

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О РАСТВОРЕННОМ ОРГАНИЧЕСКОМ ВЕЩЕСТВЕ В ЧЕРНОМ МОРЕ

Д.М. Витюк, М.А. Добжанская, А.Т. Супрунов

В настоящее время факт сопутствующего фотосинтезу обогащения морской воды растворенным органическим веществом, по-видимому, не подлежит сомнению. Однако для вод Мирового океана, в том числе для Черного моря имеется весьма мало сведений о количественных показателях этого процесса и количественной связи его с ритмом фотосинтеза. Также ограничены данные о составе растворенной органики.

Наши предварительные наблюдения [1] показали связь между содержанием органического вещества /по данным перманганантной окисляемости в нейтральной среде/ и изменениями интенсивности фотосинтеза /по суточным изменениям содержания кислорода в море и данным темных и светлых склянок/. Дальнейшие систематические наблюдения с 1956 по 1961 г. на суточных станциях в районе выхода из Севастопольской бухты подтвердили эту закономерность. Она обнаружилась как в сезонном ходе этих величин, так и в их суточном ритме /рис. 1/.

Как следует из рис. 1, распределение величины суточного прироста растворенного органического вещества на протяжении года следует распределению величин суточного прироста кислорода. Под суточным приростом понимается разность в содержании этих показателей на рассвете и к концу дня. Максимальные значения обеих величин отмечались, как и в предшествующие годы, с мая - июня по август в дневные часы. Однако кривая распределения процента суточного прироста растворенного органического вещества от прироста фотосинтезируемого отличалась от исходных значений. Наибольший /до 40%/ прирост органики наблюдался весной - в марте-апреле, а также осенью -

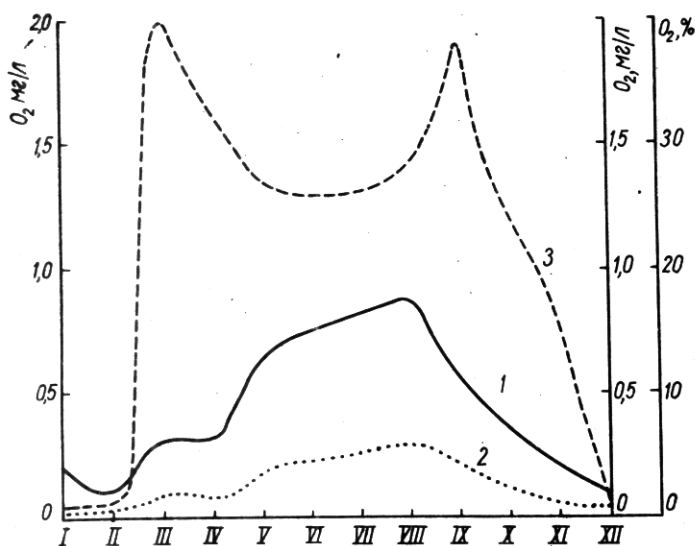


Рис. 1. Изменение величин "прироста" кислорода и окисляемости по наблюдениям в море /на поверхности/. Среднее за период 1956-1961 гг.:

1 - суточный "прирост" кислорода / O_2 , мг/л/; 2 - суточный "прирост" окисляемости / O_2 , мг/л/; 3 - суточный "прирост" растворенной органики /по окисляемости - O_2 , мг/л/ в процентах от суточного "прироста" кислорода / O_2 , мг/л/.

в сентябре-октябре /до 36%/. Летом он понизился до 25-20%. С декабря по февраль эти значения резко падают, в некоторые годы даже до нуля. Эти различия в проценте прироста растворенного органи-

ческого вещества, возможно, определяются различием в составе фитопланктона. Весной и осенью преобладают диатомовые, летом - динофлагеллаты.

Близкие закономерности распределения рассматриваемых показателей получены также по наблюдениям методом темных и светлых склянок, хотя абсолютные величины их несколько отличаются от таковых, полученных *in situ*.

Необходимо отметить, что среднегодовой процент суточного прироста органики из года в год значительно колеблется /табл. I/. Как следует из таблицы, наибольший среднегодовой процент суточного прироста в море /37%/ отмечен в 1961 г., наименьший /15%/- в 1958 г., при среднем его значении за шесть лет 24%. По наблюдениям методом темных и светлых склянок эта величина прироста несколько сдвигается в сторону ее уменьшения. Особенно заметные расхождения в величинах были получены в 1957 и 1961 гг. /табл. I/. Эти расхождения вызваны различиями в величинах прироста фотосинтезируемого кислорода непосредственно в море и склянках, параллельно экспозируемым на аналогичных глубинах.

Т а б л и ц а I

Среднесуточный "прирост" кислорода и окисляемости
в разные годы

O ₂ , мг/л	Г о д									
	1956	1957	1958	1960	1961	1956	1957	1958	1959	1961
	По наблюдениям в море					По данным светлых и темных склянок				
Суточный "прирост" кислорода..	0,66	0,46	0,61	0,21	0,46	0,69	0,97	1,10	0,39	0,53
Суточный "прирост" окисляемости.....	0,15	0,14	0,09	0,05	0,17	0,16	0,08	0,11	0,10	0,10
Суточный "прирост" окисляемости в процентах от суточного прироста кислорода..	23	30	15	24	37	23	8	10	26	19

Из растворенного в море органического вещества нами были выделены ряд жирных кислот и витамин B₁₂.

Для определения жирных кислот органическое вещество извлекалось экстракцией или соосаждением из воды, предварительно профильтрованной через мембранный фильтр № 5. Отделение жирных кислот от других органических соединений достигалось хроматографированием в тонком слое силикагеля. При этом смесь кислот отделялась не в виде метиловых эфиров, а в виде жирных кислот.

Качественный и количественный состав смеси жирных кислот определялся газохроматографическим методом.

В воде Черного моря было идентифицировано 11 насыщенных и 10 ненасыщенных жирных кислот с 14-22 атомами углерода в молекулярной цепи /табл. 2/. Содержание суммы жирных кислот на поверхности в открытой части моря составило 342-500 мкг/л. Непосредственно у уреза воды над зарослями цистозир - до 800 мкг/л. На глубинах 200, 500 и 2000 м соответственно 177, 250 и 200 мкг/л.

Во всех пробах независимо от глубины взятия обнаружены в растворенном состоянии гомологические ряды /в интервале C₁₁-C₂₂/ насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

Доля ненасыщенных кислот в жирнокислотной фракции поверхностного слоя воды достигает 30%. В слое 200-2000 м наблюдается некоторое уменьшение их доли с глубиной: от 49% на глубине 200 м до 45% на глубине 2000 м.

Кроме кислот с четным числом углеродных атомов в черноморской воде обнаружено 9 жирных кислот с нечетным числом атомов углерода, в том числе 5 насыщенных кислот /ундекановая, тридекановая, пентадекановая, маргаритовая, нонадекановая/ и 4 ненасыщенных /C₁₁, C₁₃, C₁₅ и C₁₇/. Относительное количество кислот с нечетным числом атомов углерода колеблется в широких пределах от 8 до 59% от общей суммы жирных кислот.

В толще от 200 м до 2000 м с увеличением глубины наблюдается некоторое уменьшение относительного количества кислот, обладающих длинной углеродной цепью. Так, на глубине 200 м относительное количество кислот с 16 и более атомами углерода составляет 6,1%, на глубине 500 м 5,9% и на глубине 2000 м 3,9%. Фракции жирных кислот, выделенные с глубин, оказались более чем на 90% состоящими из низкомолекулярных гомологов, содержащих 11-15 атомов углерода в цепи.

Таблица 2

Состав жирнокислотных фракций воды Черного моря, %

Горизонт, м	C ₁₁	C ₁₂	C ₁₃	C ₁₄	C ₁₅	C ₁₆	C ₁₇	C ₁₈	C ₁₉	C ₂₀	C ₂₂	Всего
0	4,0	1,0	1,0	4,0	1,4	13,4	Следы	11,8	1,4	16,7	-	54,7
200	32,9	5,4	3,4	4,6	-	1,3	"	2,9	-	0,3	-	50,8
500	-	42,3	-	3,7	1,2	1,1	"	2,8	0,2	0,4	Следы	51,7
2000	33,7	9,2	3,8	5,3	1,8	-	-	1,3	-	-	-	55,1
Ненасыщенные жирные кислоты												
0	-	-	-	-	Следы	1,6	0,5	28,0	-	-	-	30,1
200	8,7	23,4	10,0	1,6	3,6	1,6	-	-	-	-	-	48,9
500	-	33,8	10,4	-	3,2	1,4	-	-	-	-	-	48,3
2000	-	27,8	12,2	-	2,3	2,6	-	-	-	-	-	44,9

Укорачивание углеродных цепей и накопление низкомолекулярных гомологов на глубинах может быть одним из следствий медленно текущих процессов распада органического вещества на его пути ко дну моря.

Содержание витамина B_{12} определялось в 50-мильной зоне Черного моря и у выхода из Севастопольской бухты.

Пробы воды фильтровались через мембранный фильтр № 5, консервировались смесью Хатнера [4] и хранились в холодильнике до анализа. Для экстракции витамина и снижения солености воды до величины, не угнетающей роста индикаторного организма / *Escherichia coli* 113-3/, использовалась о-крезольная методика [2]. Микробиологическое определение витамина осуществлялось пробирочным способом.

Концентрация витамина в верхнем 100-метровом слое Черного моря колебалась в пределах 0,00-4,86 нг/л /табл. 3/. Не было установлено уменьшения содержания его с удалением от берега. Напротив, средние значения концентрации витамина для слоя 0-75 м в 20 милях от берега в мае и августе и в 50 милях в мае были более высокими, чем в 5 милях в мае и августе. Содержание витамина увеличивалось с глубиной - от 0,22 на поверхности до 3,16 нг/л на 100 м. Концентрации витамина на станциях, выполненных в мае и августе, отличались друг от друга. На станции 2 в мае концентрация составляла 0,55; в августе - 0,00 нг/л; на станции 5 в мае - 0,65; в августе - 1,39 нг/л и на станции 7 - 1,80 и 0,09 нг/л соответственно.

В Севастопольской бухте наиболее высокое содержание витамина было зимой /до 3,14 нг/л/. В весенние месяцы концентрация его стала минимальной - около 0,42 нг/л. Летом количество витамина несколько возросло /до 1,00 нг/л/ и к осени достигло 2,12 нг/л.

Сопоставление содержания витамина с видовым составом и численностью фитопланктонных организмов /рис. 2/ показывает, что зимой при сравнительно высокой его концентрации происходило интенсивное развитие диатомовых. Среди последних преобладала *Skeletonema costatum*. Поскольку ее специфическая ауксотрофия доказана [3] можно предполагать, что понижение концентрации витамина, наблюдавшееся весной, было в какой-то степени обусловлено утилизацией его данной водорослью. Осеннее развитие диатомовых также происходило при относительно высоком содержании витамина в воде. Основным компонен-

Содержание и распределение витамина В₁₂ в верхнем 100-метровом слое
Черного моря на различном удалении от берега

Горизонт, м	Содержание витамина В ₁₂ , нг/л						
	Ст.2 /5 миль от берега, глубина 90 м/		Ст.5 /20 миль от берега, глубина 1500 м/		Ст.7 /50 миль от берега, глубина 2200 м/		Сред- нее для гори- зонта
	7.У 1965	27.УШ 1965	7.У 1965	27.УШ 1965	7.У 1965	28.УШ 1965	
0	0,62	0,00	0,12	0,15	0,28	0,18	0,22
25	0,58	0,00	0,22	0,45	1,33	0,00	0,43
50	0,60	0,00	0,46	1,05	2,38	-	0,89
75	0,42	0,00	1,79	3,92	3,80	0,10	1,67
100	-	-	3,86	-	4,86	0,76	3,16
Среднее* для слоя 0-75 м	0,55	0,00	0,65	1,39	1,80	0,09	.

* Приведено лишь для слоя фотосинтеза

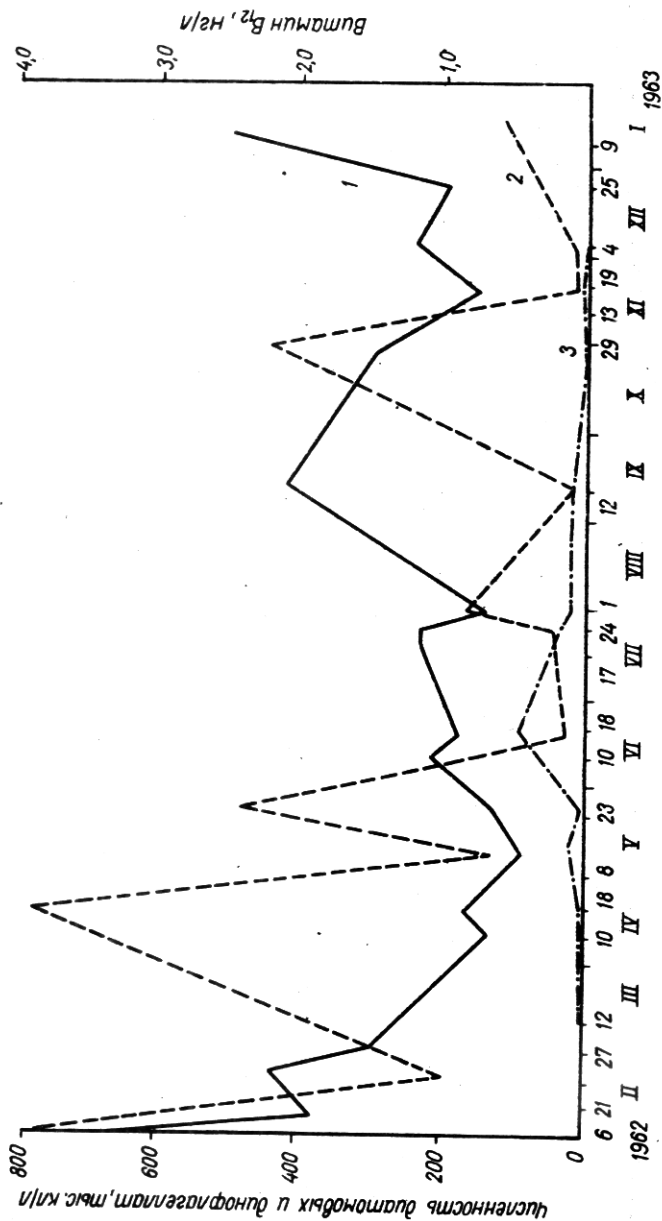


Рис. 2. Содержание витамина B_{12} и численность диатомовых и динофлагеллат в Севастопольской бухте у выхода в море. Среднее для слоя 0-15 м:
1 - витамин B_{12} ; 2 - диатомовые; 3 - динофлагеллаты.

том диатомовых тогда был *Chaetoceros curvisetus*. После его развития концентрация витамина заметно снизилась. Возможно, что это снижение также было обязано потреблению витамина развивающейся водорослью. Летнее развитие динофлагеллат происходило при относительно низком содержании витамина. Среди них доминировала *Euxuviaella cordata*, нуждаемость которой в данном витамине до сих пор показана не была.

Таким образом, наблюдения показали, что развитие одних организмов, как *S. costatum* и *Ch. curvisetus* происходило только после некоторого накопления витамина в воде, другие организмы, как *Ex. cordata* развивались, когда содержание его было относительно низким. Обнаруженная связь позволяет предполагать, что витамин B_{12} , по-видимому, может являться одним из экологических факторов, контролирующих развитие видов, составляющих фитопланктонную популяцию.

В сероводородной зоне Черного моря обнаружены измеряемые количества витамина B_{12} /табл. 4/. Открытие его в этой зоне требует дальнейших исследований, в частности, выявления источников его происхождения здесь. Бактериальный источник представляется наиболее вероятным, однако способность бактерий сероводородной зоны к синтезу этого витамина пока не установлена. Не исключена также возможность того, что обнаруженный в этой зоне витамин B_{12} попадает туда вместе с "дождем трупов" и выделяется в воду при их разложении.

Т а б л и ц а 4

Содержание витамина B_{12} в сероводородной зоне
Черного моря

Горизонт, м	Содержание витамина B_{12} , нг/л	
	Ст. 7 /50 миль от берега, глубина 2200 м/	Ст. 9 /20 миль от берега, глубина 800 м/
150	0,50	0,36
250	0,12	2,23
500	0,13	0,00
750	-	0,31
1000	0,00	-

Л и т е р а т у р а

1. Добржанская М.А. - ДАН СССР, 1956, 3, № 2.
2. Супрунов А.Т. и Муравская З.А. - Тр. Севаст. биол. ст., 1963, 16.
3. Droop M.R. - I. Mar. Biol. Ass., 1955, 34, 2.
4. Hutner S.H. a. Bjerknes C.A. - Proc. Soc. Exp. Biol., N.Y., 1948, 67.