

ЭКОЛОГИЯ МОРЯ



10

1982

Infusoria were not discovered in the ground. An increase of their quantity in the bottom water layer was statistically significant in all variants of the experiments, and was accompanied by changes in the species composition.

УДК 577.4:551.46.09

Л. Н. КИРЮХИНА

ВЛИЯНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ДОННЫХ ОСАДКОВ НА НАКОПЛЕНИЕ АЛЛОХТОННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Донные осадки береговой зоны более других подвержены воздействию антропогенного фактора. Среди органических соединений аллохтонной природы попадают в осадки и углеводороды. Однако в грунтах они накапливаются неодинаково: в значительной степени это зависит от гранулометрического состава донного осадка.

Сведений по этому вопросу крайне мало. Известны экспериментальные данные Ф. А. Майерса и Дж. Квинна [9] о присоединении углеводородов минеральными частицами в солевых растворах. Т. Г. Хьюджес [8], изучая донные осадки залива, обнаружил, что частицы размером 0,001—0,3 мм по-разному адсорбируют органическое вещество; соответственно этому меняется встречаемость бактерий, что указывает на определенную доступность органического вещества бактериобентосу.

Взаимодействие аллохтонных углеводородов с частицами разных размерностей представляет интерес в связи с питанием бентосных животных. Депозитофаги, перерабатывая грунт, предпочитают частицы 0,01 мм и крупнее; макробоентос смешанного типа питания чаще других использует частицы 0,005—0,001 мм и меньше [3].

Целью работы было изучить, как гранулометрический состав донных осадков влияет на накопление аллохтонных углеводородных соединений.

Материал и методы. Исследовали донные осадки береговой зоны Черного моря. Пробы отбирали летом 1979 г. дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,1 м². Всего было собрано 37 образцов. Гранулометрический анализ проводился с помощью пипетки Васильева [6] в сырых пробах. Из высушенных на воздухе проб определяли хлороформенные битумоиды путем экстракции хлороформом. Группу масел выделяли по методикам, описанным ранее [2]. Элементный состав битумоидов определяли микрометодом [4]. Выделенные углеводороды идентифицировали на газо-жидкостном хроматографе «Хром-31», используя ионизационно-пламенный детектор. Длина колонки 2,4 м, внутренний диаметр 0,6 см. В качестве жидкой фазы использовали 15%-ный апиэзон L, нанесенный на хроматон. Температура программировалась 100—280°С, скорость 5° мин⁻¹. Скорость газа-носителя азота 40 мл × мин⁻¹, водорода — 50, воздуха — 600 мл × мин⁻¹.

При обработке цифрового материала применяли статистический анализ: определяли коэффициенты корреляции и погрешность их репрезентативности.

Результаты и их обсуждение. Донные осадки береговой зоны относятся к терригенным образованиям разного гранулометрического состава: от крупных песков до пелитовых илов, — поэтому меняется содержание пелитовых частиц (от 15,55% — в песках до 71,08% — в пелитовых илах) и алевритовых размерностей (от 22,46% — в пелитовых илах до 53,86% — в алевритовых) (табл. 1).

В тесной связи с гранулометрическим составом находится натуральная влажность, меняющаяся от 57,27% — в илах до 33,33% —

Таблица 1. Физико-химические свойства донных осадков

Донный осадок	Число станций	Пелит <0,01 мм	Алеврит 0,01—0,1 мм	Частицы >0,1 мм	Натуральная влажность	Хлороформный битумоид, г/100 г сухого осадка
		%				
Ил: пелитовый алеврито-пелитовый алевритовый Песок	10	71,08±0,87	22,26±2,16	6,46±1,75	57,27±0,71	1,52±0,44
	9	54,04±1,36	34,42±2,50	11,54±3,04	59,73±1,90	1,12±0,32
	7	31,74±3,10	53,86±3,49	14,40±3,55	51,56±3,74	0,61±0,26
	9	15,55±2,77	25,83±2,31	58,62±2,20	33,33±3,02	0,08±0,02

в песках. Эта закономерность неоднократно отмечалась исследователями [1, 5].

Содержание хлороформенных битумоидов в песках на два порядка ниже (до 0,08 г/100 г сухого осадка), чем в илистых донных осадках (0,61—1,52/100 г).

Статистическая обработка показала зависимость между содержанием хлороформенного битумоида и группами частиц разных размеров. Прослеживается связь битумоида с пелитовыми частицами ($r=0,73$, что достоверно при уровне значимости $\alpha=0,05$ и числе степеней свободы $f=9$). Отрицательная зависимость отмечена между количеством битумоидов и наличием в донном осадке крупных частиц размером $>0,1$ мм ($r=-0,70$ при $\alpha=0,05$ и $f=11$).

Накопление хлороформенного битумоида сопровождается концентрацией в нем элементного углерода. Битумоид из илов содержит от 68,0% С в алевритовых илах до 73,0 — в пелитовых; в песках его количество составляет 47,7% (табл. 2). От илов к пескам убывает количество элементного водорода (с 10,6 до 6,5%). В то же время элементные сера и кислород возрастают от илов к пескам (11,5—29,9% S и 4,2—15,9% O). Значения Н/С и О/С (атомные) свидетельствуют о ненасыщенности и карбонизированности битумоидов в пелитовых илах и значительной окисленности их в песках.

Концентрации элементного углерода способствуют мелкие частицы ($<0,01$ мм) в значительно большей степени, чем крупные ($>0,1$ мм). Коэффициенты корреляции составляют соответственно 0,60 и $-0,73$ (при $\alpha=0,5$ и $f=11$).

Следует отметить, что главную роль среди пелитовых частиц играют крупнопелитовые размерности. Коэффициент корреляции между содержанием этой фракции и количеством элементного углерода составляет 0,71. В концентрации углерода принимают участие и среднепелитовая фракция (0,001—0,005 мм, $r=0,70$), в меньшей степени — мелкоалевритовая (0,01—0,05 мм, $r=0,51$). Это, по-видимому, определяет слабые связи между содержанием аллохтонных углеводов и пелитом в пелитовых илах, где основную массу пелита составляет предколлоидная фракция ($<0,001$). Коэффициент корреляции между количеством последней и содержанием элементного углерода равняется $-0,82$ (при $\alpha=0,05$ и $f=7$).

Основную массу в составе аллохтонных битумоидов представляет группа масел [2]. Подобно битумоидам масла находятся в тесной связи с крупнопелитовой фракцией ($r=0,87$ при уровне значимости 0,05 и $f=7$); между группой масел и мелкоалевритовой фракцией при тех же условиях коэффициент корреляции равен 0,83.

В маслах пелитовых илов углеводороды накапливаются в большем количестве, чем в алевритовых (39 против 9 мкг). При этом диапазон

Таблица 2. Элементный состав битумоидов, %

Донный осадок	C	H	S	O	H/C	O/C
					(атомное)	
Ил:						
пелитовый	73,0±1,89	10,3±0,94	11,5±1,62	4,2±0,62	1,07	0,04
алеврито-пелитовый	71,5±3,69	10,6±0,35	14,2±2,91	3,7±0,81	1,77	0,04
алевритовый	68,0±2,56	9,5±0,71	12,4±1,85	10,1±1,08	1,67	0,11
Песок	47,7±2,38	6,5±0,27	29,9±3,32	15,9±2,21	1,63	0,25

алканов шире, чем в алевритовых илах (C_{11} — C_{19} и i - C_{14} — i - C_{16} против C_{13} — C_{15} и i - C_{14} — i - C_{16}). Процент превосходства алканов пелитовых илов по сравнению с алевритовыми илами равен 40.

Разная степень концентрации углеводородов теми или иными группами частиц происходит при прочих равных условиях, вероятно, в тесной связи с минералогическим составом. Известно, что донные осадки береговой зоны содержат в основном такие глинистые минералы, как иллит и каолинит [10]. Эти минералы, особенно каолинит, составляют те размерные фракции, с которыми связаны аллохтонные углеводороды. В предколлоидной фракции преобладает минерал монтмориллонит с незначительной примесью хлорита и гидрослюд [7]. Монтмориллонит в ряду глинистых минералов обладает минимальной степенью поглощения нефти [9]. Каолинит и иллит сорбируют нефть в 4—8 раз интенсивнее монтмориллонита. Преобладание частиц 0,005—0,05 мм соответствующего минералогического состава способствует накоплению углеводородов аллохтонной природы.

Немаловажную роль в присоединении углеводородных соединений играет органическое вещество донных осадков. Как указывают Ф. А. Мейерс и Дж. Г. Квинн [9], органическое вещество препятствует проникновению сырой нефти в осадок, поскольку скрепляет минеральные частицы, уменьшая эффективную поверхность адсорбции. Становится очевидным, почему крупнозернистость складывающегося донные осадки материала уменьшает концентрацию углеводородов аллохтонной природы.

Таким образом, концентрация в черноморских донных осадках береговой зоны карбонизированного ненасыщенного битумоида, отражающего наличие аллохтонных углеводородов, связана с гранулометрическим составом донных осадков и зависит от наличия крупнопелитовой (0,005—0,01 мм) и мелкоалевритовой (0,01—0,05 мм) фракций определенного минералогического и вещественного составов.

1. Горшкова Т. И. Натуральная влажность, карбонаты и органическое вещество осадков как индикаторы условий осадкообразования. — Тр. Ин-та океанологии, 1956, 17, с. 56—60.
2. Кирюхина Л. Н. Накопление углеводородов в донных осадках береговой зоны Черного моря. — Биология моря, Киев, 1979, вып. 50, с. 24—28.
3. Киселева М. И. Структура биоценозов рыхлых грунтов Черного моря: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Севастополь, 1976. — 26 с.
4. Климова В. А. Основные микрометоды анализа органических соединений. — М.: Химия, 1967. — 208 с.
5. Миловидова Н. Ю., Кирюхина Л. Н. Распределение макрозообентоса в связи с гранулометрическим составом донных осадков в районе Карадага (Черное море). — Экология моря, Киев, 1981, вып. 5, с. 17—21.
6. Петелин В. П. Гранулометрический анализ морских донных осадков. — М.: Наука, 1967. — 127 с.
7. Ратеев М. А. Глинистые минералы в донных осадках Черного моря. — Докл. АН СССР, 1952, 33, № 2, с. 287—290.
8. Hughes T. G. Studies on the sediment of St. Margaret's Bay, Nova Scotia. — J. Fish. Res. Board Can., 1979, 36, p. 529—536.

9. Meyers F. A., Quinn J. G. Association of hydrocarbons and mineral particles in saline solution. — Nature, 1973, 244, N 5410, p. 23—25.
10. Shimkus K. M., Trimonis E. S. Modern sedimentation in the Black Sea. — In: The Black Sea, Tulsa, 1974, p. 633.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию 18.12.80

L. N. KIRYUKHINA

THE INFLUENCE OF GRANULOMETRIC COMPOSITION OF BOTTOM SEDIMENTS ON ALLOCHTHONIC HYDROCARBON ACCUMULATION

Summary

The research in granulometric composition of bottom sediments of the Black Sea littoral zone and allochthonic hydrocarbons concentrated in them revealed a dependence of the latter on availability of coarse-pelitic (0.005-0.01 mm) and fine-aleuritic (0.01-0.05 mm) dimensions of certain mineralogical and substance composition.

УДК 581.526.325(262.5)

Д. А. НЕСТЕРОВА

О ФИТОПЛАНКТОНЕ ЕГОРЛЫЦКОГО И ТЕНДРОВСКОГО ЗАЛИВОВ ЧЕРНОГО МОРЯ

Мелководные Егорлыцкий и Тендровский заливы расположены в северо-западной части Черного моря. Первый глубоко вдается в материк (его акватория 290 км², глубина 6 м), второй, отделенный от моря Тендровской косой, больше (670 км²) и глубже (13 м). Их флора и фауна разнообразны и имеют промысловое значение. В Егорлыцком заливе находятся устричные банки, а возле с. Покровка создано опытное устричное хозяйство Азово-Черноморского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии [5, 6]. Это дает основание предполагать, что в дальнейшем при создании в Черном море сети управляемых хозяйств промысловых беспозвоночных и рыб они будут организованы в заливах.

Вместе с тем повышение евтрофикации вод северо-западной части моря, сопровождающееся возрастанием количественного развития фитопланктона и возникновением в придонных слоях дефицита кислорода [8], отразится на состоянии вод заливов. Сведения, имеющиеся в литературе, дают представление о видовом разнообразии фитопланктона заливов в 1954—1960, частично в 1969 и 1970 гг. [4, 6], а количественное его развитие описано только в Егорлыцком заливе в 1969 и 1970 гг. [6]. Поэтому возникла необходимость в дополнительных эколого-биологических исследованиях этих акваторий и особенно фитопланктона в современных условиях.

Пробы фитопланктона собраны 2—8 сентября в одинаковых погодных условиях в период 94-го рейса НИС «Миклухо-Маклай» в Егорлыцкий и Тендровский заливы сотрудником Одесского отделения ИнБЮМ А. Г. Цокуром, за что автор приносит благодарность. Учитывая мелководность заливов и постоянное перемешивание водной массы, облавливался только поверхностный горизонт. Исследования в Егорлыцком заливе проведены по всей акватории, в Тендровском заливе пробы взяты у п-ова Егорлыцкий кут, в зонах сброса соленых внутрипочвенных вод и пресных вод рисовых чеков, а также у Тендровской косы (рис. 1). Всего собрано и обработано отстойным методом 23 пробы.