

*Кисели, Вельсман, Вайсман, Арте
дурин, Аюбор, мору, Бейтос Карогах*

ISSN 0203-4646

ЭКОЛОГИЯ МОРЯ



17

1984

CHANGES IN BOTTOM SEDIMENT MICROFLORA PARTICIPATING IN HYDROCARBON DECOMPOSITION UNDER ANAEROBIC CONDITIONS

Summary

Long-term experiments were conducted to study quantity dynamics of the anaerobic bottom sediment microflora in the Zeikus medium. For 7 months variations in quantity were observed in hydrocarbon-oxidizing, sulphate-reducing and denitrifying microorganisms. The number of hydrocarbon-oxidizing bacteria increased considerably by the middle of the experiment (from 10^3 to 10^7 cell/ml), by the end of the experiment it fell to the initial values. By the end of the experiment a group of denitrifying microorganisms prevailed over sulphate-reducing ones in the microbiocenosis. It is found that under anaerobic conditions oxidation of crude oil is extremely slow.

УДК 591.524.11(262.113)

Г.-В. В. МУРИНА

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО КОЛИЧЕСТВЕННОМУ РАСПРЕДЕЛЕНИЮ И ТРОФИЧЕСКИМ ГРУППИРОВКАМ МАКРОЗООБЕНТОСА БАНОК АЛЬБОРАНСКОГО МОРЯ

Большая часть исследований зообентоса шельфа Средиземного моря проведена в восточных районах моря. Первые данные о количественном распределении донных беспозвоночных в западной половине моря приведены Спэрком [8]. Им обработаны и опубликованы материалы, собранные датской океанографической экспедицией «Дана» у западного побережья Италии и в Алжирской бухте. Качественному составу и количественному распределению зообентоса западной половины Средиземного моря посвящены предварительные сообщения, сделанные на основании материалов, собранных на НИС «Академик А. Ковалевский» в 1970 и 1974 гг. [1, 3]. Однако в них приводятся лишь обобщенные данные по биотопам для всей изученной акватории. В литературе сведения по количественному развитию и трофическим группировкам зообентоса банок Альборанского моря нами не встречены.

Материалы по распределению зообентоса на банках Альборанского моря [западная часть Средиземного моря] получены во время двух рейсов на НИС «Академик А. Ковалевский» весной 1979 и осенью 1980 г. Исследованы следующие банки: Алидад, Альборан, Провансо и Трофино. Распределение станций по биотопам и глубинам представлено в табл. 1.

Количественные пробы отбирали дночерпателем «Океан» 0,25 м². Грунт промывали через систему сит. Два верхних сита с отверстиями диаметром 2 и 1 мм служили для улавливания организмов макрозообентоса. Выбранных из сит донных беспозвоночных взвешивали на весах ВДР-200 с точностью до 0,0001 г. Для сбора макрофауны использовали также бимтрал на жестких грунтах и трал Сигсби — на мягких. Коралловые рифы на банках затрудняли бентосные исследования, поэтому полученный на станциях материал ограничен восемью дночерпательными и пятью траловыми пробами (две неполноценные).

Для выяснения соотношения трофических группировок из каждого трала брали определенную часть улова. С этой целью использовали мерный кювет размером 40×40 см, высотой 2 см. Из пробы выбирали организмы макрофауны и взвешивали (особей одного вида всех вместе) с точностью до 0,0001 г. Донных беспозвоночных из тралового улова распределяли по группам, которые выделены на основании изучения (совместно с В. Д. Чухчиным) спектров питания и строения пищеварительного аппарата. Организмы макрозообентоса Альборанского моря

Таблица 1. Распределение по биотопам дночерпательных и траловых станций на банках Альборанского моря

Биотоп	Глубина, м	Банка				
		Алидад	Провансо	Альборан	Тофиньо	Всего
Крупный песок	90—105	1(1)*	—	1(0)	1(0)	3(1)
Песок с ракушей	130	—	—	1(1)	—	1(1)
Алевритовый ил	165—375	—	2(1)	1(0)	—	3(1)
Кораллигеновая плита	100	—	—	—	1(1)	1(1)
Мертвые кораллы	75	0(1)	—	—	—	0(1)

* В скобках число траловых станций.

отнесены к следующим пяти трофическим группировкам: сестонофаги неподвижные и подвижные, детритофаги, всеядные и плотоядные.

В биотопе крупного песка на банках Алидад, Альборан и Тофиньо выполнены три дночерпательные станции (табл. 1). Средняя численность донных организмов составила 1450 экз./м², средняя биомасса 17,24 г/м². По численности первое место принадлежит червям (51,0 %), второе — ракообразным (26,1 %) (табл. 2). Первые представлены преимущественно полихетами, вторые — танаидами и амфиподами¹. Наиболее разнообразны последние: *Ceradocus semiserratus*, *Cheirocratus sundevalli*, *Elasmopus rapax*, *Gammaropsis maculatus*, *Leptocheirus bispinosus*, *Lysianassa ceratina*, *Parancetromedon crenulatus*. По био-

Таблица 2. Соотношение по численности, биомассе макрозообентоса в разных биотопах банок Альборанского моря

Биотоп	Группа животных					
	Черви	Моллюски	Иглокожие	Ракообразные	Прочие	Всего
Крупный песок	740 (51,0)*	117 (8,1)	151 (10,4)	379 (26,1)	63 (4,4)	1450
	1,39 (8,1)	5,02 (29,1)	0,34 (1,9)	3,87 (22,5)	6,62 (38,4)	17,24
Песок с ракушей	1048 (81,9)	8 (0,6)	—	216 (16,9)	8 (0,6)	1280
	6,71 (10,1)	13,14 (19,7)	—	0,97 (1,4)	46,0 (68,8)	66,82
Кораллигеновая плита	24 (2,68)	48 (5,36)	16 (1,78)	—	808 (90,18)	896
	21,44 (1,8)	42,88 (3,6)	14,24 (1,19)	—	1113,2 (93,41)	1191,76
Алевритовый ил	367 (75,7)	49 (10,1)	17 (3,5)	49 (10,1)	3 (0,6)	485
	19,15 (88,5)	0,48 (3,9)	0,62 (2,9)	0,36 (1,7)	0,66 (3,0)	21,63

* Верхняя строка — численность, экз./м²; нижняя — биомасса, г/м²; в скобках — в процентах.

массе доминируют губки и кишечнорастворимые, вместе с асцидиями и брахиоподами отнесенные в группу «Прочие». В количественном отношении преобладают многочисленные кишечнорастворимые: *Eunicella stricta*, *E. cavolinii*, *Funiculina quadrangularis*, *Paramuricea chamaeleon*, *Alcyonium palmatum*. Данные по соотношению пищевых группировок не приведены, так как полноценных траловых уловов на этом биотопе получить не удалось.

В биотопе песка с ракушей на банке Альборан выполнена одна станция (ст. 1404), на которой получены дночерпательная и траловая пробы. Численность организмов макрозообентоса составляла 1280 экз./м², биомасса 66,82 г/м². По количеству особей преобладали черви *Polychaeta* (81,9 %), по биомассе — плеченогие *Gryphus vitreus*

¹ Амфиподы определены И. И. Грезе (ИнБЮМ), моллюски — В. Д. Чухчинным (ИнБЮМ), десятиногие раки — Д. Зденеком (МГУ), брахиоподы — О. Н. Зезиной (ИО АН СССР), за что автор выражает им свою признательность.

(68,8 %). Среди трофических группировок по численности (60,7 %) и особенно по биомассе (94,7 %) резко преобладали неподвижные сестонофаги, представленные губками, мшанками, баянцусами и брахиоподой *Terebratulina retusa*. Второе место по обоим показателям занимали плотоядные — полихеты семейства Eunicidae, *Hyalinoecia tubicola* и хищный брюхоногий моллюск *Ocenebra edwardsi*. Всеядные организмы были немногочисленны, детритофаги отсутствовали (табл. 3).

Следует обратить особое внимание на богатый видовой состав донных организмов, населяющих песок с ракушей. Это проявляется в отнoшении моллюсков (*Calliostoma zizyphynus*, *Ranella gigantea*, *Avicula* sp., *Muricopsis cristatus*, *Nassarius* sp.) и десятиногих раков (*Ebalia pux*, *Eurinome aspera*, *Carcinus mediterraneus*, *Munida* sp., *Parthenope massemata*).

На банке Тофиньо на глубине 100 м одна станция (ст. 1406) была выполнена на твердой известковой плите. Лаубье [7] выделил этот биотоп в районе Баньюльса (Южная Франция) и назвал его *fonds coralligenes* — кораллигеновое дно, или *concretions coralligenes* — кораллигеновая конкреция (плита). Образованная аккумуляцией талломов известковых водорослей *Lithothamnaceae* и *Squamariae*, она отличается высокой твердостью и гетерогенной структурой, что обуславливает значительное разнообразие экологических ниш.

Трал принес большой кусок плиты размером 120×55, толщиной 35 см. Его верхняя поверхность была густо покрыта организмами эпифауны: мелкими разноцветными губками, гидроидными полипами *Synthesium evansi*, зоантариями *Parazoanthus axinellae*, горгонариями *Eunicella cavolinii*, *Paramuricea chamaeleon*, *Isidella elongata*, мягкими кораллами *Alcyonium palmatum*, *A. brioniense*, мшанками, седентарными полихетами семейства *Sabellidae*, двустворчатыми моллюсками *Anomia* sp., *Avicula* sp. и прозрачными асцидиями *Ascidia virginea*. Второй меньший кусок плиты размером 45×32×20 см был поднят дночерпателем. Его верхняя поверхность также оказалась густо покрытой многочисленными прикрепленными организмами. Они были срезаны скальпелем, подсчитаны и взвешены (организмы мельче 1 мм не учитывались). Полученные по численности и биомассе данные пересчитаны на 1 м².

Численность макрозообентоса достигала 896 экз./м², биомасса — 1166,48 г/м². Доминирующими группами по обоим показателям были губки, кишечнoполостные и плеченогие, составляющие вместе по численности 90,18 и биомассе 93,41 % (табл. 2). Губки представлены следующими родами и видами: *Chondrosia reniformis*, *Axinella* sp., *Hali-chondria panicea*, *Sycon* sp., кишечнoполостные — гидроидами *Synthesium evansi*, шестилучевыми коралловыми полипами *Caryophyllia smithi*, горгонариями *Eunicella stricta*, *Paramuricea chamaeleon*, восьмилучевыми мягкими кораллами *Alcyonium palmatum*, плеченогими *Crania anomala*. Главной и почти единственной трофической группировкой кораллигеновой плиты были неподвижные сестонофаги, составляющие по численности 92,8, биомассе — 96,5 % (табл. 3).

Таблица 3. Процентное соотношение трофических группировок макрозообентоса на банках Альборанского моря

Трофические группировки	Биотоп, банка		
	Песок с ракушей, Альборан	Крупный песок, Алиад	Кораллигеновая плита, Тофиньо
Сестонофаги неподвижные	60,7*	60,6	92,8
	94,7	99,4	96,5
Сестонофаги подвижные	8,9	16,0	3,6
	0,4	0,2	1,6
Детритофаги	—	3,3	1,8
	—	0,03	0,1
Всеядные	5,3	4,1	—
	0,8	0,07	—
Плотоядные	25,1	16,0	1,8
	4,1	0,3	1,8

* Верхняя строка — по численности, нижняя — по биомассе.

В биотопе мертвых кораллов банки Алидад (ст. 1401, глубина 75 м) дночерпательную пробу взять не удалось, поэтому данные по численности и биомассе отсутствуют. Пятиминутное траление принесло богатый улов, насчитывающий свыше 700 организмов макрозообентоса.

Доминирующей пищевой группировкой как по численности, так и по биомассе здесь также оказались неподвижные сестонофаги. К ним отнесены гидроидные полипы *Sertularella* sp., зоантария *Parazoanthus axinellae*, горгоновые кораллы *Isidella elongata*, *Eunicella stricta*, мягкие восьмилучевые кораллы *Alcyonium palmatum*, *A. brioniense*, *Parerythropodium coralloides*, трубчатые полихеты семейства *Sabellidae*, двустворчатые моллюски *Avicula* sp., *Saxicava* sp., *Modiola phaseolini*, асцидия *Ascidia virginea*. Мертвые кораллы представляют благоприятные условия существования для многочисленных и разнообразных десятиногих раков: *Eualus occultus*, *Scyllarus arcuatus*, *Nematopagurus longicornis*, *Anapagurus chiriacanthus*, *Galathea strigosa*, *G. intermedia*, *Nomola barbata*, *Calappa granulata*, *Macropipus arcuatus*.

Рассмотренные выше биотопы выделены на твердых грунтах. Мягкие грунты были найдены лишь у подножья банок Провансо и Альборан на глубинах 165—375 м. В биотопе алевритового ила (песчанистый ил) выполнены три дночерпательные станции; полноценных траловых уловов получить не удалось.

Средняя численность макрозообентоса — 485 экз./м², биомасса — 21,63 г/м². Доминирующими формами являются организмы инфавны, представленные в основном детритофагами: полихетами *Onuphis conchylega* и сипункулидами *Onchnesoma steenstrupii*, *Golfingia vulgaris*, *G. glacialis*, *Aspidosiphon kovalevskii*, в меньшей степени — неподвижными сестонофагами: трубчатой полихетой *Sabella pavonia* и асцидией *Microcosmus claudicans*. Как по численности, так и биомассе на алевритовом илу преобладали черви, составляющие соответственно 75,7 и 88,5 % (см. табл. 2).

Несомненный фаунистический интерес представляет нахождение в Альборанском море на банке Провансо (ст. 1403, глубина 330 м) редкой приапулиды *Chaetostephanus praeposteriens* Salvini-Plaven, 1974, известной ранее лишь в Адриатическом море [7]. Исключительно богата и разнообразна здесь фауна десятиногих раков: *Solenocera membranacea*, *Acanthephyra eximia*, *Parapandalus narval*, *Pontocaris catharracta*, *Ebalia nus*, *Monodaceus couchi*, *Inachus dorsettensis*.

Сравнение численности и биомассы макрозообентоса в разных биотопах банок Альборанского моря показывает, что первая выше всего на крупном песке, вторая — на кораллигеновой плите (см. табл. 2). Основная трофическая группировка на твердых грунтах — неподвижные сестонофаги (эпифауна): губки, кишечнополостные, брахиоподы и асцидии. На мягких грунтах у подножья банок (алевритовом илу) ведущая роль принадлежит детритофагам (инфауне) — полихетам и сипункулидам.

Полученные данные по развитию зообентоса поднятий Альборанского моря использованы нами для сравнения их с одноименными показателями бентоса шельфа различных акваторий Средиземного моря, а также соседних морей — Черного и Красного. С этой целью составлены таблицы (табл. 4 и 5), в которых приведены материалы из опубликованных отечественных [1—5] и зарубежных работ [9].

Наиболее высокие величины средней численности в биотопах песка, илистого песка и песчанистого ила наблюдались для макрозообентоса шельфа Черного моря (2450—4830 экз./м²), песка с ракушей — Альборанского (1280 экз./м²), литотамния — Адриатического (2540 экз./м²). Высокими показателями средней биомассы (368 г/м²) отличается фауна, населяющая биотоп песка Венецианской лагуны Адриатического моря [9]. На илистом песке и песчанистом илу наибольшая средняя биомасса отмечена для шельфа Черного моря (54,6 и 211,4 г/м²), на

Таблица 4. Средняя численность макрозообентоса в различных биотопах шельфа Черного, Средиземного и Красного морей, экз/м²

Море	Биотоп					
	Песок	Песок с ракушей	Литотам-ный	Илистый песок	Песчани-стый ил	Ил
Черное [4]	2900	—	—	3460	4830	2450
Эгейское [4]	110	—	660	190	200	30
Адриатическое [4]	—	—	2540	1370	1490	1020
Тирренское *	720	—	—	—	—	31
Лигурийское *	127	129	767	—	84	58
Балеарское **	254	186	—	208	194	201
Альборанское	1450	1280	—	485	—	—
Красное [2]	328	—	1271	407	218	283

* Здесь в табл. 5 приведены неопубликованные данные Н. Г. Сергеевой.

** Данные автора.

песке с ракушей — на банках Альборанского моря (66,8 г/м²) и на литорали — в Лигурийском море (76,7 г/м²).

Обнаруженный на банке Трофино биотоп — кораллигеновая плита — аналогичен биотопу литотамния, широко распространенному в Эгейском, Лигурийском и Адриатическом морях, но значительно превышает его по биомассе и видовому богатству зообентоса.

Таблица 5. Средняя биомасса макрозообентоса в различных биотопах шельфа Черного, Средиземного и Красного морей, г/м²

Море	Биотоп					
	Песок	Песок с ракушей	Литотам-ный	Илистый песок	Песчани-стый ил	Ил
Черное [4]	326,5	—	—	54,6	211,4	135,4
Эгейское [4]	3,4	—	5,2	2,4	1,5	2,0
[1]	—	6,3	11,4	0,4	—	—
Район лагуны [9]	368,0	—	—	—	—	34,9
Адриатическое	—	38,8	—	35,8	30,1	12,9
Северная часть [3]	1,68	—	7,1	5,2	7,6	7,7
Южная часть [3]	13,9	—	—	—	—	5,0
Тирренское	22,0	41,0	76,6	—	1,0	1,0
Лигурийское	9,8	—	—	3,3	—	—
Банки центральной час- ти Средиземного моря [1]	4,2	3,7	—	3,7	3,4	9,6
Балеарское	17,2	66,8	—	21,6	—	—
Альборанское	1,9	—	42,1	2,2	1,6	11,5
Красное [2]						

1. Предварительные данные о количественном развитии макробентоса в западной части Средиземного моря / Е. Б. Маккавеева, И. И. Грезе, Н. М. Куликова и др. — В кн.: Экспедиционные исследования в Средиземном море в мае—июне 1970 г. Киев: Наук. думка, 1971, с. 15—21.
2. Мурина В. В. Качественная и количественная характеристика макробентоса Красного моря. — В кн.: Бентос шельфа Красного моря. Киев: Наук. думка, 1971, с. 3—22.
3. Предварительные данные о распределении макробентоса на шельфе Средиземного моря / В. В. Мурина, И. И. Грезе, Н. Г. Сергеева и др. — В кн.: Экспедиционные исследования в Средиземном море в апреле—июне и августе—октябре 1974 г. Киев: Наук. думка, 1976, с. 6—26.
4. Киселева М. И. [Kisseleva M. I.]. Le développement du benthos dans les mers du bassin méditerranéen. — Rapp. Comm. int. Mer. Médit., 1968, 19, N 2, p. 103—105.
5. Чухчин В. Д. Количественное распределение бентоса в восточной части Средиземного моря. — Тр. Севастоп. биол. станции, 1963, 16, с. 215—223.
6. Laubier L. Le coralligène des Albères. — Monographie biocenotique, Paris (N. S.): Ann. Inst. oceanogr., 1966, 43, N 2, p. 137—316.
7. Salvini-Plaven L. V. Zur Morphologie und Systematik der Priapulida: Chaetostephanus praeposteriens, der Vertreter einer neuen Ordnung Seticoronaria. — Z. zool. Syst. Evolutionforsch., 1974, 12, N 1, S. 31—54.

8. Spärck R. Some quantitative investigations on the bottom fauna at the west coast of Italy, in the Bay of Algiers and the coast of Portugal. — Rep. Danish Oceanogr. Expedition 1908—1910, 1931, 3, N 7, p. 1—11.
9. Vatova A. La fauna Bentonica dell'Alto e Medio Adriatico. — Nova Thalassia, 1949, 1, N 5, p. 1—110.

Ин-т биологии юж. морей им. А. О. Ковалевского
АН УССР, Севастополь

Получено 12.05.82

G.-V. V. MURINA

**THE FIRST INFORMATION ON QUANTITATIVE DISTRIBUTION
AND TROPHIC MACROZOOBENTHOS GROUPINGS
ON THE ALBORAN SEA BANKS**

Summary

The material was sampled at nine stations on the Alboran Sea (western Mediterranean Sea) banks from a depth of 75 to 375 m. Five biotopes are identified: dead corals, coraligenic plate, coarse sand, sand with shell limestone and aleuritis mud. Coarse sand featured by high amount of organisms (1449 specimens/m²) and coraligenic plate of high biomass (1166.48 g/m²) appeared to be the most favourable for the macrozooobenthos development. Immobile sestonophages — sponges, hydroids, coral polyps and Brachiopoda phylums — are a predominant trophic grouping on hard grounds; detritophages — Polychaeta and Sipunculides — on soft grounds.

УДК 577.472

М. И. КИСЕЛЕВА, Н. А. ВАЛОВАЯ, С. Ю. НОВОСЕЛОВ

**ВИДОВОЙ СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ
РАЗВИТИЕ БЕНТОСА В БИОТОПЕ ПЕСКА
РАЙОНА КАРАДАГСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

Наиболее полная характеристика бентоса рыхлых грунтов прибрежного района Карадага дана в 1952 г. М. Ю. Бекман [1] на основании обработки материалов, собранных в 1938—1939 гг. Г. В. Лосовская [4] исследовала бентос этого района в 1956—1957 гг. и, сопоставив полученные результаты с предыдущими данными, выявила ряд изменений в составе и количественном развитии отдельных видов.

В 30—40-е годы у побережья Карадага были проведены большие фаунистические исследования [2, 3, 5], позволившие получить представление о распределении отдельных видов донных животных в прибрежной зоне этого района в прежние годы.

С 1979 г. Карадаг и прилегающая к нему акватория объявлены заповедной зоной. В связи с этим возникла необходимость в ревизии флоры и фауны заповедника и проведении регулярных наблюдений за распределением и количественным развитием как отдельных видов, так и сообществ.

В настоящей статье детально рассматривается распределение бентоса в отдельных точках исследованного биотопа, что позволит в дальнейшем следить за состоянием донного населения на заповедной акватории.

19—22 июня 1981 г. нами был исследован биотоп песка до глубины 15 м в зоне Карадагского заповедника. Выполнено 14 разрезов, расстояние между которыми составляло 200—500 м. Работу проводили в аквалангах. Для более четкой ориентации использовали фал, размеченный бирками через каждые 2 м. Фал длиной 214 м, закрепленный у уреза воды, растягивали по дну и закоривали на конце. Осторожно передвигаясь над ним, подробно описывали характер биотопа, фиксируя тип грунта, температуру воды у дна, глубину, расстояние от бере-