

ПРОВ 98

ПРОВ 2010

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
ИМ. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

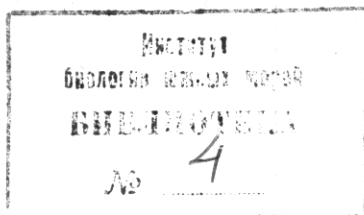
БИОЛОГИЯ МОРЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 41

ВОПРОСЫ САНИТАРНОЙ ГИДРОБИОЛОГИИ
И ОКЕАНОГРАФИИ



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1977

дается менее выраженное (табл. 2) повышение АТФазной активности. Имеющиеся данные согласуются с результатами, полученными при анализе содержания белка в талломах макрофитов.

Таблица 2

Уровень АТФазной активности талломов *E. intestinalis* при различной концентрации фенола в морской воде и разных сроках инкубации макрофитов с токсикантом

Время экспозиции, сутки	Параметры выборки	Контроль	Концентрация фенола, мг/л									Период проведения опытов, месяцы
			0,001	0,01	0,1	1,0	5,0	10,0	25,0	50,0	100,0	
1	n	9	9	9	9	8	8	8	9	8	9	XI
	$\bar{x}$	30,5	18,5	17,4	22,1	22,1	24,5	25,5	26,1	23,6	29,9	
	$S_{\bar{x}}$	3,8	3,9	3,5	5,0	6,4	6,6	5,6	6,6	7,4	7,1	
	Д. р.	—	Нет	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	
2	n	6	5	6	6	6	6	5	5	6	6	XI—XII
	$\bar{x}$	14,0	38,8	30,6	39,1	33,8	32,7	39,5	41,0	45,3	42,6	
	$S_{\bar{x}}$	4,4	5,7	6,3	7,5	3,8	3,0	1,3	6,5	6,6	6,5	
	Д. р.	—	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	
3	n	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	I
	$\bar{x}$	60,5	49,3	57,3	58,8	47,3	61,7	59,0	60,7	63,2	58,2	
	$S_{\bar{x}}$	12,4	8,8	14,5	11,7	9,1	9,5	11	6,2	7,5	17,3	
	Д. р.	—	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет	

Примечание. Условные обозначения те же, что и в табл. 1.

Резюмируя полученные результаты, следует отметить, что при фенольной интоксикации макрофитов в эксперименте уровень АТФазной активности более чувствительный параметр, чем содержание общего белка. Уровень АТФазной активности макрофитов определяется видовой специфичностью и изменяется в результате как токсического влияния фенола, так и действия естественных факторов, одним из которых является сезонная динамика вида.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асатиани В. С. Ферментные методы анализа. М., «Наука», 1969. 739 с.
2. Мешкова Н. П., Северин С. Е. Практикум по биохимии животных. М., «Советская наука», 1950. 290 с.
3. Парчевская Д. С. Статистика для радиоэкологов. К., «Наук. думка», 1969. 112 с.
4. Урбах В. Ю. Биометрические методы. М., «Наука», 1964. 415 с.
5. Фэрдман Д. Л., Сопин С. Ф. Практикум по біохімії. К., «Рад. школа», 1952. 235 с.
6. Lowry O., Rosenbrough N., Farr A., Randau R. Protein measurement with the Folin phenol reagent.— G. Biol. Chem., 1951, N 193, p. 1—265.

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

Поступила в редколлегию
28.III 1975 г.

УДК 547.963.3

И. М. Цымбал, И. А. Дивавин

ВЛИЯНИЕ НЕФТИ И ФЕНОЛА НА НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ ЧЕРНОМОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ

Нефть и фенолы являются наиболее ядовитыми и широко распространенными продуктами загрязнения морских акваторий. Загрязнение превратилось в один из новых неблагоприятных факторов, наносящих

непоправимый ущерб морской флоре и фауне. Изучение влияния нефти и фенола на морские гидробионты в широких масштабах началось сравнительно недавно. Однако уже сейчас накоплено значительное количество данных о токсическом действии нефти и нефтепродуктов на массовые организмы Черного моря, в частности фито- и зоопланктон, организмы бентоса и рыб. Основная часть этих работ проведена на уровне организмов в условиях нефтяного загрязнения [1, 2]. Некоторые исследования посвящены биохимическим изменениям организмов, но пока эти работы не систематизированы.

Глобальное загрязнение морей и океанов нефтью, нефтепродуктами и фенолами делает актуальными исследования начальных механизмов действия нефти и фенолов на морские гидробионты на молекулярном уровне. Проблема влияния широко распространенных токсикантов на генетический аппарат клетки заслуживает особого внимания, так как мутационные эффекты могут наблюдаться спустя долгое время после воздействия мутагена на последующих стадиях развития биологической системы. Как отмечалось на Первом советско-американском симпозиуме, посвященном генетическому влиянию загрязнения окружающей среды на человека [3], генетическая опасность загрязнений окружающей среды касается и других форм жизни. Поэтому важное значение приобретают исследования влияния загрязнения морей и океанов на хранителя генетической информации — дезоксирибонуклеиновую кислоту и механизмы передачи этой информации последующим поколениям.

В отделе морской санитарной гидробиологии ИнБЮМа проведены исследования по изучению влияния нефти и фенола на дезоксирибо- и рибонуклеиновые кислоты некоторых растительных и животных объектов Черного моря [4, 5, 12]. В настоящей статье представлены данные о воздействии нефти и фенола на содержание кислоторастворимых нуклеотидов, РНК, ДНК, интенсивности включения простых меченых предшественников в нуклеиновые кислоты и некоторые данные о влиянии исследованных токсикантов на структуру ДНК.

Материал и методы исследований. Исследованы морские водоросли, собранные в различное время года в прибрежных районах, в частности *Grateloupia dichotoma*, *Polysiphonia opaca*, *Ceramium rubrum*, *Ceramium ciliatum*, *Callithamnion corymbosum* (красные), *Ulva lactuca*, *Enteromorpha intestinalis*, *Bryopsis plumosa* (зеленые), *Scytosiphon lomentaria*, *Cystoseira barbara* (бурые). Использовали довольно широкий диапазон концентраций эмульсии нефти: от 0,01 мл/л в опытах с *C. rubrum* до 10 мл/л в опытах с *U. lactuca*. Эмульсию получали эмульгированием нефти в морской воде в течение 30 мин при 6—7 тыс. оборотов. Концентрация фенола достигала 2 г/л.

Для определения содержания свободных нуклеотидов использовали одну методику. После промывания объекта органическими растворителями свободные нуклеотиды экстрагировали в течение часа 0,5 н. HClO_4 и определяли по [6]. Затем отмывали кислоту ацетоном в той же навеске и гидролизовали РНК (0,5 н. КОН, 100° С, 5 мин) и РНК и ДНК определяли по методу Нечаевой [8]. Полимерные спектры ДНК получали с помощью ионообменной хроматографии на колонках с ДЭАЭ-сефадексом А-25 и эктеол-целлюлозой методами Стручкова, Кузина [7] и Броуна с соавт. [9]. Для выделения ДНК использовали методы Орлова, Орловой [10] и Сулимовой, Слюсаренко [11].

Водоросли инкубировали в растворах с C^{14} карбонатом в течение 2—24 ч, радиоактивность подсчитывали на счетчике СБТ-13. Время опытов от 3 ч до 12 суток.

Результаты и обсуждение. В первой группе водорослей (*G. dichotoma*, *P. opaca*, *U. lactuca*, *C. rubrum*, *C. ciliatum*, *C. barbata*) определяли нуклеиновые кислоты через трое суток после действия нефти концентрацией 1 мл/л (табл. 1). Как видно из полученных результатов, изменение

содержания нуклеиновых кислот в значительной степени зависит от видовых особенностей организмов. У *G. dichotoma* и *P. opaca* значительно уменьшается ДНК и в меньшей степени РНК, у *U. lactuca* и *C. barbata* уменьшение ДНК менее выражено, а РНК не изменяется, у *C. cyliatum* изменяется только содержание РНК, а у *C. rubrum* — только ДНК. Следует отметить, в основном уменьшение содержания нуклеиновых кислот, что свидетельствует о подавлении процесса биосинтеза или об усилении катаболизма нуклеиновых кислот.

Таблица 1

Содержание нуклеиновых кислот (мкг/100 мг сухой ткани) и свободных нуклеотидов (мкг Р/100 мг сухой ткани) в водорослях

Условия опыта	Свободные нуклеотиды	РНК	ДНК	Свободные нуклеотиды	РНК	ДНК
<i>E. intestinalis</i>				<i>S. lomentaria</i>		
К	22,2	1696	164	10,9	2065	147
Ф ₁	36,4	2119	184	11,7	2140	106
Ф ₂	40,3	2441	185	10,7	1814	160
Ф ₃	27,3	2200	165	8,2	2072	164
Н ₁	10,5	2268	201	12,5	2943	108
Н ₂	9,6	2369	199	7,8	2030	64
Н ₃	11,5	2402	163	7,0	1363	57
Ф ₁ +Н ₁	20,0	2354	156	10,2	2431	61
Ф ₂ +Н ₂	13,7	2317	155	6,9	2286	72
Ф ₃ +Н ₃	11,6	1985	150	4,8	2188	64
<i>B. plumosa</i>				<i>C. corymbosum</i>		
К	27,9	2606	173	19,7	2828	312
Ф ₁	73,1	2899	187	17,5	2758	305
Ф ₂	55,0	2396	173	16,0	1562	260
Ф ₃	19,2	2155	181	11,0	1272	212
Н ₁	16,3	2946	189	11,4	3125	244
Н ₂	22,2	2729	205	10,0	2668	206
Н ₃	29,1	2848	194	8,7	2518	272
Ф ₁ +Н ₁	27,1	2202	239	9,9	2077	227
Ф ₂ +Н ₂	12,8	1610	202	10,8	1207	257
Ф ₃ +Н ₃	10,6	1617	209	6,7	1289	259
<i>Grateloupia dichotoma</i>				<i>Polysiphonia opaca</i>		
К	—	601	107	—	539	113
О	—	566	69	—	405	86
<i>Ulva lactuca</i>				<i>Ceramium cyliatum</i>		
К	—	272	32	—	1040	117
О	—	312	29	—	621	108
<i>Ceramium rubrum</i>				<i>Cystoseira barbata</i>		
К	—	1335	269	—	1468	264
О	—	1333	318	—	1347	218

Примечание: К—контроль, Ф₁, Ф₂, Ф₃—концентрация фенола соответственно 0,5; 1; 2 г/л; Н₁, Н₂, Н₃—концентрация нефти 0,5; 1; 2 мл/л; О—концентрация нефти 1 мл/л.
Достоверные различия в результатах ($p=0,05$) подчеркнуты.

Действие больших концентраций токсикантов (нефти и фенола), а также их комбинированное воздействие было прослежено на другой группе водорослей. По отношению к фенолу чувствительность этой группы возрастала в следующем порядке: *S. lomentaria*, *B. plumosa*, *C. cogymbosum*, *E. intestinalis*. Нефть оказалась токсичнее фенола, она вызывала больше изменений у тех же видов водорослей, и спектр ее действия был шире. Среди этой группы водорослей только у *C. cogymbosum* и *B. plumosa* ДНК была устойчива к действию нефти.

Зависимость изменений от концентрации нефти и фенола выражена слабо. Увеличение чувствительности к нефти у данной группы водорослей происходит в таком порядке: *C. cogymbosum*, *E. intestinalis*, *S. lomentaria*, *B. plumosa*. У водорослей первой группы чувствительность повышается в ряду: *U. lactuca*, *C. barbata*, *C. ciliatum*, *C. rubrum*, *G. dichotoma*, *P. ораса*, т. е. наибольшие изменения в содержании нуклеиновых кислот претерпевают красные водоросли.

Комбинированное действие нефти и фенола зависит, видимо, от чувствительности водорослей к виду воздействия. Так, у *S. lomentaria* изменения связаны, вероятно, с действием нефти, у *B. plumosa* основным действующим фактором является фенол, но следует отметить, что в общем комбинированное действие не дает сколько-нибудь значительного эффекта по сравнению с индивидуальными токсикантами.

Нуклеотиды регулируют многие ферментативные реакции. Помимо регуляции по типу отрицательных обратных связей в синтезе пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов некоторые из них являются аллостерическими регуляторами в реакциях, где участвуют вещества ненуклеотидной природы.

Свободные кислоторастворимые нуклеотиды представляют собой исходный материал для построения молекул нуклеиновых кислот. Это в равной мере относится к синтезу и ДНК, и РНК. Изменения, происходящие в результате воздействия нефти и фенола, в содержании свободных нуклеотидов и нуклеиновых кислот, должны быть взаимосвязаны. Действительно, мы наблюдали увеличение, например, фонда свободных нуклеотидов и нуклеиновых кислот при действии фенола у *E. intestinalis*, уменьшение этих же соединений у *C. cogymbosum* и другие совпадения. Можно предполагать, что действие значительных концентраций токсикантов нарушает регуляторные механизмы биосинтеза нуклеиновых кислот, так как процесс биосинтеза наиболее чувствителен к воздействию нефти и фенола. Вероятно, определенное содержание фонда свободных нуклеотидов является регулирующим фактором для синтеза ДНК, а уменьшение содержания нуклеотидов приводит к нарушению процессов биосинтеза нуклеиновых кислот. Однако не исключено и прямое действие токсикантов. Снижение содержания нуклеотидов может быть связано с активностью ферментов обмена нуклеотидов, например дезаминаз.

О процессах биосинтеза нуклеиновых кислот можно в определенной мере судить по включению простых предшественников. Используя в качестве тотальной метки карбонат C^{14} , мы определяли удельную активность РНК и ДНК группы водорослей в зависимости от времени действия и концентрации нефти (табл. 2). Результаты свидетельствуют о том, что существует дозовая зависимость, т. е. удельная активность нуклеиновых кислот уменьшается с увеличением концентрации нефти. При концентрациях нефти порядка 10 мл/л включение C^{14} карбоната в нуклеиновые кислоты незначительно и удельная активность РНК и ДНК находится в пределах 1—7% по отношению к контролю. Небольшие концентрации нефти (0,1 мл/л) проявляют в ранние сроки стимулирующий эффект. Характер действия нефти на процессы биосинтеза зависит, вероятно, от индивидуальных особенностей организмов, которые и определяют строением нуклеиновых кислот, в особенности ДНК.

Таблица 2

Удельная активность (имп/мин/мг) нуклеиновых кислот (ДНК и РНК) водорослей после действия нефти различной концентрации

Условия опыта	Время действия, ч							
	24		48		72		144	
	У. а.	%	У. а.	%	У. а.	%	У. а.	30
<i>Ulva lactuca</i> (ДНК)								
Контроль	92330	100	599500	100	145300	100	151000	100
0,1 мл/л	90000	97	488700	81	106310	73	140000	93
1 мл/л	20600	22	162400	27	14700	10	36738	26
10 мл/л	14260	15	22200	4	3866	2	2133	1,5
<i>Ulva lactuca</i> (РНК)								
Контроль	9800	100	55000	100	22720	100	21727	100
0,1 мл/л	11400	116	29000	53	11800	52	10350	47
1 мл/л	2754	28	17500	32	3950	17	8500	39
10 мл/л	2656	27	1130	2	1520	7	857	4
<i>Ceramium ciliatum</i> (ДНК)								
Контроль	108773	100	44353	100	60511	100	134730	100
0,1 мл/л	66181	68	40396	91	58823	97	128000	95
1 мл/л	62216	57	23277	52	24090	39	1683	1
10 мл/л	7436	6	912	2	1520	2,5	938	1
<i>Ceramium rubrum</i> (ДНК)								
Контроль	93735	100	115662	100	38151	100	14055	100
0,01 мл/л	90265	96	135000	116	38246	101	11277	82
0,1 мл/л	67123	73	161060	139	24321	63	8355	59
1 мл/л	37180	38	61985	53	2554	7	393	2
10 мл/л	2584	3	1530	1	301	—	—	—
<i>Grateolupia dichotoma</i> (ДНК)								
Контроль	3001	100	1572	100	1002	100	—	—
1 мл/л	759	25	768	49	443	44	—	—
<i>Polysiphonia opaca</i> (ДНК)								
Контроль	10181	100	8297	100	3226	—	—	—
1 мл/л	700	7	1096	13	807	25	—	—
<i>Ceramium ciliatum</i> (РНК)								
Контроль	9433	100	10588	100	11287	100	10680	100
0,1 мл/л	7862	83	18377	173	8677	76	10262	96
1 мл/л	7200	76	27238	287	3907	34	620	5
10 мл/л	2661	28	740	7	280	3	357	3
<i>Ceramium rubrum</i> (РНК)								
Контроль	58433	100	38436	100	30844	100	6155	100
0,01 мл/л	35232	62	41818	108	20500	88	5862	95
0,1 мл/л	27637	47	53486	139	17138	56	2164	35
1 мл/л	16224	27	19852	46	10117	32	1041	16
<i>Grateolupia dichotoma</i> (РНК)								
Контроль	2793	100	2778	100	2426	100	—	—
1 мл/л	494	18	888	32	2970	122	—	—

Условия опыта	Время действия, ч							
	24		48		72		144	
	У. а.	%	У. а.	%	У. а.	%	У. а.	%

Polysiphonia opaca (РНК)

Контроль	11869	100	9453	100	6837	100	—	—
1 мл/л	637	5	3442	36	4694	68	—	—

Примечание. У. а.—удельная активность.

Исследование содержания нуклеиновых кислот и включения C^{14} карбоната в ДНК и РНК показало определенную взаимосвязь этих процессов. Так, уменьшение содержания ДНК и РНК у большинства исследованных видов водорослей, возможно, связано с подавлением процесса биосинтеза нуклеиновых кислот. В это же время стабильность содержания ДНК и РНК у *U. lactuca*, *S. cylatum*, несмотря на значительное снижение удельной активности, может свидетельствовать о замедлении процессов катаболизма нуклеиновых кислот. Эти процессы связаны с ферментными системами и не исключена возможность действия нефти именно за счет подавления активности ферментов.

Таблица 3

Изменение полимерности ДНК водорослей

Условия опыта	Ионообменник											
	ДЭАЭ-сефадекс А-25						Эктеол-целлюлоза					
	Polysiphonia opaca			Gratelupia dichotoma			Ulva lactuca			Polysiphonia opaca		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Лабильная ДНК			Суммарная ДНК			Суммарная ДНК			Лабильная ДНК		
Контроль	71,9	12,3	15,8	49,5	29,4	21,3	57,7	31,2	11,1	16,5	7,8	75,7
Опыт А	83,8	12,0	4,2	74,3	16,5	9,2	58,0	30,7	11,3	35,4	13,1	51,5
Опыт Б	93,8	1,0	5,2	74,8	13,1	12,1	60,0	28,3	11,7	62,6	20,7	16,7
	Стабильная ДНК						Стабильная ДНК					
Контроль	80,0	10,0	9,1	69,6	13,3	17,1	—	—	—	22,4	9,9	67,7
Опыт А	84,4	9,6	6,0	76,5	11,3	12,2	—	—	—	24,0	12,9	63,1
Опыт Б	91,0	6,8	2,2	76,9	12,2	10,9	—	—	—	75,6	17,6	7,8

Примечание. А—опыт in vivo, концентрация нефти 1 мл/л; Б—опыт in vitro, концентрация нефти 10 мл/л; 1, 2, 3—номера фракций, соответствующие элюентам; для ДЭАЭ-сефадекса А-25: 1—1 М NaCl, 2—0,1 н. NH_4OH , 3—0,5 н. NH_4OH ; для эктеола-целлюлозы: 1—градиент 0—1 М NaCl, 2—градиент 0—0,5 н. NH_4OH , 3—0,5 н. KOH.

Как известно, изменения в составе оснований нуклеиновых кислот или их последовательности приводят к нарушениям в генетической информации. Но эта информация зависит и от полимерности молекул ДНК. Разрыв молекул может нарушить процесс считывания информации с ДНК или изменить его характер. Поэтому процесс деполимеризации ДНК является весьма важным с точки зрения сохранения жизнеспособности организмов. Результаты исследований полимерности ДНК *U. lactuca*, *P. opaca* и *G. dichotoma* представлены в табл. 3. Выяснилось, что действие нефти в опытах in vivo и in vitro приводит к деполимеризации фракций лабильной и стабильной ДНК у *P. opaca* и *G. dichotoma*. ДНК *U. lactuca* оказалась устойчивой к действию нефти.

Таким образом, можно отметить, что влияние нефти и фенола в сравнительно больших концентрациях приводит к изменениям содержания биологически активных веществ, роль которых в обеспечении жизнедеятельности организмов весьма значительна. Для выяснения начальных этапов механизма действия нефти и фенола необходимо на одном или нескольких объектах проследить изменения, происходящие в цепи: свободные нуклеотиды — ДНК — РНК — белок, исследовать действие токсикантов на активность некоторых ферментов биосинтеза нуклеиновых кислот и нуклеотидов. С другой стороны, подобные исследования могут дать чувствительные методы определения токсичности различных веществ для установления обоснованных предельно допустимых концентраций для морских организмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Миронов О. Г. Биологические ресурсы моря и нефтяное загрязнение. М., «Пищевая промышленность», 1972. 104 с.
2. Миронов О. Г. Нефтяное загрязнение и жизнь моря. К., «Наук. думка», 1973. 86 с.
3. Лысов В. Н. Первый советско-американский симпозиум «Генетическое влияние загрязнения окружающей среды на человека». — Успехи соврем. биологии, 1974, 78, № 2, с. 313—317.
4. Дивавин И. А. ДНК черноморских мидий в норме и при нефтяном загрязнении. — Гидробиол. журн., 1973, № 6, с. 87—88.
5. Дивавин И. А. О различной чувствительности к нефтяному загрязнению фракций ДНК *Polysiphonia* ораса. — В кн.: Биологическая продуктивность южных морей. К., 1974, с. 291—295.
6. Спиринов А. С. Спектрофотометрическое определение суммарного количества нуклеиновых кислот. — Биохимия, 1958, 23, № 5, с. 656—662.
7. Стручков В. А., Кузин А. М. Исследование изменений полимерного спектра ДНК при облучении *in vivo* и под влиянием ДНК-азы *in vitro*. — Радиобиология, 1961, 1, № 2, с. 153—158.
8. Нечаева Е. П. К методике определения нуклеиновых кислот в молодых зеленых растениях. — Физиология растений, 1966, 13, № 5, с. 919—922.
9. Броун Р. Г., Степанова И. С., Фам-Куанг-Тунг. Фракционирование нуклеиновых кислот на ДЭАЭ-сефадексе А-50. — Укр. бiохiм. журн., 1969, 41, № 1, с. 82—86.
10. Орлов А. С., Орлова Е. И. Простая методика количественного определения дезоксирибонуклеиновой кислоты в животных тканях. — Биохимия, 1961, 26, № 5, с. 834—838.
11. Сулимова Г. Е., Слюсаренко А. Г. Выделение дезоксирибонуклеиновых кислот из тканей высших растений. — В кн.: Строение ДНК и положение организмов в системе. Изд-во МГУ, 1971, с. 325.
12. Divanin J., Mironov O., Tsimbal J. Influence of Oil on Nucleic Acids of Algae. — Marine Pollution, 1975, N 1, p. 13—15.

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

Поступила в редколлегию
7.11 1975 г.

УДК 547.963.3

И. А. Дивавин

ДЕЙСТВИЕ НЕФТИ И ФЕНОЛА НА НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ПЕЧЕНИ МЕРЛАНГА (*Odontogadus merlangus euxinus* Nordmann)

В нашей стране и за рубежом широко изучают минеральный, углеводный, липидный обмены животных и растений, обитающих в морях и океанах, и содержащиеся в них гормоны, витамины и ферменты. Нуклеиновым кислотам морских организмов посвящены немногочисленные исследования, связанные в большинстве случаев с работами в области сравнительной и эволюционной биохимии. Действие веществ, загрязняющих в настоящее время морские водоемы, не изучено. Серьезные иссле-