтонного вещества по трофическим цепям (хищникам и микробофагам), что, возможно, связано с высоким содержанием накопленных в макрофите солей, либо слабой предпочтительностью именно к выбросам. Известно, что ограничение освоения наземными сапрофагами ресурсов (органических остатков) морского происхождения зависит от высокого содержания солей [48], поэтому степень выбора насекомыми прибрежных морских биотопов очень различается и зависит от удаления от воды [53–59].

Третья причина (возможно определяющая) низкой плотности насекомых, по-видимому можно объяснить их небольшим присутствием в морском побережье достаточно многолюдного городского пляжа.

Таблица 2.

Насекомые, обнаруженные на выбросах цистозеры на берегу с мая по сентябрь 2021 г. (1 – кутовая часть / 2 – середина бухты / 3 – на выходе из бухты) (в ед.)

Таксоны	май	июнь	июль	август	сентябрь
Neoptera			0/0/2		
Coleoptera		0/0/1	0/0/5	2/0/0	0/21/190
Leiodidae Coloninae gen. sp.	0/0/1				
Scarabaeidae Pentodon sp.					5/0/0
Carabidae			2/0/0		
Hemiptera Auchenophyncha fam. gen. sp.				1/0/0	
Hymenoptera (личинки)	0/2/0			3/0/0	0/0/1
Vespididae gen. sp.		0/0/1			
Sphecidae gen. sp.					1/0/0
Formicidae gen. sp.	0/1/0	0/1/1	0/0/1		5/0/0
Chalcididae gen. sp.	0/2/1			2/0/0	
Eneuyrtidae gen. sp.	0/1/0				
Onychiuridae Collembola gen. sp.	0/1/0				
Lepidoptera					
Pterophoridae gen. sp.					1/0/0
Diptera	0/1/0			1/0/0	3/1/0
Личинки Diptera				0/1/0	
Lonchopteridae gen. sp.	0/1/0				1/0/0

Скудное население также скорее всего связано с подвижностью субстрата (выброса макрофита). «Бедность» населения выбросов подкрепляется другими литературными сведениями. Ресурсы морского происхождения вносят скромный вклад в энергетику прибрежных почвенных сообществ. На Черном море это связано с отсутствием ярко выраженных приливов и отливов, что ограничивает количество выносимых на берег водорослей и другого органического вещества морского происхождения – ресурсов для наземных сапрофагов, в том числе личинок летающих насекомых (например, комаров-звонцов) [60].

Как и в нашем исследовании, часть отмеченных вдоль береговой полосы видов, по всей видимости, использует эти местообитания в качестве путей миграции [52].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере пляжа Омега (г. Севастополь) установлено отсутствие значимой функциональной роли выбросов черноморской цистозеры в формировании и/или питания наземного населения. Так как по нашим и литературным сведениям выбросы черноморских водорослей, особенно в местах отдыха людей, не вносят значительный вклад в поступление общего органического вещества, то следует

регулярно удалять данный потенциальный источник вторичного загрязнения, в том числе с целью дальнейшего использования для нужд человека.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Авторы выражают благодарность сотрудникам отдела экологии бентоса ФИЦ ИнБЮМ м.н.с. Бондаренко Л. В., ст. н.с. Надольному А. А. за консультации по вопросам определения и систематической принадлежности видов, а также ценным указаниям при написании статьи.

Работа выполнена в рамках выполнения темы госзадания № 121031500515-8 "Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем".

Список литературы

1. Подкорытова А. В. Химический состав бурых водорослей Чёрного моря: род *Cystoseira*, перспектива их использования / А. В. Подкорытова, Л. Х. Вафина // Тр. ВНИРО. – 2013. – Т.150. – С. 100–107.
2. Суховеева М. В. Промысловые водоросли и травы Дальневосточных морей: биология, распространение, запасы, технологии переработки / М. В. Суховеева, А. В. Подкорытова. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 243 с.
3. Зинова А. Д. Определитель зелёных, бурых и красных водорослей южных морей СССР. / Зинова А. Д. – изд-во «Наука», 1967. – 396 с.
4. Kamenarska Z. Chemical Composition of *Cystoseira crinita* Bory from the Eastern Mediterranean / Kamenarska Z., Yalçın F. N, Ersöz T., Çalişlı., Stefanov K., Popov S. // Z. Naturforsch. – 2002. – P. 584–590.
5. Roberts M. Studies on marine algae of the british isles. 3. the genus *Cystoseira* / Roberts M. // Br. phycol. Bull. – 1967. – 3 (2). – P. 345–366.
6. Ribera M. A. Check-list of Mediterranean Seaweeds. I. Fucophyceae (Warming 1884) / Ribera M. A., Gómez-Garreta A., Gallardo T., Cormaci M., Furnari G., Giaccone G. // Botanica Marina. – 1992. – 35. – P. 109–130.
7. Мильчакова Н. А. Бурые водоросли Черного моря: систематический состав и распространение / Мильчакова Н. А. // Альгология. – 2002. – Т. 12, №3. – С. 324–337.
8. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. / Калугина-Гутник А. А. – Киев., «Наукова думка», 1975. – 248 с.
9. Сабурин Ю. М. Фитоценозы черноморской цистозире: структура, восстановление и перспективы использования : Автореф. канд. биол. наук по специальности «Гидробиология» – 03.00.18. / Сабурин Ю. М. – Москва. 2004. – 24 с.
10. Красная книга Республики Крым. Растения, водоросли и грибы / Отв. ред. д. б. н., проф. А. В. Ена и к. б. н. А. В. Фатерыга. – Симферополь : ООО «ИТ «АРИАЛ», 2015. – 480 с.
11. Миронов О. А. Содержание липидов и нефтяных углеводов в береговых выбросах цистозире севастопольского побережья / О. А. Миронов, И. П. Муравьева // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Биология. Химия. – 2019. – Том 5 (71), № 1. – С. 85–91.
12. Рябушко В. И. Функциональная роль фукоксантина и фитогормонов из морских бурых водорослей / В. И. Рябушко, Л. И. Мусатенко, Л. В. Войтенко, Е. В. Попова, М. В. Нехорошев // Альгология. – 2014. – 24(1). – С. 20–33.
13. Mandal P. Structural features and antiviral activity of sulphated fucans from the brown seaweed *Cystoseira indica* / Mandal P., Mateu C. G., Chattopadhyay K., Pujol C. A., Damonte E. B., Ray B. // Antiviral Chemistry & Chemotherapy. – 2007. – 18. – P.153–162.
14. Mhadhebi L. Anti-inflammatory, anti-proliferative and anti-oxidant activities of organic extracts from the Mediterranean seaweed, *Cystoseira crinita* / Mhadhebi L., Laroche- C.lary A., Robert J., Bouraoui A. //

- African Journal of Biotechnology. – 2011. – Vol. 10(73). – P. 16682–16690, Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB> DOI: 10.5897/AJB11.218.
15. Zandi K. Evaluation of in vitro antiviral activity of a brown alga (*Cystoseira myrica*) from the Persian Gulf against herpes simplex virus type 1 / Zandi K., Fouladvand M., Pakdel P., Sartavi K. // African Journal of Biotechnology. – 2007. – Vol. 6 (22). – P. 2511–2514.
 16. Абарников О. Морские биотехнологии для защиты растений / Абарников О. // Защита растений. 12.05.2015. Агропромышленный портал АГРОХХИ. – 2015. – <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/morskie-biotehnologii-dlja-zaschity-rastenii.html>
 17. Смирнова Я. П. Влияние добавок цистозеры на крымский сорт укропа // Сборник тезисов работ участников XXV Всероссийского детского конкурса научно-исследовательских и творческих работ «Первые шаги в науке» / Смирнова Я. П. // Под ред. А.А. Румянцева, Е.А. Румянцевой. – М.: НС «ИНТЕГРАЦИЯ», Минпросвещения России, Минкультуры России, Минздрав России, Минтранс России, Минсельхоз России, Московский Патриархат, ОФИЦЕРЫ РОССИИ, РОСКОСМОС, РОСВОЕНЦЕНТР, РИА, РАО, 2020. – С.549–550.
 18. Таранова Е. А. Влияние добавок цистозеры на ростовые параметры лука кубанского / Е. А. Таранова, А. В. Короткова, Н. С. Кузьмина // Современное состояние водных биоресурсов: материалы VI Междунар. конф., г. Новосибирск, 11-13 ноября 2021 г. – Новосибирск: НГАУ, 2021. – С. 264–268.
 19. Шевченко В. Н. Способ производства удобрения из морских водорослей / Шевченко В. Н. – Патент RU 2272799, С1, МПК C05F 11/00. 2006. Бюл. №9.
 20. Семенов А. М. Микроорганизмы на поверхности морских макрофитов в северных морях России и их возможное практическое использование / А. М. Семенов, В. Н. Федоренко, Е. В. Семенова // Междисциплинарный научный и прикладной журнал «Биосфера». – 2014. – Т. 6, № 1. – С. 60–76.
 21. Сигачева Т. Б. Оценка рекреационного потенциала некоторых бухт города Севастополя с использованием методов биоиндикации / Т. Б. Сигачева, И. И. Чеснокова, О. Л. Гостюхина, С. В. Холодкевич, Т. В. Кузнецова, Т. И. Андреевко, Н. П. Ковригина, Т. В. Гаврюсева, М. П. Киринов, А. С. Куракин // Юг России: экология, развитие. – 2021. – Т. 16, №1. – С. 151–167.
 22. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. I. Свободноживущие беспозвоночные: простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые / Под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. – изд-во «Наукова Думка, Киев, 1968. – 238 с.
 23. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. II. Свободноживущие беспозвоночные: ракообразные/ Под ред. В. А. Водяницкий. – изд-во «Наукова Думка, Киев. – 1969. – 535 с.
 24. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. III. Свободноживущие беспозвоночные: членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочлестные, хордовые / Под ред. В. А. Водяницкий. – изд-во «Наукова Думка, Киев – 1972. – 338 с.
 25. Копий В. Г. Атлас обитателей псевдолииторали Азово-Черноморского побережья Крыма / В. Г. Копий, Л. В. Бондаренко. – ИнБЮМ. – Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 2020. – 120 с.
 26. <https://www.marinespecies.org/>
 27. Определитель насекомых Европейской части СССР; под ред. С. П. Тарбинского, Н. Н. Плавильщикова – Л.: Наука, Ленинград, 1948. – 1128 с.
 28. Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 1: Низшие, древнекрылые, с неполным превращением / АН СССР, Зоолог. ин-т; под общ. ред. член кор. АН СССР Г. Я. Бей-Биенко. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1964. – 882 с.: ил., карт. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР).
 29. Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 2: Жесткокрылые и веерокрылые / АН СССР, Зоолог. ин-т; под общ. ред. член кор. АН СССР Г. Я. Бей-Биенко. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1965. – 651 с.: ил., карт. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР).
 30. Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 3: Перепончатокрылые. Ч. 1 / АН СССР, Зоолог. ин-т; под общ. ред. Г. С. Медведева. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1978. – 584 с.: ил., карт. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР; вып. 119).
 31. Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 3: Перепончатокрылые. Ч. 3 / АН СССР, Зоолог. ин-т ; под общ. ред. Г. С. Медведева. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1981. – 584 с.: ил., карт. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР; вып. 119).

32. Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 4: Чешуекрылые. Ч. 2 / АН СССР, Зоолог. ин-т; под общ. ред. Г.С. Медведева. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1981. – 788 с.: ил., карт. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР).
33. Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 4: Чешуекрылые. Ч. 3 / АН СССР, Зоолог. ин-т; под общ. ред. Г.С. Медведева. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1986. – 492 с.: ил., карт. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР).
34. Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 5: Двукрылые, блохи. Ч. 1 / АН СССР, Зоолог. ин-т; под общ. ред. Г.Я. Бей-Биенко. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1969. – 805 с.: ил., карт. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР).
35. Определитель насекомых Европейской части СССР. Т. 5: Двукрылые, блохи. Ч. 2 / АН СССР, Зоолог. ин-т; под общ. ред. Г.Я. Бей-Биенко. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1970. – 938 с.: ил., карт. – (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР).
36. Дука Л. А. Видовой состав и питание молоди рыб Черного моря в зарослях цистозеры / Дука Л. А., Гордина А.Д. // Биология моря. – 1971. – Вып. 23. – С. 133–159.
37. Гордина А. Д. Значение зарослевых биоценозов в воспроизводстве запасов рыб Черного моря : Дис. канд.биол. наук о специальности 03.00.10 «ихтиология». / Гордина А. Д. – Севастополь, 1974. – 153 с.
38. Копий В. Г. Сообщества макрозообентоса песчаной псевдолиторали у черноморских берегов Крыма : Диссертация на соискание учёной степени канд.биол. наук. по специальности 03.02.10 – гидробиология. / Копий В. Г. – Севастополь, 2014. – 223 с.
39. Макаров М. В. Макрозообентос зарослей водорослей *Cystoseira crinita* Duby, 1830 у берегов Крыма и Кавказа (Чёрное море) / М. В. Макаров, В. Г. Копий, Л. В. Бондаренко, Т. В. Витер, Д. В. Подзорова // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Биология. Химия. – 2020. – Том 6 (72), № 3. – С. 97–116.
40. Грезе И. И. Фауна Украины. Высшие ракообразные. Бокоплавы / И. И. Грезе – Киев: Наукова думка, 1985. – Т. 26, вып. 5. – 172 с.
41. Мурина В. В. Видовой состав и экология гидроидных полипов Hydrozoa, Cnidaria бухты Ласпи южный берег Крыма / В. В. Мурина, В. А. Гринцов // Вестник зоологии. – 2009. – 43 (5). – С. 465–469.
42. Копий В. Г. Макрозообентос зоны заплеска Севастопольской бухты (Чёрное море, Крым) / Копий В. Г. // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: сборник научных трудов – 2011. – Вып. 25, т. 1. – С. 400–407.
43. Catenazzi A., Donnelly M.A. The Ulva connection: marine algae subsidize terrestrial predators in coastal Peru // *Oikos*. – 2007. – Vol. 116. – P. 75–86.
44. Авдонин В. В. Таксономический состав, пространственное распределение и трофические отношения клещей (Acariiformes, Parasitiformes) на каменистой супралиторали Черного моря / В. В. Авдонин, А. Д. Петрова-Никитина // Пробл. почв. зоол.: Биоразнообразие и жизнь почвенных системы: Матер. 2-го (12-го) Всерос.совещ. по почв. зоол. (Москва, 1999). М., 1999. – С. 11–12.
45. Каталог биоты Беломорской биологической станции МГУ. – М.: КМК. – 2008. – 384 с.
46. Сергеева Т. К. Беспозвоночные животные – обитатели скоплений отмерших водорослей на островах Кандалакшского залива /Т.К. Сергеева, Ю.Б. Бызова, А.В. Уваров. // Почвенная фауна Северной Европы – М.: Наука, 1987. – С. 69–74.
47. Садчиков А. П. Экология прибрежно-водной растительности / А. П. Садчиков, М. А. Кудряшов. – М.: НИИПрирода, РФФИ, 2004. – 220 с.
48. Коробушкин Д. И. Роль водной субсидии в энергетическом балансе и формировании структуры населения почвенных беспозвоночных прибрежных экосистем : Дисс. на соискание ученой степени канд. биол. наук. по специальности 03.02.08 – экология. / Коробушкин Д. И. – М., 2016. – 200 с.
49. Нечаев В. А. Животные в экосистемах морского побережья на юге российского Дальнего востока. Ч. I. таксономический обзор / В. А. Нечаев, А. Б. Мартыненко, В. Н. Бочарников // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2005. – № S11. – С. 109–116.
50. Гончаров А. А. Трофические связи почвенных членистоногих с водными экосистемами в Окском заповеднике (по данным изотопного анализа) / А. А. Гончаров, А. И. Кузнецов, Л. М. Дьяков, А. В. Тиунов // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. – 2011. – № 25. – С. 337–344.

51. Кривошеина М. Г. Роль водной среды в становлении отряда двукрылых (Insecta: Diptera) / Кривошеина М. Г. // Русский энтомологический журнал. – 2005. – Т. 14, № 1. – С. 29–40.
52. Мартыненко А. Б. Первые данные по биотопическому распределению насекомых и паукообразных на морском побережье российского Дальнего востока / А. Б. Мартыненко, М. М. Омелько, К. А. Остапенко, Х. С. Ли // Вестник СамГУ. – 2006. – № 6-1. – С. 246–264.
53. Лушникова Т. Ю. Почвенная мезофауна / Т. Ю. Лушникова, К. Б. Гонгальский // Государственный природный заповедник «Утриш». Атлас. Научные труды (ред. Г. Н. Огуреева). Анапа, 2013. – Т. 2. С. 38–39.
54. Polis G. A. Extraordinary high spider densities on islands flow of energy from marine to terrestrial food webs and the absence of predation / Polis G. A., Hurd S. D. // Proceedings of the National Academy of Science of USA. – 1995. – Vol. 92. – P. 4382–4386.
55. Polis G. A. Allochthonous input across habitats, subsidizes consumer, and apparent trophic cascades: examples from the ocean-land interface / Polis G. A., Hurd S. D. // Food Webs: Integration of patterns and Dynamics [eds. G.A. Polis, K.O. Winnemiller]. Chapman and Hall: New York, 1996. – P. 275–285.
56. Anderson W. B. Marine subsidies of island communities in the gulf of California: evidence from stable carbon and nitrogen isotopes / W. B. Anderson, G. A. Polis // Oikos. – 1998. – Vol. 81. – P. 75–80.
57. Ince R. Marine macrophytes directly enhance abundances of sandy beach fauna through provision of food and habitat / Ince R., Hyndes G. A., Lavery P. S., Vanderklift M. A. // Estuarine, coastal and shelf science. – 2007. – Vol. 74. – P. 77–86.
58. Colombini I. Habitat partitioning and trophic levels of terrestrial macroinvertebrates of a Tyrrhenian coastal ecosystem (Grosseto, Italy) / Colombini I., Brilli M., Fallaci M., Gagnarli E., Chelazzi L. // V Internat. Symposium on sandy beaches – sandy beaches and coastal zone management // Rabat, Morocco. – 2021. – Vol. 6. – P. 25–35.
59. Mellbrand K. Linking land and sea: different pathways for marine subsidies / Mellbrand K., Lavery P. S., Hyndes G., Hambäck P. A. // Ecosystems. – 2011. – Vol. 14. – P. 732–744.
60. Степанов В. Н. Черное море (Ресурсы и проблемы) / В. Н. Степанов, В. Н. Андреев. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 160 с.

ON THE ROLE OF CYSTOSEIRA WASHOUT ON THE BEACHES AS A SUBSTRATE FOR TERRESTRIAL ANIMALS AND SUPRALITORAL HYDROBIONTS

Kuzminova N. S.¹, Volnukhina M. G.²

¹*Institute of Biology of the Southern Seas. A. O. Kovalevsky RAS, Sevastopol, Russia*

²*Environmentally-Educational Student Centre, Sevastopol, Russian Federation*

E-mail: kunast@rambler.ru

The commercial stock of Black Sea *Cystoseira*, that is highly distributed, is higher than in another Sea.

Five species of *Cystoseira* are found in the Black Sea, but only two are found in its northeastern part – *Cystoseira crinita* Duby, 1830 and *C. barbata* (Stackhouse) C. Agardh, 1820. Both species play the main role in the formation of benthic plant communities in the Black Sea, and communities dominated by *C. crinita* are the richest in floristic terms.

Both storm events and negative environmental conditions can affect the decrease in *Cystoseira* biomass in the sea, which leads to plant fragility and its removal to the coast.

This, in turn, creates additional pollution because of high accumulative opportunity of brown algae.

In addition to the vital functions of the Black Sea macrophytes (photosynthesis, water purification, shelter and spawning grounds for hydrobionts), algae are useful raw materials, being washed ashore or specially harvested. *Cystoseira* is widely used in the pharmaceutical, food, and cosmetic fields, instead there is very little data on the use of this Black Sea algae in the Russian agricultural sector.

Information on the qualitative composition of hydrobionts, as well as insects found in the warm period of the year on the Omega beach (Sevastopol) is given.

In the warm period of 2021, in the coastal zone (3–5 m from the water's edge) of the Kruglaya Bay (Sevastopol), *Cystoseira* washout were taken. The algae were collected in three replicates in three areas of the coastal zone of this water area (supralittoral): 1 – the coast of the apex zone of the Kruglaya Bay, 2 – the area adjacent to the middle of the bay, and 3 – near the open part of the water area. In May and June, the mass of selected macrophyte fragments in different areas was 29–35 g, in July it was 27–29 g, in August 38–43 g, and in September the mass of selected fragments of outliers was 25–55 g wet weight. The selected *Cystoseira* macrophytes were immediately placed in bags and delivered to the laboratory, where the contents were thoroughly rinsed with tap water. Using a sieve (mesh size 1 mm), the resulting water was filtered twice, after which the found living objects were fixed in a plastic container in a low-alcohol solution. The studies were carried out once a month from May to September. The main task was reduced to a qualitative analysis of the objects present at the emissions. All detected hydrobionts were identified using a microscope to the family, and, if possible, to the genus.

The absence of a significant functional role of influx of the mass macrophyte species – the Black Sea *Cystoseira* – in the formation and/or nutrition of the terrestrial population has been discussed. Thus, among the hydrobionts presented on algae in the supralittoral zone, the most numerous were water mites, individuals of the Gammariidae family, as well as the copepod *Amonardia normani*. In May, the number of animals on discards was higher, and by September it is reduced to single finds. This is due both to the fact that in spring there is a peak in the number of hydrobionts associated with their approaches from the depths for active feeding and reproduction, and to the fact that in hotter months in a zone far enough from water, shallow water bodies quickly die and decompose. A very small number of insects at different stages of development were found on fragments of *Cystoseira* washout. There is also no connection between the presence of certain species and the coastal area. Apparently, their very presence is random. An interesting fact is that in September the number of beetles inhabiting macrophyte washout on the coast of the Kruglaya bay, large enough, and near the zone of desalination (but also of greater pollution) they were not at all.

Single individuals of the found objects indicate a low role of insects in the transfer of allochthonous matter along trophic chains (predators and microbiophages), which may be due to the high content of salts accumulated in the macrophyte, or a weak preference to algae wrack. The limitation of the development of resources (organic remains) of marine origin by terrestrial saprophages depends on the high salt content, so the degree of insect

selection of coastal marine biotopes varies greatly and depends on the distance from the water.

Marine resources make a modest contribution to the energy of coastal soil communities. In the Black Sea, this is due to the absence of pronounced tides, which limits the amount of algae and other organic matter of marine origin brought ashore, which are resources for terrestrial saprophages, including of flying insects (for example, mosquitoes).

Since, according to our and literature data, Black Sea seaweed washout, especially in recreational areas, do not make a significant contribution to the intake of total organic matter, it can be recommended not only to regularly remove this potential source of secondary pollution, but also to use it as a biofertilizer for agricultural needs.

Keywords: Cystoseira, beach wrack, supralittoral, insects.

References

1. Podkorytova A. V., Vafina L. Kh. Chemical composition of brown algae of the Black Sea: the genus *Cystoseira*, the prospect of their use, *Tr. VNIRO*, **150**, 100 (2013).
2. Sukhoveeva M. V., Podkorytova A. V. *Commercial algae and herbs of the Far Eastern Seas: biology, distribution, stocks, processing technologies*, 243 p. (Vladivostok: TINRO-Center, 2006).
3. Zinova A. D. *Key to green, brown and red algae of the southern seas of the USSR*, 396 p. (publishing house "Science", 1967).
4. Kamenarska Z., Yalçın F. N., Ersöz T., Çalışlı., Stefanov K., Popov S. Chemical Composition of *Cystoseira crinita* Bory from the Eastern Mediterranean, *Z. Naturforsch.*, 584 (2002).
5. Roberts M. Studies on marine algae of the british isles. 3. the genus *Cystoseira*, *Br. phycol. Bull.*, **3** (2), 345 (1967).
6. Ribera M. A., Gómez-Garreta A., Gallardo T., Cormaci M., Furnari G., Giaccone G. Check-list of Mediterranean Seaweeds. I. Fucophyceae (Warming 1884), *Botanica Marina*, **35**, 109 (1992).
7. Milchakova N. A. Brown algae of the Black Sea: systematic composition and distribution, *Algology*, **12**, 3, 324 (2002).
8. Kalugina-Gutnik A. A. *Phytobenthos of the Black Sea*, 248 p. (Kyiv, "Naukova Dumka", 1975).
9. Saburin Yu. M. *Phytocenoses of the Black Sea Cystoseira: structure, restoration and prospects for use*, Abstract of the thesis. cand. biol. Sciences in the specialty "Hydrobiology", 03.00.18. 24 p. (Moscow. 2004).
10. Red Book of the Republic of Crimea. Plants, algae and fungi, Ed. ed. b. n., prof. A. V. Yena and k. b. n. A. V. Fateryga, 480 p. (Simferopol: IT "ARIAL" LLC, 2015).
11. Mironov O. A., Muravyova I. P. The content of lipids and petroleum hydrocarbons in coastal discharges of *Cystoseira* of the Sevastopol coast, *Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky Biology. Chemistry*, **5** (71), **1**, 85 (2019).
12. Ryabushko V. I., Musatenko L. I., Voitenko L. V., Popova E. V., Nekhoroshev M. V. Functional role of fucoxanthin and phytohormones from sea brown algae, *Algology*, **24**(1), 20 (2014).
13. Mandal P., Mateu C. G., Chattopadhyay K., Pujol C. A., Damonte E. B., Ray B. Structural features and antiviral activity of sulphated fucans from the brown seaweed *Cystoseira indica*, *Antiviral Chemistry & Chemotherapy*, **18**, 153 (2007).
14. Mhadhebi L., Laroche C., Lary A., Robert J., Bouraoui A. Anti-inflammatory, anti-proliferative and anti-oxidant activities of organic extracts from the Mediterranean seaweed, *Cystoseira crinita*, *African Journal of Biotechnology*, **10**(73), 16682 (2011). Available online at <http://www.academicjournals.org/AJB> DOI: 10.5897/AJB11.218.
15. Zandi K., Fouladvand M., Pakdel P., Sartavi K. Evaluation of in vitro antiviral activity of a brown alga (*Cystoseira myrica*) from the Persian Gulf against herpes simplex virus type 1, *African Journal of Biotechnology*, **6** (22), 2511 (2007).

16. Abarnikov O. *Marine biotechnologies for plant protection*, Plant Protection., 2015. (Agro-industrial portal AGROXXI., 2015). <https://www.agroxxi.ru/gazeta-zaschita-rastenii/zrast/morskie-biotehnologii-dlja-zaschity-rastenii.html>
17. Smirnova Ya. P. *Influence of cystoseira additives on the Crimean variety of dill*, Collection of abstracts of the participants of the XXV All-Russian children's competition of research and creative works "First steps in science", Ed. A. A. Rumyantseva, E. A. Rumyantseva, 549 (M.: NS "INTEGRATION", Ministry of Education of Russia, Ministry of Culture of Russia, Ministry of Health of Russia, Ministry of Transport of Russia, Ministry of Agriculture of Russia, Moscow Patriarchate, OFFICERS OF RUSSIA, ROSCOSMOS, ROSVOENTSENTR, RIA, RAO, 2020).
18. Taranova E. A., Korotkova A. V., Kuzminova N. S. *Influence of cystoseira additives on the growth parameters of the Kuban onion*, The current state of aquatic bioresources: materials of the VI Intern. Conf., Novosibirsk, 264 (Novosibirsk: NSAU, 2021).
19. Shevchenko V. N. *Method for the production of seaweed fertilizer*, Patent RU 2272799, C1, IPC C05F 11/00. 2006. Bull. No. 9.
20. Semenov A. M., Fedorenko V. N., Semenova E. V. Microorganisms on the surface of marine macrophytes in the northern seas of Russia and their possible practical use, *Interdisciplinary scientific and applied journal "Biosphere"*, **6, 1**, 60 (2014).
21. Sigacheva T. B., Chesnokova I. I., Gostyukhina O. L., Kholodkevich S. V., Kuznetsova T. V., Andreenko T. I., Kovrigina N. P., Gavryuseva T. V., Kirin M. P., Kurakin A. S. Assessment of the recreational potential of some bays of the city of Sevastopol using bioindication methods, *South of Russia: ecology, development*, **16, 1**, 151 (2021).
22. *Key of the fauna of the Black and Azov seas. I. Free-living invertebrates: protozoa, sponges, coelenterates, worms, tentacles*, Ed. F. D. Mordukhai-Boltovsky, 238 p. (publishing house "Naukova Dumka", Kyiv, 1968).
23. *Key of the fauna of the Black and Azov seas. II. Free-living invertebrates: crustaceans*, Ed. V. A. Vodyanitsky, 535 p. (publishing house "Naukova Dumka", Kyiv, 1969).
24. *Key of the fauna of the Black and Azov seas. III. Free-living invertebrates: arthropods (except crustaceans), molluscs, echinoderms, chaetognaths, chordates*, Ed. V. A. Vodyanitsky, 338 p. (publishing house "Naukova Dumka", Kyiv, 1972).
25. Kopy V. G., Bondarenko L. V. *Atlas of the inhabitants of the pseudolittoral of the Azov-Black Sea coast of Crimea*, 120 p. (IBSS. – Sevastopol: IBSS, 2020).
26. <https://www.marinespecies.org/>
27. *Key to insects of the European part of the USSR*; ed. S. P. Tarbinsky, N. N. Plavilshchikova, 1128 p. (L.: Nauka, Leningrad, 1948).
28. *Key to insects of the European part of the USSR. 1: Inferior, ancient-winged, with incomplete metamorphosis*, Academy of Sciences of the USSR, Zoologist. in-t; under total ed. member of the cor. Academy of Sciences of the USSR G.Ya. Bei-Bienko, 882 p. (Guidelines for the fauna of the USSR, published by the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR). (L.: Nauka, Leningrad. department, 1964).
29. *Key to insects of the European part of the USSR. 2: Coleoptera and Fanoptera*, USSR Academy of Sciences, Zoologist. in-t; under total ed. member of the cor. Academy of Sciences of the USSR G.Ya. Bei-Bienko. - ill., maps. - (Guidelines for the fauna of the USSR, published by the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR). (L.: Nauka, Leningrad. department, 1965, 651 p).
30. *Key to insects of the European part of the USSR. 3: Hymenoptera. Part 1*, USSR Academy of Sciences, Zoologist. in-t; under total ed. G. S. Medvedev. 584 p.: ill., maps. (Guidelines for the fauna of the USSR, published by the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR; issue 119). (L.: Nauka, Leningrad. department, 1978).
31. *Key to insects of the European part of the USSR. 3: Hymenoptera. Part 3 / USSR Academy of Sciences, Zoologist. in-t; under total ed. G. S. Medvedev, 584 p.: ill., maps. (Guidelines for the fauna of the USSR, published by the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR; issue 119). (L.: Nauka, Leningrad. department, 1981).*
32. *Key to insects of the European part of the USSR. 4: Lepidoptera. Part 2 / USSR Academy of Sciences, Zoologist. in-t; under total ed. G. S. Medvedev, 788 p.: ill., maps. (Guidelines for the fauna of the USSR,*

- published by the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR). (L.: Nauka, Leningrad. department, 1981).
33. *Key to insects of the European part of the USSR. 4: Lepidoptera. Part 3 / USSR Academy of Sciences, Zoologist. in-t; under total ed. G. S. Medvedev, 492 p.: ill., maps. (Guidelines for the fauna of the USSR, published by the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR). (L.: Nauka, Leningrad. department, 1986).*
 34. *Key to insects of the European part of the USSR. 5: Diptera, fleas. Part 1 / USSR Academy of Sciences, Zoologist. in-t; under total ed. G.Ya. Bei-Bienko, 805 p.: ill., maps. (Guidelines for the fauna of the USSR, published by the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR). (L.: Nauka, Leningrad. department, 1969).*
 35. *Key to insects of the European part of the USSR. 5: Diptera, fleas. Part 2 / USSR Academy of Sciences, Zoologist. in-t; under total ed. G.Ya. Bei-Bienko, 938 p.: ill., maps. (Guidelines for the fauna of the USSR, published by the Zoological Institute of the Academy of Sciences of the USSR). (L.: Nauka, Leningrad. department, 1970).*
 36. Duka L. A., Gordina A. D. Species composition and nutrition of juvenile fish of the Black Sea in thickets of *Cystoseira*, *Biology of the sea*, **23**, 133 (1971).
 37. Gordina A. D. *The value of overgrown biocenoses in the reproduction of fish stocks of the Black Sea*, Dis. Candidate of Biol. Sciences of the specialty 03.00.10 "Ichthyology", 153 p. (Sevastopol, 1974).
 38. Cопiy V. G. Macrozoobenthos of the splash zone of the Sevastopol Bay (Black Sea, Crimea), *Ecological safety of the coastal and shelf zones and the integrated use of shelf resources: a collection of scientific papers*, **25**, 1, 400 (2011).
 39. Makarov M. V., Cопiy V. G., Bondarenko L. V., Viter T. V., Podzorov D. V. Macrozoobenthos of algal thickets *Cystoseira crinita* Duby, 1830 off the coast of Crimea and the Caucasus (Black Sea), *Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky Biology. Chemistry*, **6 (72)**, 3, 97 (2020).
 40. Greze I. I. *Fauna of Ukraine. Higher crustaceans. Amphipods*, **26**, 5, 172. (Kyiv: Naukova Dumka, 1985).
 41. Murina V. V., Grintsov V.A. Species composition and ecology of hydroid polyps Hydrozoa, Cnidaria of the Laspi bay, southern coast of Crimea, *Bulletin of Zoology*, **43 (5)**, 465 (2009).
 42. Cопiy V. G. Communities of macrozoobenthos in the sandy pseudolittoral near the Black Sea coast of Crimea, Dissertation for the degree of candidate of biol. sciences. specialty 03.02.10 – hydrobiology, 223 p. (Sevastopol, 2014).
 43. Catenazzi A., Donnelly M. A. The *Ulva* connection: marine algae subsidize terrestrial predators in coastal Peru, *Oikos*, **116**, 75 (2007).
 44. Avdonin V. V., Petrova-Nikitina A. D. *Taxonomic composition, spatial distribution and trophic relationships of ticks (Acariiformes, Parasitiformes) on the rocky supralittoral of the Black Sea*, Probl. soils. zool.: Biodiversity and life of soil systems: Mater. 2nd (12th). Russian meeting according to soil.zool., 11 (Moscow, 1999).
 45. *Biota catalog of the White Sea Biological Station of Moscow State University*, 384 p. (M.: KMK, 2008).
 46. Sergeeva T. K., Byzova Yu.B., Uvarov A.V. *Invertebrates – inhabitants of dead algae accumulations on the islands of the Kandalaksha Bay*, Soil fauna of Northern Europe, 69 (M.: Nauka, 1987).
 47. Sadchikov A. P., Kudryashov M. A. *Ecology of coastal aquatic vegetation*, 220 p. (M.: NIAPriroda, REFIA, 2004).
 48. Korobushkin D. I. *The role of water subsidies in the energy balance and formation of the structure of the population of soil invertebrate coastal ecosystems*, Diss. for the degree of Cand. biol. Sciences. specialty 03.02.08, ecology, 200 p. (M., 2016).
 49. Nechaev V. A., Martynenko A. B., Bocharnikov V. N. Animals in the ecosystems of the sea coast in the south of the Russian Far East. Part I. taxonomic review, News of higher educational institutions. *North Caucasian region. Series: Natural Sciences*, **S11**, 109 (2005).
 50. Goncharov A. A., Kuznetsov A. I., Dyakov L. M., Tiunov A. V. Trophic relationships of soil arthropods with aquatic ecosystems in the Oksky Reserve (according to isotope analysis), *Proceedings of PSPU im. V. G. Belinsky*, **25**, 337 (2011).
 51. Krivosheina M. G. The role of the aquatic environment in the development of the order Diptera (Insecta: Diptera), *Russian Entomological Journal*, **14**, 1, 29 (2005).

52. Martynenko A. B., Omelko M. M., Ostapenko K. A., Lee Kh. S. First data on the biotopic distribution of insects and arachnids on the sea coast of the Russian Far East, *Bulletin of SamGU*, **6-1**, 246 (2006).
53. Lushnikova T. Yu., Gongalsky K. B. *Soil mesofauna, Utrish State Nature Reserve. Atlas. Scientific works* (edited by G.N. Ogureev), **2**, 38 (Anapa, 2013).
54. Polis G. A., Hurd S. D. Extraordinary high spider densities on islands flow of energy from marine to terrestrial food webs and the absence of predation, *Proceedings of the National Academy of Science of USA*, **92**, 4382 (1995).
55. Polis G. A., Hurd S. D. *Allochthonous input across habitats, subsidizes consumer, and apparent trophic cascades: examples from the ocean-land interface, Food Webs: Integration of patterns and Dynamics* [eds. G.A. Polis, K.O. Winnemiller], 275 (Chapman and Hall: NewYork, 1996).
56. Anderson W. B., Polis G. A. Marine subsidies of island communities in the gulf of California: evidence from stable carbon and nitrogen isotopes, *Oikos*, **81**, 75 (1998).
57. Ince R., Hyndes G. A., Lavery P. S., Vanderklift M. A. Marine macrophytes directly enhance abundances of sandy beach fauna through provision of food and habitat, *Estuarine, coastal and shelf science*, **74**, 77 (2007).
58. Colombini I., Brillì M., Fallaci M., Gagnarli E., Chelazzi L. *Habitat partitioning and trophic levels of terrestrial macroinvertebrates of a Tyrrhenian coastal ecosystem (Grosseto, Italy)*, V Internat. Symposium on sandy beaches – sandy beaches and coastal zone management, **6**, 25 (Rabat. Marocco, 2021).
59. Mellbrand K., Lavery P. S., Hyndes G., Hambäck P. A. Linking land and sea: different pathways for marine subsidies, *Ecosystems*, **14**, 732 (2011).
60. Stepanov V. N., Andreev V.N. *The Black Sea (Resources and Problems)*, 160 p. (L.: Gidrometeoizdat, 1981).