

Н. А. БОЛТАЧЕВА, Н. А. МИЛЬЧАКОВА, Н. В. МИРОНОВА

ИЗМЕНЕНИЯ БЕНТОСА В РАЙОНЕ КАЛАМИТСКОГО ЗАЛИВА ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭВТРОФИРОВАНИЯ

Описаны состав и распределение бентоса в районе Каламитского залива Черного моря. Показано, что эвтрофирование способствует развитию зеленых водорослей и двусторчатых моллюсков. Дана характеристика изменений видового состава и структуры бентоса за 30-летний период.

Донная флора и фауна большинства заливов и бухт Черного моря достаточно хорошо изучены. Не является исключением и один из крупнейших заливов западного Крыма — Каламитский. Однако последняя полномасштабная съемка бентоса была выполнена здесь в конце 50-х - начале 60-х годов [2,3,4]. Вместе с тем, за прошедшие 30 лет в гидрохимическом режиме залива произошли существенные изменения, вызванные сбросом в него промышленно-бытовых стоков, ежегодный объем которых составляет около 350 тыс. м³ (данные КрымАзЧеррыбвода). Прозрачность воды в прибрежной зоне снизилась в 5 раз, а содержание биогенов в поверхностных водах возросло вдвое (данные Сакской гидрогеологической станции). Эти изменения, несомненно, оказали влияние на состояние всей прибрежной экосистемы залива. Учитывая сказанное, мы поставили задачу: изучить возможные изменения бентоса в районе Каламитского залива под влиянием эвтрофирования.

Материал и методика. В августе 1988 г. была исследована донная растительность в прибрежной зоне залива. Выполнено два разреза на глубине от 2 до 12 м: озеро Сакское (по канализационному трубопроводу) и оз.Кызыл-Яр. Помимо того, был заложен горизонтальный профиль в районе Сакского городского пляжа на глубине 2 м и на расстоянии 20 м от берега. Всего на трех разрезах и 11 станциях методом учетных площадок собрано и обработано по стандартной гидробиотической методике 32 пробы макрофитобентоса. Видовой состав макрофитов определен А.А. Калугиной-Гутник. Степень трофности района выявляли по индексу сапробности Ченя. В табл.1 номера разрезов расположены в порядке их упоминания.

В 1991-92 гг. бентосная съемка залива выполнена на НИС "Академик Ковалевский" на глубинах от 15 до 105 м. 15 станций располагались в основном по двум разрезам - от м. Евпаторийского и м. Лукулл, которые пересекались в море в точке с глубиной около 100 м, 7 станций выполнено севернее м. Евпаторийского. Бентос собирали дночерпателем "Океан-50" с площадью захвата 0,25 м² и тралом Сигсби, промывали через систему сит с наименьшим диаметром ячеи 2 мм, фиксировали 4% формалином. Учитывали организмы макрозообентоса. Всего отобрано 29 дночерпательных и 8 траловых проб. На 4 станциях из 22 собран лишь качественный материал (траловые сборы).

Донные осадки в прибрежной зоне представлены среднезернистыми песками, глубже 10 м залегают илы. В целом на участке побережья Евпатория-Севастополь жесткие грунты расположены на глубине до 20 м.

Результаты и обсуждение. В прибрежной зоне растительный покров представлен скоплениями неприкрепленных водорослей, изредка встречаются морские травы. Всего идентифицирован 21 вид макрофитов, среди которых зеленых - 4, бурых - 5, красных - 10 и два вида морских трав. Доминируют фитоценозы нитчатых водорослей рода *Cladophora* и *Feldmannia lebelii*, имеющие моно- и олигодоминантную структуру. Наиболее высокое проективное покрытие растительности наблюдается у пляжа г. Саки на глубине 2-3 м (табл.1), с увеличением глубины оно существенно снижается.

© Н.А. Болтачева, Н.А. Мильчакова, Н.В. Миронова, 1999

Таблица 1. Характеристика макрофитобентоса в прибрежной части Каламитского залива
Table 1. Characteristics of macrophytobenthos in the coastal zone of the Kalamitsky Bay

Разрез	Глубина, м	Среднее покрытие, %	Средняя биомасса по разрезу, г.м ⁻²	Фитоценоз
1	2-10	46	592,0 ± 253,0	<i>Cladophora</i> - <i>Feldmannia lebelii</i>
2	2-12	36	351,5 ± 97,2	<i>Cladophora</i> - <i>Feldmannia lebelii</i>
3	2	75	584,7 ± 181,2	<i>Cladophora</i> - <i>Feldmannia lebelii</i>

Биомасса доминирующих видов на глубине 2-3 м колеблется от 508 до 1529 г. м⁻², а на глубине 10-12 м - от 72 до 101 г. м⁻². Анализ горизонтального распределения водорослей показал, что наиболее густой растительный покров, состоящий из видов рода *Cladophora*, - в районе городского пляжа на глубине 2 м. Здесь биомасса фитоценоза кладофоры достигает 881 г.м⁻². При удалении от зоны пляжа на 100 м средняя биомасса водорослей уменьшается почти в 7 раз (130 г. м⁻²). На разрезе 1 в зоне трубопровода появились группировки *Cystoseira barbata*, которые здесь ранее не регистрировались [2]. Слоевидные цистозироиды небольшие, полностью покрыты эпифитами, что свидетельствует о ее угнетенном состоянии.

Во флоре преобладают мезо- и олигосапробные виды (48% и 33% соответственно), доля полисапробных видов (19%) значительно ниже (табл.2).

Таблица 2. Макрофиты прибрежной зоны Каламитского залива (съемки 1964 и 1988 гг.)
Table 2. Species of macrophytes in the coastal zone of the Kalamitsky Bay (1964 and 1988)

Вид	Сапробность	Сроки вегетации	оз. Сакское 1964 1988	оз. Кызыл-Яр 1964 1988
<i>Cladophora albida</i> (Huds.)	мс	О	+	+
<i>C. laetevirens</i> (Dillw.)	пс	О		+
<i>Enteromorpha clathrata</i> (Roth)	мс	О		+
<i>E. intestinalis</i> (L.)	пс	О		+
<i>Cladostephus verticillatus</i> (Lightf.)	ос	М		+
<i>Cystoseira barbata</i> (Good. et Wood.)	ос	М		+
<i>Ectocarpus arabicus</i> Fig. et De Not.	ос	Сл		+
<i>Feldmannia lebelii</i> (Aresch.)	ос	Сл	+	+
<i>Sphacellaria cirrhosa</i> (Roth)	ос	М		+
<i>Antithamnion cruciatum</i> (Ag.)	мс	О		+
<i>Asterocytis ramosa</i> (Thw.)	пс	Сл		+
<i>Ceramium rubrum</i> (Huds.)	пс	О		+
<i>Chondria tenuissima</i> (Good. et Wood.)	ос	О	+	+
<i>Erythrotrichia bertoldii</i> Batt.	мс	Сл		+
<i>E. carnea</i> (Dillw.)	мс	Сл		+
<i>Kylinia virgatula</i> (Harv.)	ос	О		+
<i>Laurencia obtusa</i> (Huds.)	ос	М		+
<i>Lophosiphonia obscura</i> (Ag.)	мс	О		+
<i>Phyllophora nervosa</i> (DC.)	ос	М	+	
<i>Polysiphonia denudata</i> (Dillw.)	мс	О		+
<i>P. opaca</i> (Ag.)	мс	О		+
<i>Spermothamnion strictum</i> (Ag.)	ос	М		+
<i>Zostera marina</i> L.	мс	М		+
<i>Z. noltii</i> Hornem.	мс	М		+
Всего:			5 12	7 20

Примечание: О - однолетний вид, Сл - сезонно-летний, М - многолетний; ос-олигосапробный вид, мс - мезосапробный, пс - полисапробный.

Некоторые олигосапробные виды (роды *Chondria*, *Laurencia*), зарегистрированные в 1964 г. [2], нами не обнаружены. Удельный вес полисапробной группы выше, чем в других районах моря с высокой техногенной нагрузкой, в частности бухты Севастопольская [3]. Данные сапробного анализа, а также индекса Ченя (среднее значение - 2,6) указывают на то, что исследуемый район относится к мезотрофным. Расчеты, выполненные А.А.Калугиной-Гутник, показали, что в летнее время на 1 км береговой линии при ширине зарослей 100 м на пляжах исследуемого района скапливается до 75 т сырой массы в основном зеленых водорослей. Это свидетельствует о существенных изменениях в донной растительности прибрежных районов залива, где в 1964 г. было описано только 7 видов водорослей (зеленых - 1, бурых - 1, красных - 5) и 1 вид морских трав. Среди макрофитов доминировали олигосапробные виды [2].

Количественная оценка фитобентоса не проводилась, так как водоросли произрастали в таком малом количестве, что провести их учет было невозможно. Исследуемый район был отнесен к олиготрофным, поскольку индекс сапробности Ченя не превышал 1,9. Увеличение рекреационной нагрузки и поступление неочищенных стоков [1] создали благоприятные условия для произрастания мезо- и полисапробных видов с коротким жизненным циклом (табл.1). По-видимому, можно прогнозировать, что при существующем спаде промышленного и сельскохозяйственного производства [1], сукцессии фитобентоса залива будут направлены в сторону стабилизации растительного покрова и формирования сообществ многолетних видов водорослей.

Во время бентосной съемки залива было зарегистрировано 59 видов макрозообентоса, из которых наибольшее количество видов приходится на моллюсков и многощетинковых червей - 25 и 19 соответственно (табл.3).

Анализ состава донного населения по биомассе показал четкое выделение сообществ *Mytilus galloprovincialis*, *Modiolus phaseolinus* и *Terebellides stroëmi*. Сообщество мидии отмечено на глубинах от 18 до 80 м (средняя биомасса - 773 г.м⁻²), фазеолины - 40 - 80 м (средняя биомасса - 19,3 г.м⁻²), теребеллидеса - 70 - 100 м (средняя биомасса 2,2 г.м⁻²).

Таблица 3. Состав макрозообентоса в Каламитском заливе (1992 г.)
Table 3. Macrozoobenthos from the Kalamitsky Bay (1992)

Вид	Глубина, м			
	26-35	36-55	56-75	76-105
<i>Actinia equina</i> (L.)	+			
<i>Pachycerianthus solitarius</i> (Rapp.)			+	+
<i>Nemertini</i>		+		
<i>Genetyllus tuberculata</i> (Bobretzky)		+		
<i>Paranaitis lineata</i> (Clap.)	+			
<i>Harmothoe reticulata</i> (Clap.)	+			
<i>H. imbricata</i> (L.)				
<i>Glycera convoluta</i> Keferstein				
<i>Nereis longissima</i> (Johnston)		+		
<i>Platynereis dumerilii</i> (Aud. et M.-Edw.)				
<i>Nephtys hombergii</i> Savigny		+		+
<i>N. cirrosa</i> Ehlers		+		
<i>Micronephtys stammeri</i> (Augener)	+			
<i>Eunice vittata</i> (Delle Chiaje)				
<i>Prionospio cirrifera</i> Wiren	+			
<i>Notomastus profundus</i> Eisig	+			
<i>Heteromastus filiformis</i> (Clap.)	+			
<i>Capitomastus minimus</i> (Langer)	+			
<i>Lagis neapolitana</i> (Clap.)				
<i>Melinna palmata</i> Grube	+	+	+	
<i>Terebellides stroëmi</i> Sars	+	+	+	+

<i>Phoronis</i> sp.		+		+
<i>Balanus improvisus</i> Darwin			+	
<i>Idotea ostroumovi</i> Sowinskyi				+
<i>Synisoma capito</i> (Rathke)				
<i>Ampelisca diadema</i> (Costa)	+			
<i>Microdeutopus anomalus</i> (Rathke)	+			
<i>Pontophilus trispinosus</i> Hailstone			+	
<i>Diogenes pugilator</i> Roux				
<i>Lepidochitona cinerea</i> (L.)	+			
<i>Rissoa splendida</i> Eichwald				
<i>Calyptraea chinensis</i> (L.)	+	+	+	
<i>Bittium reticulatum</i> (Costa)				
<i>Tritia reticulata</i> (L.)				
<i>Nana donovani</i> (Risso)				
<i>Trophonopsis breviata</i> (Jeffreys)		+		
<i>Balcis incurva</i> (Renieri)				
<i>Tricolia pulla</i> (L.)				
<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lam.	+	+	+	+
<i>Mytilaster lineatus</i> (Gmel.)				
<i>Modiolus adriaticus</i> (Lam.)	+	+		
<i>M. phaseolinus</i> (Philippi)	+	+	+	+
<i>Mysella bidentata</i> (Montagu)				
<i>Acanthocardia paucicostata</i> (Sowerby)			+	
<i>Cerastoderma glaucum</i> Poiret				
<i>Parvicardium exiguum</i> (Gmelin)	+		+	
<i>Plagiocardium simile</i> (Milach.)	+	+	+	+
<i>Gouldia minima</i> (Montagu)	+	+		
<i>Pitar rudis</i> (Poli)	+	+		
<i>Chamelea gallina</i> (L.)				
<i>Polititapes petalina</i> (Lam.)	+	+		
<i>Spisula subtruncata</i> (Costa)			+	
<i>Abra alba occitanica</i> (Reclus)	+			
<i>A. renieri</i> (Broun)		+		
<i>Amphiura stepanovi</i> Djakonov	+	+	+	+
<i>Stereoderma kirschbergi</i> (Heller)	+	+		
<i>Eugira adriatica</i> (Drasche)		+	+	
<i>Ctenicella appendiculata</i> (Heller)		+	+	+
<i>Ascidella aspersa</i> (Muller)	+	+	+	

Следует отметить, что мидия обнаружена на 18 из 22 выполненных станций, причем на 8 станциях она доминировала по биомассе. Такового массового развития мидии в этом районе ранее не наблюдалось [4].

В распределении суммарной численности и биомассы бентоса выявляется определенная вертикальная зональность. Наибольшие количественные показатели отмечены на глубине 15-35 м, с увеличением глубины они снижаются (табл.4).

В 1957 г. биомассы бентоса были в 2-12 раз ниже [4] и ее наибольшие показатели не превышали 290 г.м⁻². В 1988-89 гг. максимальные значения биомассы составляли 335 и 758 г.м⁻² соответственно [6,8], что также значительно ниже полученных нами значений. Увеличение биомассы макрозообентоса в данном районе связано, по-видимому, с тем, что доминирующая роль в сообществах перешла от мелких детритофагов (полихеты) к крупным сестонофагам (моллюски, в основном мидия). Возможно, причиной таких перестроек являются изменения, происходящие в грунте и придонном слое воды. Увеличение содержания органического вещества в грунте в сочетании с низким содержанием кислорода в придонном слое приводит к увеличению количества непреобразованного органического вещества в грунте, локальной

зараженности осадков сероводородом. Известно, что в условиях заиления и эвтрофирования сообщество мидий сменяется сообществом асцидий *Eugira adriatica* [7]. На трех станциях на глубине 50-56 м (у м. Евпаторийского и м. Тарханкут) нами обнаружены сообщества с доминированием асцидий *Eugira adriatica* и *Ascidiella aspersa* (средняя биомасса бентоса 54,7 г.м⁻²). Следует отметить также, что на траверзе

Таблица 4. Численность (N) и биомасса (B) макробентоса на разных глубинах в Каламитском заливе

Table 4. Abundance and biomass of macrobenthos on different depths in the Kalamitsky Bay

Диапазон глубин	N, экз.м ⁻²	B, г.м ⁻²	Кол-во станций
15-25	1130	1213,15	3
26-35	3930	1213,73	2
36-55	185	41,0	5
56-75	127	37,05	3
76-105	37	4,89	5

пос. Николаевка на одной из станций на глубине 20 м грунт был заражен сероводородом и живые организмы там отсутствовали.

Таким образом, изменения в бентосе Каламитского залива в целом соответствуют процессам, охватившим Черное море, но имеют некоторые особенности. В ходе эвтрофирования происходит перестройка сообществ, выражающаяся в смене доминирующих видов, изменении трофической структуры. Это вызывает увеличение суммарной биомассы, чего не наблюдается в других районах моря. Однако продолжающееся эвтрофирование приводит к дальнейшей перестройке и обеднению бентосных сообществ, уменьшению их общей биомассы.

Авторы выражают благодарность Е.А. Колесниковой за определение ракообразных, А.Г. Короткову за сбор материала, сотрудникам Сакской гидрогеологической станции за предоставление материала по загрязнению Каламитского залива.

1. Боков В.А., Драган Н.А., Кобечинская В.Г. и др. Состояние окружающей природной среды в Крыму и его влияние на биоразнообразие // Биоразнообразие Крыма: оценка и потребности сохранения. – Матер. междунар. семинара, Гурзуф, 1997. – Киев, 1997. – С. 11-19.
2. Калугина-Гутник А.А., Куликова Н.М. Донная растительность у западного побережья Крыма // Экология бентосных организмов. - Киев: Наук. Думка, 1974. - С.111-132.
3. Калугина-Гутник А.А. Фитобентос Черного моря. - Киев, 1975. - 248 с.
4. Киселева М.И., Славина О.Я. Донные биоценозы у западного побережья Крыма // Труды Севастоп. биол. ст. - 1964. - 15 - С. 152-177.
5. Мильчакова Н.А. Многолетние изменения макрофитобентоса юго-западного побережья Крыма // Сб. трудов междунар. конф. "Открытое общество", октябрь, 1998. - Севастополь, 1998. - С. 30-31.
6. Михайлова Т.В. Исследование бентоса некоторых районов северо-западной части черного моря // Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского НАН Украины. - Севастополь. - 1988. - 9 с. - Деп. в ВИНТИ 25.10.88, 7622 - В88.
7. Повчун А.С. Сообщество асцидий *Eugira adriatica* в Каркинитском заливе Черного моря // Экология моря. - 1986. - вып. 23. - С. 34-38.
8. Погребов В.Б., Ревков Н.К., Рябушко В.И. Биокартирование сообщества макробентоса Каламитского залива Черного моря: многомерная классификация в целях экологического мониторинга // Вестник СПбГУ, сер.3. - 1992. - вып.4 (24). - С. 20-26.

Институт биологии южных морей НАНУ,
г. Севастополь

Получено 27.04.99

EUTROPHICATION-INDUCED CHANGES IN BENTHOS OF THE KALAMITSKY BAY

Summary

Benthic flora was studied in shallow zone of the Kalamitsky Bay and fauna down to 100 m depth. Comparative analysis of floristic changes which have been developing for the recent 25 years revealed the prevalence of formerly absent green algae. The major share in phytocenoses biomass is contributed by *Cladophora* spp. which concentrate at 2 m depth in the area subject to considerable recreation load. During the 25 years species diversity of benthic communities was increasing, the number of species has risen thrice. Coastal zone of the bay is mesotrophic, the collective portion of oligo- and mesosaprobic species amounts to 81%. The portion of polisaprobic species is 19% that is larger than in coastal waters of the Black Sea under high technogenic and recreation impact. Changes in zoobenthos of the Kalamitsky Bay are mostly similar to those registered over the Black Sea, though several special features were also detected. The transformation of communities manifested itself in the replacement of formerly dominant small polychaetes by large molluscs. This brought about an initial 2-12 times large rise of total zoobenthos biomass not found elsewhere over the sea. However the ongoing eutrophication leads to ascidian dominance and the reduction of total benthic biomass.

УДК 597.553.1 (262.5)

Г. В. ЗУЕВ, А. В. ГАЕВСКАЯ,
Ю. М. КОРНИЙЧУК, А. Р. БОЛТАЧЕВО ВНУТРИВИДОВОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЧЕРНОМОРСКОГО ШПРОТА
(*SPRATTUS SPRATTUS PHALERICUS*) У ПОБЕРЕЖЬЯ КРЫМА
(ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ СООБЩЕНИЕ)

Изучена изменчивость структурно-функциональных характеристик черноморского шпрота, обитающего в зимний период года на юго-западном шельфе Крыма. Выявлена дифференциация его на три локальные, пространственно обособленные группировки, приуроченные к центрам мезомасштабных циклонических вихрей. Показано, что маркерами группировок подобного ранга могут служить как различия основных популяционных параметров шпрота, так и его зараженность нематодой *Hysterothylacium aduncum*.

Черноморский шпрот (*Sprattus sprattus phalericus*), наряду с анчоусом, является одним из двух наиболее массовых видов рыб черноморского бассейна, занимая важное место в экосистеме Черного моря. В последние 25 лет наблюдается устойчивое увеличение объемов его вылова, что обусловлено, с одной стороны, совершенствованием пелагического тралового лова, а с другой - резким сокращением численности его врагов - крупных хищников (рыб и дельфинов). Только в одном Севастопольском регионе (юго-запад Крымского шельфа) за последнее десятилетие вылов шпрота увеличился более чем в 400 раз, а его доля в вылове всех рыб превысила 95%.

В этих условиях особенно важно иметь точное и по возможности полное представление о состоянии вида, особенностях его популяционной структуры и тенденциях ее изменений с тем, чтобы своевременно принять соответствующие меры управления. Основная задача настоящей работы состояла в изучении характера и масштабов изменчивости структурно-функциональных показателей группировки шпрота, обитающей на юго-западном шельфе Крыма, с целью изучения ее внутривидовой дифференциации.

Юго-западный шельф Крыма простирается от м. Лукулл на северо-западе до м. Сарыч на юго-востоке (рис. 1).