

ЭКОЛОГИЯ МОРЯ

1871



ИНБЮМ

15
—
1983

ON MOVEMENT VELOCITIES OF NECTOBENTHIC SHRIMPS
(DECAPODA, NATANTIA)

Summary

Movement velocities of six species of nectobenthos shrimps are determined by means of shooting. It is stated that movement velocities of nectobenthic shrimps are characterized on the average by values of the same order when the locomotion method is similar and vary depending on the method from 2 to 150 cm/s.

УДК 582.263/275.36:577.1(262.5)

И. М. ЦЫМБАЛ

УГЛЕВОДОРОДНЫЙ СОСТАВ ДОННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ
ЧЕРНОГО МОРЯ

Данные по углеводородному составу водорослей немногочисленны. В состав талломов водорослей входят углеводороды нормального строения от C_{13} до C_{26} с преобладанием пентадекана в бурых водорослях, гептадекана — в красных [4]. У двух видов обнаружен пристан в небольших количествах, другие изопреноиды не найдены.

Цель нашей работы — определить состав и содержание парафинов в некоторых водорослях Черного моря.

Материал и методы. Водоросли (табл. 1) собирали в мае и июле на глубине 0—5 м в двух разных по степени загрязненности бухтах: I — открытого типа, «условно чистая», II — с постоянным хроническим загрязнением. Талломы водорослей собирали непосредственно с твердого субстрата без видимых обрастаний. Размеры пластин водорослей в пределах одного вида примерно одинаковы весной и летом. Слоевища водорослей, взятых для анализа, широко варьировали по степени рассеченности и наличию корового слоя. Пробы водорослей собирали общей массой 300—500 г, из которых отбирали средние (100—200 г сырой массы) и использовали их для определения содержания и состава углеводородов.

Талломы водорослей перед фиксацией отмывали от внешнего загрязнения хлороформом до исчезновения люминесценции в растворе. Фиксировали водоросли жидким азотом и измельчали в ступке до порошка. Экстракцию углеводородов производили смесью четыреххлористый углерод: этанол в соотношении 2:1 на качалке. Полученный экстракт упаривали в роторном испарителе при 40°C, а углеводороды отделяли от липидов на двойной колонке с силикагелем марки АСК и окисью алюминия. Углеводороды с колонки элюировали 0,5 л гексана. Растворитель отгоняли в роторном испарителе, а парафиную часть углеводородов анализировали методом газожидкостной хроматографии на хроматографе ХРОМ-31 с пламенно-ионизационным детектором для индикации нормальных и разветвленных алканов. В качестве неподвижной фазы использовался Апиэзон L. Хроматографирование проводили с линейным программированием температуры 2°/мин. В качестве газа-носителя использовался гелий.

Результаты исследования. Весной и летом общее содержание углеводородов в водорослях незагрязненной бухты (см. табл. 1) значительно ниже, чем загрязненной. Изопреноиды в водорослях бухты II составляют большую часть суммы всех парафинов. Следует отметить, что концентрация углеводородов в водорослях весной значительно выше, что может быть связано с интенсивным процессом фотосинтеза в этот период. Анализ качественного состава парафиновой фракции углеводородов водорослей из загрязненной бухты (табл. 2) показал наличие алканов нормального строения в диапазоне C_{13} — C_{25} . Наи-

Таблица 1. Содержание углеводов в водорослях Черного моря, мкг/1 г сухой ткани

Месяц	Водоросли	n-Парафины	Изопреноиды	Сумма парафинов
Бухта I				
Апрель	<i>Callithamnion corymbosum</i> (L.)	23,1	—	23,1
	<i>Polysiphonia elongata</i> (Huds.) Harv.	20,2	—	20,2
	<i>Phyllophora nervosa</i> (DC.) Grev.	6,5	—	6,5
	<i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) Lamor	58,9	25,5	84,4
Июль	<i>Corallina officinalis</i> (L.)	8,5	0,2	8,7
	<i>Ulva rigida</i> Ag.	4,5	—	4,5
	<i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.)	13,8	—	13,8
Бухта II				
Апрель	<i>Callithamnion corymbosum</i>	420,9	46,9	467,8
	<i>Grateloupia dichotoma</i> J. Ag.	282,4	103,7	386,1
	<i>Ulva rigida</i>	353,0	378,8	731,8
	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	403,7	245,9	649,6
	<i>Scytosiphon lomentaria</i> (Lyngb)	117,2	24,7	141,9
Июль	<i>C. allithamnion corymbosum</i> L.	102,2	6,4	108,6
	<i>Grateloupia dichotoma</i> J. Ag.	48,9	—	48,9
	<i>Ceramium Rubrum</i> (Huds.) Ag.	82,4	6,8	89,2
	<i>Corallina officinalis</i>	21,2	2,9	24,1
	<i>Ulva rigida</i>	12,5	21,4	33,9
	<i>Enteromorpha intestinalis</i>	91,4	16,9	108,3

большой пик на хроматограммах парафинов красных водорослей приходится, как правило, на алкан нормального строения с C_{17} . Остальные неразветвленные алканы представлены пиками примерно одинаковой величины. У некоторых видов красных водорослей (*C. gubrum*, *C. officinalis*) наряду с максимумом при C_{17} наблюдается второй менее выраженный пик — при C_{15} и C_{16} . Наряду с неразветвленными алканами на хроматограммах углеводов из водорослей бухты II идентифицированы изопреноиды. Кроме пристана (iC_{19}) обнаружен фитан, количество которого намного превышает его содержание в живых организмах, и изопреноид iC_{18} , который у водорослей не встречается. Состав нормальных алканов зеленых водорослей, взятых из этой бухты, сходен с углеводородным составом красных водорослей. Однако помимо изопреноидов найдены небιοгенные iC_{16} , iC_{17} и фарнезан (iC_{15}).

Хроматограммы общих гексановых фракций из водорослей чистой бухты очень просты и представлены одним или несколькими алканами нормального строения. Состав углеводов этих водорослей сходен с таковыми водорослей из Средиземного моря, собранных с глубины 40—60 м [3]. Так, у *C. corymbosum*, *Ph. nervosa* и *E. intestinalis* обнаружен только C_{17} . На хроматограмме углеводородной фракции, кроме пика при C_{17} , идентифицирован C_{19} . У ульвы имеется более широкий спектр парафинов (от C_{14} до C_{22}), максимум определен для C_{17} , остальные имеют приблизительно равную концентрацию. Однако из-за относительной инертности углеводов и большого сходства между членами гомологического ряда установить различия между ес-

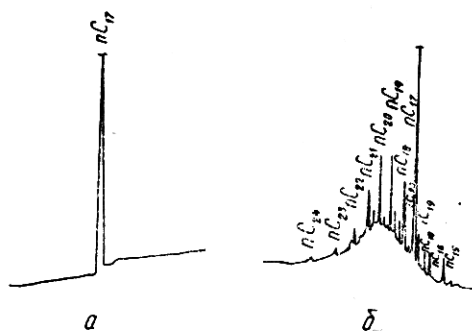


Рис. 1. Углеводородный состав *C. corymbosum* из бухт I (а) и II (б).

Таблица 2. Содержание индивидуальных углеводов

Водоросли	Нормальные					
	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈
Бухта I						
<i>Callithamnion corymbosum</i>	—	—	—	—	23,1	—
<i>Corallina officinalis</i>	—	0,3	1,5	0,1	6,8	0,1
<i>Ulva rigida</i>	—	0,5	5,8	—	4,0	0,1
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	—	—	—	12,9	—	0,9
<i>Phyllophora nervosa</i>	—	—	—	6,5	—	—
Бухта II						
<i>Callithamnion corymbosum</i>	—	—	12,9	8,2	155,4	44,1
<i>Grateloupia dichotoma</i>	—	4,9	33,1	9,8	189,0	24,5
<i>Ceramium rubrum</i>	—	—	8,1	2,0	49,6	4,0
<i>Corallina officinalis</i>	—	—	0,4	5,4	11,3	0,2
<i>Ulva rigida</i>	—	1,7	1,4	68,9	8,5	6,2
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	—	—	9,1	1,0	4,2	1,8

Примечание. Прочерки в графах обозначают, что углеводороды не обнаружены.

тественными углеводородами и углеводородами загрязнителей весьма трудно. Если у *C. corymbosum* из чистой бухты содержится лишь *n*-алкан с C₁₇ (рис. 1, а) в количестве 23,1 мкг на 1 г сухой массы, то у этой же водоросли в загрязненной бухте содержание его повышается в шесть раз. В составе углеводородной фракции калитамниона из

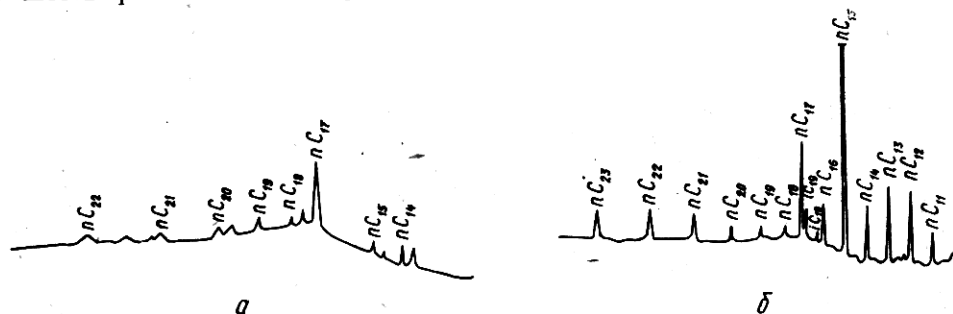


Рис. 2. Углеводородный состав *U. rigida* из бухт I (а) и II (б).

загрязненной бухты помимо C₁₇ обнаружены алканы нормального строения от C₁₅ до C₂₅, а также изопреноиды iC₁₉ и iC₂₀ (рис. 1, б). У *U. rigida* в норме идентифицированы неразветвленные алканы от

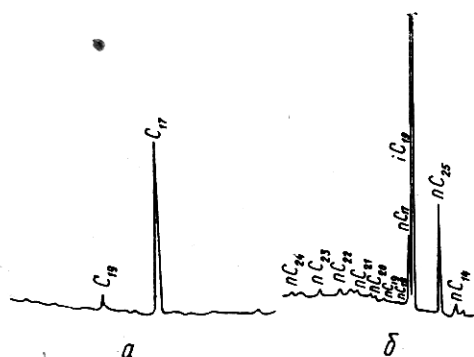


Рис. 3. Углеводородный состав *E. intestinalis* из бухт I (а) и II (б).

C₁₄ до C₂₂ (рис. 2, а) с преобладанием *n*-C₁₇. В талломе ульвы, собранной в загрязненной бухте, появляются низкокипящие углеводороды C₁₁, C₁₂, C₁₃, а также изопреноиды iC₁₈, iC₁₉. Хроматограмма парафинов энтероморфы из чистой бухты представлена практически лишь неразветвленными алканами с C₁₇ и следами углеводорода C₁₉ (рис. 3, а).

Гексановая фракция энтероморфы из загрязненной бухты содержит более широкий спектр нормальных алканов от C₁₄ до C₂₄. При этом наибольшая кон-

в водорослях Черного моря, мкг/1 г сухой ткани

алканы							Изопреноиды				
C ₁₉	C ₂₀	C ₂₁	C ₂₂	C ₂₃	C ₂₄	C ₂₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉	C ₂₀
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	—	—	—	—	—	0,2	—
0,2	0,2	0,4	0,4	0,3	0,3	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38,7	34,6	38,7	37,5	30,5	15,2	8,2	—	—	—	11,7	35,7
12,2	4,9	3,7	—	—	—	—	—	—	14,1	89,6	—
4,6	4,4	2,9	2,0	1,3	3,5	—	—	—	1,1	2,6	3,7
0,2	0,4	1,0	1,0	0,8	0,5	—	—	—	2,0	0,9	—
2,7	1,7	1,1	0,9	—	—	—	—	—	—	—	—
1,6	1,3	1,0	0,8	0,5	0,4	—	—	—	—	—	—

центрация приходится на C₁₅ и C₁₇. Пристан в несколько раз превышает сумму всех углеводов (рис. 3, б).

По многолетним наблюдениям А. А. Калугиной-Гутник [1], важным фактором в распределении водорослей является степень загрязненности среды нефтепродуктами и бытовыми стоками. Это связано с тем, что макрофиты потребляют растворенные вещества всей поверхностью таллома. Водоросли способны накапливать и использовать глюкозу, глицин, гидролизат белка и мочевины, включая их в липидный синтез, а также в синтез белков и углеводов [2].

Наши исследования показали, что виды водорослей, которые обитают как в чистых, так и в загрязненных местах, существенно отличаются по содержанию и составу углеводов. Они способны, по-видимому, накапливать отдельные нефтяные углеводороды, о чем свидетельствует наличие в водорослях из загрязненной бухты нормальных алканов в более широком диапазоне гомологов, а также изопреноидов, не свойственных водорослям, чем в водорослях чистой бухты. Не исключена также способность водорослей включать углеводороды нефти в синтез собственных углеводов. Такое предположение можно сделать из того, что на хроматограммах проб из загрязненной бухты одновременно с увеличением разнообразия искусственных возрастает содержание и биогенных углеводов, в частности C₁₇ и C₁₅, доминирующих в водорослях.

1. Калугина-Гутник А. А. Фитобентос Черного моря. — Киев: Наук. думка, 1975. — 246 с.
2. Биохимическая трофодинамика в морских прибрежных экосистемах / Под ред. К. М. Хайлова. — Киев: Наук. думка, 1974. — 174 с.
3. Цымбал И. М. Углеводородный состав некоторых водорослей Средиземного моря. — В кн.: III Всесоюз. совещ. по мор. альгологии — макрофитобентосу (Севастополь, окт. 1979). Киев: Наук. думка, 1979, с. 128—129.
4. Youngblood W. W., Blumer M. Alkanes and alkenes in marine benthic algae. — Mar. Biol., 1973, 21, p. 163—172.

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

Получено
28.01.82

HYDROCARBON COMPOSITION OF CERTAIN BENTHIC ALGAE OF THE BLACK SEA

Summary

Content and qualitative composition of hydrocarbons were determined in algae from the Black Sea two bays varying in the pollution level. It is found that algae collected in a pure bay contain one or some alkanes of normal structure. Hydrocarbon composition of alga from a polluted bay differs by a more complete series of unbranched alkanes as well as of isoprenoids which are not peculiar to macrophytes.

УДК 577.472:591.145.2:632.95.024(26)

А. И. ТАНЕЕВА

К МЕХАНИЗМУ ДЕЙСТВИЯ МЕДИ НА ЧЕРНОМОРСКИХ МОЛЛЮСКОВ

Для химических методов борьбы с обрастанием широко используются различные соединения меди. Действующим началом большинства медьсодержащих препаратов, применяемых в производстве красок, является медь. Для гидробионтов более токсичны хорошо растворимые в воде хлориды, нитраты и сульфаты меди.

Наши исследования преследовали цель изучения токсического действия сульфата меди на одного из наиболее распространенных организмов обрастания — черноморскую мидию.

Влияние меди на мидий не ограничивается непосредственно ее токсическим действием. Известно [7], что небольшие количества меди нужны организму. Медь у большинства беспозвоночных входит в состав основного дыхательного пигмента — гемоцианина. Исключение составляет класс двустворчатых моллюсков, в том числе мидия *Mytilus*, у которой гемоцианины не обнаружены [1]. Велика роль меди в проявлении ферментативной активности. Медь необходима для ферментов полифенолоксидазы, лакказы, оксидазы аскорбиновой кислоты и тирозиназы. Она образует комплексы с белками [10].

Из органических веществ, входящих в состав живых организмов, наиболее важными и сложными по своей структуре являются белки. Химические вещества, в том числе соли тяжелых металлов, необратимо изменяют нативные качества белков. К группе простых белков относятся альбумины и глобулины. Они встречаются во всех животных и растительных клетках, в том числе и в такой биологически важной среде организма, как плазма крови. Некоторые сведения относительно фракций белков у черноморских мидий и других моллюсков приводятся в работах [14, 18] и др.

Изучение фракций белков (альбуминов и глобулинов) и их свойств имеет большое значение для познания сущности как физиологических, так и патологических процессов, протекающих в живом организме. Изменение содержания фракционного состава белков крови связано с функциональной деятельностью печени. Печень участвует в освобождении крови от конечных продуктов распада и поступающих извне токсических веществ, поэтому нарушение нормального ее функционирования вызывает отравление и даже гибель организма. Белковые вещества печени беспозвоночных содержат 10% растворимых альбуминов; основная масса белков представлена глобулинами. Белки синтезируются в печени, слизистой оболочке кишечника и костном мозгу [7].

Большой интерес представляет определение церулоплазмينا — белка, содержащего медь и обладающего оксидазными свойствами.