

ЭКОЛОГИЯ МОРЯ



26

1987

расширились участки, занимаемые биоценозом *M. arenaria*, особенно в приднепровском районе, где он располагался не только в приустьевой акватории, но и на Одесской банке и у северной оконечности Тендровской косы. 4. В северной части Днепровско-Днестровского междуречья наблюдалась деградация биоценоза *M. palmata* вплоть до полного исчезновения и замены его другими сообществами. 5. Причинами столь значительных изменений донной фауны междуречий северо-западной части Черного моря в 1982—1983 гг. по сравнению с 70-ми годами явились: дальнейшая интенсификация заморов, особенно в приднепровском районе, и распресняющее влияние речного стока в многоводные годы.

1. Гаркавая Г. П., Буланая З. Т., Богатова Ю. И. Роль речного стока в антропогенном эвтрофировании шельфовой области Черного моря // Антропогенное эвтрофирование природных вод: Тез. докл. на Третьем Всесоюз. симпозиуме (Москва, сент. 1983 г.). — Черноголовка: Изд-во АН СССР, 1983. — С. 235—236.
2. Денисова А. И. Формирование гидрохимического режима водохранилищ Днепра и методы его прогнозирования. — Киев: Наук. думка, 1979. — 290 с.
3. Драголи А. Л. К биологии черноморской полихеты *Melinna palmata* Grube: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Л., 1963. — 15 с.
4. Лосовская Г. В. Экология полихет Черного моря. — Киев: Наук. думка, 1977. — 91 с.
5. Лосовская Г. В. Современное состояние донных биоценозов северо-западной части Черного моря // Биология шельфовых зон Мирового океана: Тез. докл. Второй Всесоюз. конф. по мор. биологии (Владивосток, сент. 1982 г.). — Владивосток: Изд-во ДВНЦ АН СССР. — 1982. — Ч. 1. — С. 43—44.
6. Марковский Ю. М. Фауна беспозвоночных низовьев рек Украины, условия ее существования и пути использования. Ч. 2. Днепровско-Бугский лиман. — Киев: Наук. думка, 1954. — 207 с.

Одес. отд. Ин-та биологии юж. морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Получено
12.06.85

G. V. LOSOVSKAYA, L. Yu. RYTIKOVA

THE STATE OF BENTHIC COMMUNITIES IN THE NORTH-WESTERN PART OF THE BLACK SEA UNDER CONDITIONS OF CHANGE IN THE RIVER FLOW

Summary

Certain changes in the structure and distribution of the bottom communities have occurred in the north-western part of the Black Sea, in the region between the Dnieper and Danube, during the last 6 years (1978-1983). Two new biocenoses (*Nereis succinea* and *Balanus*) have appeared. The areas occupied by the *Mya arenaria* biocenosis have extended greatly, especially in the region influenced by the Dnieper flow. Degradation of the *Melinna palmata* biocenosis was observed in this region. All these changes are caused by intensification of mass mortality of the benthic fauna and by freshening of water in the region between the Dnieper and Danube in recent years.

УДК 591.524.11:551.46.09

Л. Н. КИРЮХИНА

БИОГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ ОСАДКОВ ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ

Западный шельф Черного моря ранее изучался с позиций геологии и гидрологии [4]. Нами рассматриваются свойства донных осадков этого района в биогеохимическом аспекте.

Материал и методы. Образцы были собраны на 18 станциях (рисунк) с помощью дночерпателя системы «Океан» площадью захвата 0,25 м² при выполнении 17-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» летом 1984 г. В свежееотобранных пробах с помощью иономера И-102 измерены рН и Eh, высушиванием при 105 °С определена натуральная

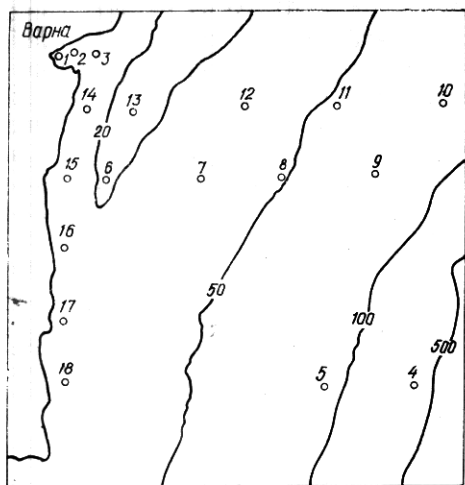


Схема расположения станций отбора проб донных осадков

влажность. Воздушно-сухие пробы, растертые и просеянные через сито с диаметром ячеек 0,25 мм, проэкстрагированы хлороформом и гравиметрическим путем определен хлороформный битумоид. Липиды экстрагировались смесью метанол—хлороформ (1:2), суммарное их количество обнаружено цветной сульфопосфорованилиновой реакцией [1]; белок определен с помощью реактива Фолина [3], углеводы — *L*-триптофана [2]. Исследования проводились на борту судна Ю. П. Копытовым. Данные по содержанию органического углерода и азота получены на СНН-анализаторе на берегу Т. В. Шадринной.

Результаты и обсуждение.

Современные донные осадки западного шельфа представлены, как известно [4], алевритовыми и пелитовыми илами с примесью раковинного детрита и терригенно-детритовыми известковыми разнотерристыми песками, содержащими много псефитового и раковинного материала.

Изучаемые донные осадки отнесены к определенной разновидности по визуальному описанию и величине натуральной влажности, которая находится в тесной корреляционной связи ($r=+0,89$) с гранулометрическим составом донных осадков. Таким образом, здесь на глубинах 50—485 м встретились илы пелитовые, алевритовые и песчаные, а также пески и ракушники с примесью ила на глубинах 12—30 м. Особо на глубине 7,5 м залегает алевритовый ил порта Варна.

Величины натуральной влажности колеблются между 17,8 и 67,4% (таблица); для илов характерны повышенные значения — 38,2—67,4%, для песков — более низкие — 17,8—32,2%. Ракушники имеют влажность 47,8% благодаря примеси тонкого илистого материала.

Окислительно-восстановительный потенциал меняется от -219 мВ в илах портовой акватории до $+231$ мВ в крупнозернистых песках открытого моря. Большинство донных осадков имеют слабовосстановительные условия среды — $Eh +116 \dots +188$ мВ. К восстановленным осадкам относятся пелитовые илы глубоководья и донные осадки припортовой акватории, где Eh меняется от -21 до -159 мВ. Резко восстановительные условия характеризуют грунты портовой акватории ($Eh -219$ мВ). Окислительная среда отмечена лишь в песках ($Eh +231$ мВ).

В восстановленных илах рН среды составляет 7,10—7,68, в илистых осадках открытого моря — 7,72—7,95, в крупнозернистых окисленных осадках — 8,15. По физико-химическим показателям, таким образом, среди донных осадков выделяются пелитовые илы глубоководья и алевритовые илы портовой акватории. Они характеризуются неблагоприятным кислородным режимом.

Все илы накапливают органический углерод ($C_{орг}$ 1,05—1,89%), особенно он концентрируется в восстановленных илах глубоководья и резко восстановленных осадках портовой акватории (1,80—1,89%). Крупнозернистость, окислительные условия среды уменьшают содержание $C_{орг}$ в песках до 0,13%.

Такая же закономерность прослеживается в распределении органического азота: 0,07—0,26% в илах, 0,02—0,10% в крупнозернистых

осадках. Вследствие этого отношения C/N в первых не превышают 10, увеличиваясь до 18 в последних.

Хлороформный битумоид — один из геохимических показателей преобразованного органического материала — свидетельствует о накоплении аллохтонной органики в осадках портовой акватории (таблица). Здесь хлороформного битумоида содержится 1,19 г/100 г осадка. В других илах количество его колеблется в пределах 0,02—0,09 г/100 г осадка; вдвое меньшее количество характеризует крупнозернистые осадки — 0,01—0,05 г. В составе органического вещества илистых осадков битумоиды занимают небольшую долю — 0,01—8,9%; в крупнозернистых осадках процент их возрастает до 38,5 при минимальных концентрациях органического вещества. Связано это, по-видимому, с более интенсивным преобразованием органического вещества в песках. Как известно [6], в благоприятных условиях среды и газового режима органическое вещество в осадке испытывает длительное преобразование. Аномально высокое содержание битумоидов в органическом веществе илов портовой акватории (66,1%) является результатом перегруженности аллохтонным органическим материалом углеводородного характера, а не преобразования, поскольку наряду с накоплением битумоида в органическом веществе идет концентрация последнего. Это, как известно [5], характеризует илистые донные осадки портовых акваторий.

Биохимические показатели, такие, как липидо-, белково- и углеводоподобные вещества, — это неспецифические для донных осадков органические соединения, источником которых являются живые организмы; в то же время они входят в состав разной степени преобразованности органического вещества донных осадков.

Липиды в исследованных осадках распределяются подобно органическому углероду — больше всего их содержится в илах портовой акватории — 198 мг/100 г сухого осадка; в илах открытого моря концентрация равняется 36—89 мг, в крупнозернистых осадках — от 8 до 34 мг (таблица).

Наименьшее количество липидов (8 мг) обнаружено в окислительных условиях крупного песка, в восстановительной обстановке илистых песков липидов содержится больше (17,1—26,3 мг). Накопление липидов, таким образом, происходит в тонкозернистых осадках с резко восстановительными условиями среды при попадании аллохтонного материала. Преобразовательные процессы здесь подчинены накопительным: по отношению к $C_{орг}$ липиды составляют 11,1%, в илистых осадках открытого моря с восстановительными условиями среды отношения в среднем равны 5,5%, в илистых песках — 5,9, в песках — 6,1%.

Белковоподобные соединения современных донных осадков, по мнению Е. А. Романкевича [6], не являются эквивалентом живого органического вещества, но указывают на присутствие лабильных соединений, порожденных жизнью.

Концентрация белков в исследованных осадках уменьшается по мере укрупнения составляющего их материала. В пелитовых илах содержится 92—200 мг/100 г осадка, в алевроитовых илах — 105—159, в илах с примесью песка и песках 20—76 мг/100 г осадка (таблица). В составе органического вещества (отношения белка к $C_{орг}$) их становится меньше по мере увеличения измельченности материала, складывающегося осадки. Так, в пелитовых илах белки составляют 6,8—10,6% (в среднем 8,7%), в алевроитовых илах — 7,3—17,9 (в среднем 12,6), в крупнозернистых осадках — 5,6—34,5% (в среднем 20%).

Таким образом, пески и илы с примесью песка обладают наиболее лабильным органическим веществом.

Углеводоподобные соединения в донных осадках, как известно [6], сохраняются лучше белка; они могут также накапливаться в ресинтезированном органическом веществе.

Компонента	Ил пелитовый		Ил
	глубоководья, 4	фазеолиновый, 5, 9, 10	акватории порта, 1
Глубина, м	485	82—84	7,5
Натуральная влажность, %	67,4	50,36—56,86	52,9
Eh, мВ	—159	(—21)—(+131)	—219
pH	7,50	7,45—7,30	7,10
Хлороформный битумонд, г/100 г	0,39	0,01—0,08	1,19
C _{орг} , %	1,39	1,19—1,51	1,80
N _{орг} , %	0,26	0,20—0,26	0,18
C/N	7,3	5,2—6,8	10,0
Липиды, мг/100 г	89	37—56	198
Белок, мг/100 г	200	92—130	132
Углеводы, мг/100 г	418	204—325	255
Битумонд от C _{орг} , %	4,8	2,2—6,7	66,1
Липиды от C _{орг} , %	4,7	2,5—4,7	11,1
Белок от C _{орг} , %	10,6	6,8—8,6	7,3
Углеводы от C _{орг} , %	22,2	15,6—21,5	14,2
Гуминовые вещества от C _{орг} , %	57,7	58,5—72,9	0,3

Пелитовые илы содержат углеводов больше других осадков — 204—418 мг, алевроитовые илы — 109—306, крупнозернистые осадки — 56—102 мг. Невысокое содержание (8,2 мг) отмечено в крупном песке. В целом наличие углеводов тесно связано с содержанием органического углерода. Процент их по отношению к C_{орг} меняется при этом незначительно: в пелитовых илах — от 15,6 до 22,2% (в среднем 18,8%), в алевроитовых — от 14,2 до 32,1 (в среднем 23,1), в крупнозернистых — от 6,3 до 23,9% (в среднем 15,1%). Поскольку углеводы накапливаются в органическом веществе в равной мере, можно предположить, что утилизация этой группы соединений протекает одинаково во всех донных осадках.

Ракушняки с примесью ила, выделенные в одну группу, характеризуются данными, похожими на биогеохимические показатели пелитовых илов. Однако по содержанию суммы хлороформного битумоида, липидов, белка и углеводов они находятся ближе к крупнозернистым осадкам, а не к илам. Сумма этих соединений в ракушнях составляет 40,3—61,8% (в среднем 51,5%), в крупнозернистых осадках — 24,5—85,4 (среднее 54,9), в алевроитовых илах — 33,8—67,5% (в среднем 50,6), в пелитовых илах — 28,1—42,30% (в среднем 35,2%). Исключением являются алевроитовые илы портовой акватории, в которых на долю этих соединений приходится 99,7%, т. е. органическое вещество почти нацело представлено малообразованными органическими соединениями. Специфические для донных осадков сложные полифункциональные гуминовые соединения составляют 0,3%. В пелитовых илах гуминовые вещества составляют 65,3%, в алевроитовых илах — 49,3, в крупнозернистых осадках — 45,1, в ракушнях — 48,9%. В илистых осадках, особенно пелитовых, органическое вещество консервируется в большей степени, чем в крупнозернистых. В таких случаях, т. е. при меньшей преобразованности органического вещества, в его составе, как указывает Е. А. Романкевич [6], больше гуминовых кислот и меньше гуминов. Известно [7], что гуминовые кислоты могут служить источником энергии для сульфатного дыхания бактерий.

Таким образом, различные биогеохимические показатели отражают степень преобразованности органического вещества в донных осадках западного шельфа. Наиболее полному и глубокому преобразованию подвергается вещество в окислительной обстановке крупных песков.

КОМПОНЕНТЫ ДОННЫХ ОСАДКОВ

СТАНЦИЯ				
алевроитовый				
открытого моря, 8, 11, 15	Ил алевроитово-песчаный, 2, 7, 12, 14	Песок илистый, 3, 6, 13	Песок крупный, 16	Ракушняки с примесью ила, 17, 18
52—55 40,48—46,82 (+106)—(+131) 7,40—7,95	12—30 36,72—39,35 (+106)—(—199) 7,65—7,80	18—19 31,29—32,91 (—79)—(+171) 7,46—8,05	8 17,8 +231 8,15	24—28 37,66—57,87 +188 7,75—8,25
0,01—0,03 1,05—1,12 0,07—0,19 4,8 —7,4 36—37 105—159 109—306 2,9 —8,9 3,3 —8,6 9,4 —17,9 18,2 —32,2 32,5 —66,2	0,00—0,04 0,72—0,39 0,08—0,09 8,0 —11,1 17—31 56—76 102—122 0,1 —5,5 3,3 —4,4 7,4 —9,8 13,7 —16,0 64,3 —75,5	0,002—0,08 0,36—0,40 0,02—0,10 4,0 —18,0 22—34 20—55 56—95 0,6 —20,0 6,3 —8,5 5,6 —13,8 15,8 —23,9 33,7 —71,7	0,05 0,13 0,04 3,2 8 44 8,2 38,5 6,1 34,5 6,3 14,6	0,01 0,52—1,21 0,10—0,29 4,1 —5,2 46—50 32—177 178—253 0,8 —1,9 3,3 —9,7 14,7 —15,9 20,9 —34,3 38,2 —59,7

Здесь мало даже таких новообразований, как гуминовые вещества (14,6%). Большинство осадков (ракушняки, пески, илстые и алевроитовые илы) содержат органическое вещество, в составе которого втрое больше специфических гуминовых соединений (до 49,3%). Другую половину органического вещества составляют липиды, белок, углеводы и битумоиды. Пелитовые разновидности концентрируют органическое вещество, в котором новообразованные компоненты составляют 60%, меньшая часть представлена лабильными соединениями автохтонной и аллохтонной природы. Илстые осадки портовой акватории являются исключением. В них органическое вещество почти полностью (93,7%) состоит из малопреобразованных соединений, в составе которых 66,1% — вещества аллохтонной природы.

1. Агатова А. И. Рекомендации по определению биохимического состава различных форм органического вещества в морских водах. — М.: ВНИИ рыб. хоз-ва и океанологии, 1982. — 36 с.
2. Агатова А. И., Полуяков В. Ф. Определение суммы углеводов в морской воде, взвеси и осадках с L-триптофаном // Методы исследования органического вещества в океане. — М.: Наука, 1980. — С. 115—120.
3. Агатова А. И., Андреева Н. М. Определение белка во взвеси и донных осадках // Там же. — С. 93—97.
4. Геология и гидрология западной части Черного моря. — София: Изд-во Болг. АН, 1979. — 292 с.
5. Кирюхина Л. Н. Физико-химическая и бактериологическая характеристика донных осадков береговой зоны шельфа Черного моря // Биология моря. — Киев, 1979. — Вып. 50. — С. 15—23.
6. Романкевич Е. А. Геохимия органического вещества в океане. — М.: Наука, 1977. — 256 с.
7. Романкевич Е. А. Органическое вещество донных осадков к востоку от Японии и его влияние на окислительно-восстановительные процессы // Биогеохимия диагенеза осадков океана. — М.: Наука, 1976. — С. 27—32.

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

Получено
25.07.85

BIOGEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF BOTTOM SEDIMENTS IN THE WESTERN SHELF OF THE BLACK SEA

Summary

Different biogeochemical indices characterize bottom sediments sampled during the 17th voyage of the research vessel „Professor Vodyanitsky“ in summer of 1984 in the Bulgarian shelf. The amount of organic matter in coarse sands is low (0.13% of C_{org}) and consists of lipids, protein, carbohydrates, chloroform bitumoid (85.4%). Pelitic silts contain 1.89% of C_{org} whose greater part (60%) presented by newly formed components — humic substances and not by low-transformed compounds. Aleurites, silty sands and shell sands with silt admixture contain equal amounts of the above groups of compounds in case of C_{org} 0.52-1.12%. Aleurites of the port aquatory which accumulate the low-transformed organic matter of allochthonous nature are an exception.

УДК 579:551.352(262.5)

А. А. ЛЕБЕДЬ

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ ОСАДКОВ ЗАПАДНОГО ШЕЛЬФА ЧЕРНОГО МОРЯ

В результате антропогенного воздействия в северо-западной части Черного моря наблюдается значительная эвтрофикация. Однако при современном масштабе поступления загрязняющих веществ подобное явление может начаться и в других районах Черноморского бассейна. Попадающие в морскую воду загрязнения органической природы со временем накапливаются в донных осадках, что приводит к хроническому загрязнению акватории и возможности вторичного загрязнения морской воды. В анаэробных условиях замедляются процессы окисления органических соединений, что приводит к снижению способности акватории к самоочищению. В последние десятилетия в литературе имеются малочисленные сведения о микрофлоре грунтов Черного моря [3, 4].

В настоящей работе приведены данные по изучению некоторых аэробных и анаэробных групп микроорганизмов в донных осадках, отобранных в ходе 17-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» в июне 1984 г. Пробы грунта были отобраны на западном шельфе Черного моря в районе деревни Шкорпиловцы и порта Варна. Донные осадки собраны на 17 станциях дночерпателем системы «Океан» площадью захвата 0,25 м². Химическая характеристика их приведена в статье Л. Н. Кирюхиной (см. с. 43—47).

Для посева микроорганизмов из свежеизвлеченной пробы взвешивали 1 г стерильно отобранного грунта, переносили в пробирку с 9 мл физраствора и взбалтывали в течение 5 мин. Затем из каждой болтушки готовили серию предельных 10-кратных разведений в физрастворе.

Количество изучаемых аэробных и анаэробных микроорганизмов в пробе определяли посевом 1 мл из каждого разведения на соответствующие селективные среды. Общее число гетеротрофов определяли путем посева в пептонную среду (10 г пептона на 1 л морской воды). Для учета углеводородокисляющих и липолитических групп использовали минеральную среду Диановой-Ворошиловой, в которую в качестве единственного источника углерода вносили стерильную сырую нефть или рыбий жир.

Численность анаэробных микроорганизмов сульфатредукторов и денитрификаторов определяли на средах Постгейта и Гильтая [2]. К обеим средам добавляли 18 г хлористого натрия, а в среду Гильтая вносили еще 1,5% голодного агара. В качестве восстановителя в обе среды после нагревания добавляли 3%-ный раствор $Na_2S \cdot 9H_2O$ до