

УДК 951.524.11 (262.5)

А. Ю. Варигин¹, канд. биол. наук, старший научный сотрудник

А. А. Рыбалко², младший научный сотрудник

Одесский филиал Института биологии южных морей НАН Украины,

¹отдел экологической интеграции биоциклов,

²отдел экологии краевых сообществ,

ул. Пушкинская, 37, Одесса, 65011, Украина

МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МАКРОЗООБЕНТОСА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ СУХОГО ЛИМАНА

Показан характер изменения параметров макрозообентоса северной части Сухого лимана в летний период 2003–2006 гг. Определена межгодовая изменчивость видового состава и количественных показателей этого сообщества. Выделены доминирующие виды и основные трофические группы макрозообентоса. Проведен анализ биоразнообразия сообщества с использованием индексного подхода. Определены нарушения в структуре сообщества мягких грунтов мелководной части Сухого лимана.

Ключевые слова: макрозообентос, видовой состав, количественные характеристики, Сухой лиман.

Сухой лиман расположен в 20 км к юго-западу от города Одессы. Более полувека назад он был отделен от моря песчаной косой и использовался как рыбохозяйственный водоем. Затем в южной, прилегающей к морю, части лимана были проведены дноуглубительные работы, а на берегах сооружены Ильичевский порт и судоремонтный завод. Северная часть лимана представляет собой вытянутый в северо-западном направлении мелководный водоем, отделенный от портовой зоны переправой в виде понтонного моста. Средняя глубина в этой части лимана составляет 0,8 м, максимальная – 1,5 м. Соленость воды лимана в период исследований в 2003, 2004, 2005 и 2006 гг. составляла 12,3; 11,8; 12,1; 10,9 ‰, соответственно. Донные отложения в основном были представлены черными илами с примесью песка и ракуши.

До настоящего времени особенности развития зообентоса его северной части остаются недостаточно изученными. В работах 60-х годов прошлого столетия для всего лимана указывается 44 вида зообентоса [1]. После соединения лимана с морем в его донной фауне обнаружено 46 видов [2]. В начале текущего столетия в составе макрозообентоса лимана и смежной части моря зарегистрировано 20 видов беспозвоночных [3].

Цель работы состоит в определении характера межгодовой изменчивости состояния макрозообентоса в северной мелководной части Сухого лимана за период 2003–2006 гг.

Материал и методы

Материалом для работы послужили пробы зообентоса, собранные с 2003 по 2006 гг. в один и тот же период (июнь) на пяти постоянных станциях, расположенных равномерно в северной мелководной части Сухого лимана. Отбор проб осуществляли с помощью металлической рамки, размером 20×20 см, обтянутой мельничным газом. На каждой станции брали по четыре рамки. Пробы промывали через систему сит с минимальным размером ячеек 0,5 мм. Отобранных животных определяли до вида, подсчитывали и взвешивали. При выделении трофических групп использовали литературные данные [4].

Для анализа межгодовой изменчивости параметров зообентоса применяли индексный подход. Анализ биоразнообразия проводили с помощью индекса Симпсона [5]. Выравненность изучали по индексу Пиелу, видовое богатство – по индексу Маргалефа [6]. Показатель доминирования определяли с помощью индекса Берджер-Паркера [7]. Для индикации нарушений в структуре изучаемого сообщества применяли ABC-метод [8]. При этом в дополнение к графической информации определяли цифровой индекс W, предложенный Мейр и Доре [9].

Результаты исследований и их анализ

В результате проведенных работ в составе зообентоса северной части Сухого лимана за весь период исследований зарегистрировано 44 вида беспозвоночных. Однако общее количество видов, обнаруженных в тот или иной год, колебалось от 19 до 28. Среди таксонов, входящих в состав зообентоса в 2003 г., преобладали Polychaeta (35,7%) и Bivalvia (17,9%). В 2004 г. к преобладающим таксонам добавились Amphipoda (30,4%). Эти же группы доминировали и в последующие годы (табл. 1).

Таблица 1

Таксономическая структура макрозообентоса северной части Сухого лимана

Таксоны	2003		2004		2005		2006	
	S	%	S	%	S	%	S	%
Polychaeta	10	35,7	3	13,0	5	26,3	6	23,1
Cirripedia	1	3,6	1	4,4	–	–	–	–
Decapoda	–	–	–	–	–	–	1	3,9
Mysidacea	1	3,6	–	–	–	–	–	–
Cumacea	1	3,6	1	4,4	–	–	1	3,9
Isopoda	3	10,7	2	8,7	1	5,3	3	11,5
Amphipoda	3	10,7	7	30,4	5	26,3	5	19,2
Gastropoda	2	7,1	3	13,0	3	15,8	3	11,5
Bivalvia	5	17,9	5	21,7	5	26,3	5	19,2
Chironomidae	2	7,1	1	4,4	–	–	2	7,7
Vсero	28	100,0	23	100,0	19	100,0	26	100,0

Примечание: S – число видов

В 2003 г. в составе макрозообентоса северной части Сухого лимана доминирующими были двустворчатые моллюски: по численности – *C. glaucum*, а по биомассе – *A. ovata*. Индекс Берджер-Паркера в первом случае составлял 0,59, а во втором – 0,38. В последующие годы доминирование по численности перешло к мелкому брюхоногому моллюску *H. acuta* (индекс Берджер-Паркера составлял от 0,59 до 0,69), тогда как, по биомассе доминирование осталось у *A. ovata* (2004 г.), *M. galloprovincialis* (2005 г.), *C. glaucum* (2006 г.). Среди червей наиболее высокого количественного развития в течение всего периода исследований достигал *H. diversicolor*, а среди ракообразных – *M. gryllotalpa* и *I. baltica basteri* (табл. 2).

Таблица 2

Количественные показатели доминантных и субдоминантных видов макрозообентоса северной части Сухого лимана

Виды	2003 г.		2004 г.		2005 г.		2006 г.	
	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Hediste diversicolor</i> O.F. Muller	360±18	5,8±0,12	100±52	45,8±1,12	1550±84	68,4±1,60	906±43	46,4±4,20
<i>Polydora cornuta</i> Bosc	480±27	0,2±0,03	237±34	0,3±0,02	75±16	0,1±0,02	143±18	0,2±0,02
<i>Capitella capitata</i> (Fabricius)	545±32	0,5±0,04	50±8	0,1±0,01	75±12	0,2±0,03	–	–
<i>Idotea baltica basteri</i> Audoin	540±30	0,5±0,07	1750±185	10,6±0,35	1825±120	10±0,42	193±24	1,9±0,08
<i>Gammarus aequicauda</i> Mart	–	–	125±37	0,7±0,06	50±10	0,5±0,02	62±12	0,6±0,03
<i>Dexamine spinosa</i> (Montagu)	550±38	0,5±0,05	1775±178	1,2±0,04	225±35	0,3±0,02	112±22	0,1±0,02
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i> Costa	750±46	1,1±0,08	4300±235	3,9±0,10	850±64	1,2±0,06	1375±135	1,4±0,07
<i>Corophium volutator</i> M.-Edwards	–	–	1250±135	0,7±0,05	100±24	0,1±0,02	68±22	0,1±0,02
<i>Mohrensternia lineolata</i> Michaud	115±17	0,4±0,06	4550±245	8,5±0,14	25±8	0,4±0,03	125±28	0,5±0,04
<i>Setia valvatoidea</i> Milachevitch	750±46	0,8±0,07	1750±95	1,2±0,06	25±12	0,1±0,02	25±10	0,1±0,02
<i>Hydrobia acuta</i> (Draparnaud)	670±55	4,5±0,14	75350±632	111,5±2,65	16150±325	41,5±3,70	14581±285	33,0±2,72
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmelin)	40±12	0,5±0,05	175±25	0,8±0,04	75±23	1,6±0,07	175±18	14,5±0,22
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamk	175±23	1,5±0,08	100±15	1,2±0,05	125±28	1321±34,50	12±8	27,1±1,82
<i>Cerastoderma glaucum</i> Poiret	5845±256	19,0±0,16	2612±145	137,2±2,55	475±42	291±11,60	1343±120	81,7±8,82
<i>Abra ovata</i> (Philippi)	170±26	20,2±0,18	11587±455	499,4±9,20	3275±243	248±10,80	400±45	29,7±2,32
<i>Mya arenaria</i> Linne	15±5	0,2±0,02	650±65	0,9±0,06	225±55	96,3±9,60	45±10	31,1±2,64

Примечание: N – численность, экз.·м⁻²; B – биомасса, г·м⁻²

Кроме видов, указанных в табл. 2, в состав макрозообентоса Сухо-го лимана входили редкие в наших сборах Polychata *Phyllodoce tuberculata* Bobretzky, *Harmothoe imbricata* (Linne), *Grubea clavata* (Claparede), *Neanthes succinea* (Leuckart), *Platynereis dumerilii* (Audouin et M.-Edwards), *Spio filicornis* (O. F. Muller), *Prionospio cirrifera* Wiren, *Fabricia sabella* (Ehrenberg). Среди Isopoda редкими были *Sphaeroma pulchellum* (Colosi), а среди Amphipoda – *Stenothoe monoculoides* (Montagu), *Apherusa bispinosa* (Bate), *Nototropis guttatus* (A. Costa), *Marinogammarus olivii* M. – Edwards, *Melita palmata* (Montagu), *Cardiophilus baeri* G. O. Sars, *Orchestia bottae* M. – Edwards, *Microprotopus minutus* Sowinsky, *Amphithoe vaillanti* Lucas, *Jassa oca* (Bate), *Erichthonius difformis* M. – Edwards, *Corophium bonelli* M. – Edwards.

К числу случайных видов, встреченных в единичных экземплярах, можно отнести *Amphibalanus improvisus* Darwin (Cirripedia), *Rhithropanopeus harrisi tridentata* (Maitland) (Decapoda), *Gastrosaccus sanctus* (Van Beneden) (Mysidacea), *Eurydice racovitzai* Bacesco (Isopoda), *Iphinoe maeotica* (Sowinskyi) (Cuma-cea), *Thalassomyia frauenfeldi* (Shiner), *Chironomus salinarius* (Kieffer) (Chironomidae).

Среди трофических групп зообентоса в целом по количеству видов доминировали детритофаги и эврифаги. По численности в 2003 г. преобладали сестонофаги, а по биомассе – детритофаги. В последующие годы преобладание по численности перешло к детритофагам, а по биомассе – к сестонофагам (табл. 3).

Таблица 3

Трофическая структура макрозообентоса северной части Сухо-го лимана

Трофические группы	2003 г.			2004 г.			2005 г.			2006 г.		
	S	N	B	S	N	B	S	N	B	S	N	B
Сестонофаги	17,9	72,5	36,4	21,7	3,5	17,8	21,1	3,6	82,0	15,4	6,0	58,8
Детритофаги	32,1	15,4	47,4	47,8	87,5	74,1	47,4	81,5	14,0	30,8	64,0	21,1
Фитофаги	7,1	0,9	0,3	8,7	5,8	1,2	10,5	1,0	0,2	7,7	1,0	0,2
Плотоядные	10,7	3,6	0,3	–	–	–	5,3	0,4	0,2	11,5	0,6	3,1
Эврифаги	32,2	7,6	15,6	21,8	3,2	6,9	15,7	13,5	3,6	34,6	28,4	16,8

Примечание: S – число видов, %; N – численность, %; B – биомасса, %

Применение ABC-метода для выявления нарушений в структуре изучаемого сообщества показало тенденцию к ухудшению состояния макрозообентоса за период с 2003 по 2006 гг. (рис. 1). По взаимному расположению кривых накопленной численности и биомассы зообентоса можно судить о наличии изменений во взаимоотношении видов, относящихся в данном сообществе к К- и г-стратегам. Как видно из графиков, представленных на рис. 1, в 2003 г. состояние зообентоса можно назвать удовлетворительным, так как кривая для численности лежит ниже кривой для биомассы.

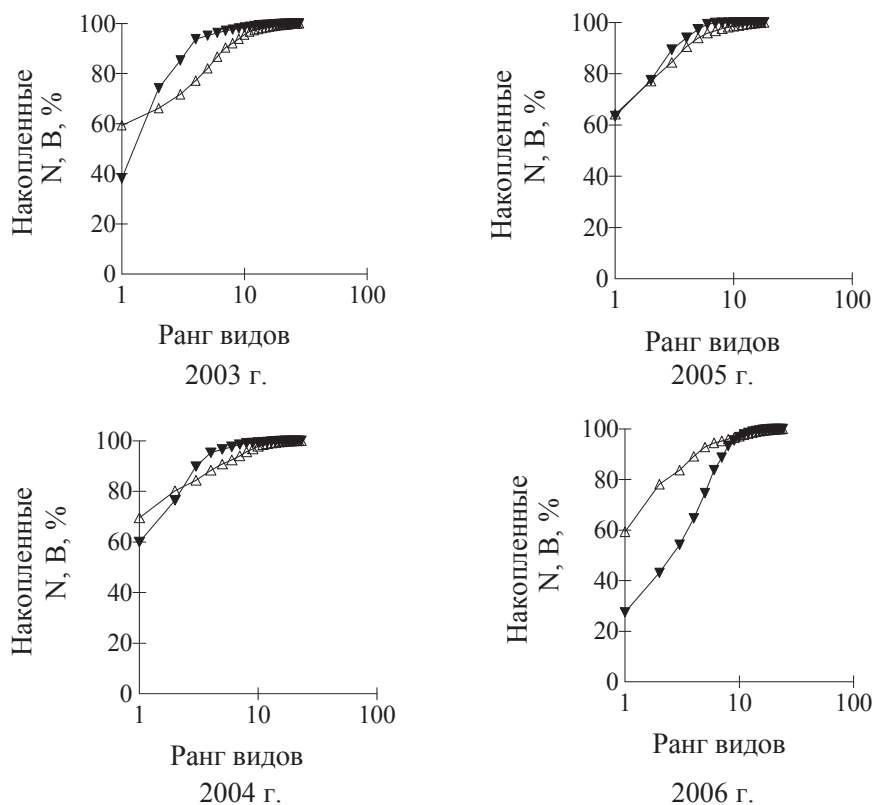


Рис. 1. Распределение накопленной численности (N , светлые треугольники) и биомассы (B , темные треугольники) макрозообентоса северной части Сухого лимана в 2003–2006 гг.

В данном случае преобладающими видами в сообществе были двустворчатые моллюски, которые являются K -стратегами с относительно высокой биомассой. Известно, что для ненарушенных сообществ характерно большее разнообразие численности организмов по сравнению с биомассой [8]. При изменениях параметров окружающей среды, связанных с загрязнением, преобладающими по численности становятся r -стратеги. При этом кривая для численности на соответствующем графике располагается выше кривой для биомассы. Так, в 2004–2005 гг. состояние зообентоса становится неустойчивым, так как обе кривые начинают сближаться. В 2006 г. стабильность изучаемого сообщества была явно нарушена, так как кривые поменялись местами (рис. 1). В этот период доминирование по численности переходит к мелким брюхоногим моллюскам, которые являются r -стратегами.

Об этом также свидетельствуют значения W (АВС-индекса), которые к 2006 г. стали отрицательными (табл. 4). Как известно, этот индекс является весьма чувствительным индикатором антропогенных нарушений среды и

может быть использован при мониторинге восстановления сообществ после стрессовых воздействий [9]. По-видимому, в данном случае прослеживается влияние крупных промышленных предприятий, расположенных на берегах лимана.

Таблица 4

Индексы разнообразия макрозообентоса северной части Сухого лимана

Годы	D_N	D_B	M_N	M_B	E_N	E_B	W
2003	0,6302	0,7187	2,9363	6,8007	0,5048	0,4554	0,052
2004	0,5007	0,5923	1,8975	3,2713	0,4063	0,4059	0,024
2005	0,5608	0,5601	1,6776	2,2248	0,4587	0,4128	0,032
2006	0,6051	0,8561	2,2749	4,0384	0,4518	0,6851	-0,137

Примечание: D – индекс Симпсона, M – индекс Маргалефа, E – индекс Пиелу, W – ABC-индекс (N – по численности, B – по биомассе)

Применение индексного подхода при анализе межгодовой изменчивости биоразнообразия зообентоса Сухого лимана подтвердило тенденцию, обнаруженную с помощью ABC-метода. Так, индекс Симпсона, который представляет собой меру разнообразия, был выше по численности в 2003 г., когда сообщество было в удовлетворительном состоянии. При ухудшении состояния сообщества к 2006 г. значение этого индекса по биомассе оказалось наивысшим (табл. 4). Индекс Маргалефа, показывающий биоразнообразие относительно видового богатства, которое определяется не только количеством видов, но и тем, как эти виды распределены относительно особей их представляющих, за исследуемый период снизился как по численности, так и по биомассе. Обычно значение этого индекса падает в случае ухудшения условий обитания, связанного с загрязнением среды. Индекс Пиелу, отражающий выравненность, показывает насколько биоразнообразие отличается от максимально возможного при данном числе видов. Чем ближе значение этого индекса к единице, тем выше выравненность. Данные, представленные в табл. 4, свидетельствуют о том, что выравненность за изученный период мало изменилась, так как значения индекса Пиелу оставались на среднем уровне.

Выводы

1. В результате проведенных исследований было установлено, что фауна северной части Сухого лимана носит морской характер.
2. Всего в период исследований в составе макрозообентоса северной части Сухого лимана зарегистрировано 44 вида. Количество видов колебалось по годам от 19 до 28.

3. В макрозообентосе преобладали Polychaeta (до 35,7 % от общего количества видов), Bivalvia (до 26,3 %) и Amphipoda (до 30,4 %).
4. Доминирующими видами макрозообентоса были представители Gastropoda (до 74,5 % по численности) и Bivalvia (до 53,1 % по биомассе).
5. Преобладающими трофическими группами макрозообентоса были детритофаги (до 87,5 % по численности) и сестонофаги (до 82,2 % по биомассе).
6. За период с 2004 по 2006 гг. стабильность сообщества макрозообентоса северной части Сухого лимана была нарушена, что подтверждается результатами, полученными с помощью ABC-метода, а также индексного подхода.

Список использованной литературы

1. *Гринбарт С. Б.* Зообентос лиманов северо-западного Причерноморья и смежных с ним участков моря / С. Б. Гринбарт // Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Одесса, 1967. – 52 с.
2. *Лосовская Г. В.* Об изменениях донной фауны Сухого лимана после его соединения с морем / Г. В. Лосовская // Биологические проблемы океанографии южных морей. – Киев.: Наук. думка, 1969. – С. 56–59.
3. *Синегуб И. А.* Макрозообентос Сухого лимана и смежной части Черного моря / И. А. Синегуб // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Сб. науч. тр. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2002. – вып. 1(6). – С. 338–345.
4. *Киселева М. И.* Бентос рыхлых грунтов Черного моря / М. И. Киселева – Киев: Наук. думка, 1981. – 168 с.
5. *Федоров В. Д.* Экология / В. Д. Федоров, Т. Г. Гильманов – М.: Изд-во МГУ, 1980. – 464 с.
6. *Одум Ю.* Основы экологии / Ю. Одум – М.: Мир, 1975. – 743 с.
7. *Малзумян С. А.* Изменение разнообразия зообентоса рыхлых грунтов в районе юго-восточного Крыма (на примере бухты Лисья) / С. А. Малзумян Е. А. Болтачева, Н. А. Колесникова // Современное состояние биоразнообразия прибрежных вод Крыма (Черноморский сектор). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2003. – С. 229–238.
8. *Warwick R. M.* A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities / R. M. Warwick // Mar. Biol. – 1986. – 92. – P. 557–562.
9. *Meire P. M.* Use of the abundance/biomass comparison method for detecting environmental stress: some considerations based on intertidal macrozoobenthos and bird communities / P. M. Meire, J. Dereu // J. Appl. Ecol. – 1990. – 27. – P. 210–223.

Статья поступила в редакцию 12.06.2014

О. Ю. Варігін¹, О. А. Рибалко²

Одеська філія Інституту біології південних морів НАН України,

¹відділ екологічної інтеграції біоциклів,

²відділ екології крайових угруповань,

вул. Пушкінська, 37, Одеса, 65011, Україна

МІЖРІЧНА МІНЛИВІСТЬ МАКРОЗООБЕНТОСУ ПІВНІЧНОЇ ЧАСТИНИ СУХОГО ЛИМАНУ

Резюме

Показано характер зміни параметрів макрозообентосу північної частини Сухого лиману в літній період 2003–2006 рр. Визначено міжрічну мінливість видового складу і кількісних показників цього угруповання. Виділено домінуючі види

та основні трофічні групи макрозообентосу. Проведено аналіз біорізноманіття угруповання з використанням індексного підходу. Визначено порушення в структурі угруповання м'яких ґрунтів мілководної частині Сухого лиману.

Ключові слова: зообентос, видовий склад, кількісні характеристики, Сухий лиман.

A. Yu. Varigin¹, A. A. Rybalko²

Odesa Branch of the Institute of Biology of the Southern Seas NAS of Ukraine,

¹Department of Ecological Integration of Biocycles,

²Department of Ecology of Edged Communities,

37, Str. Pushkinska, Odesa, 65011, Ukraine

INTERANNUAL CHANGEABILITY OF MACROZOOBENTHOS IN THE NORTHERN PART OF THE SUKHOI LIMAN

Summary

The character of change of parameters of macrozoobenthos in the northern part of the Sukhoi Liman in summer period 2003–2006 is shown. The interannual changeability in species composition and quantitative characteristics of this community are defined. The dominant species and the major trophic groups of macrozoobenthos are determined. The analysis of biodiversity in the community using the index approach was carried out. The distortions in the community structure of the soft bottom in shallow part of the Sukhoi Liman are defined.

Keywords: zoobenthos, species composition, quantitative characteristics, the Sukhoi Liman.