

Том LIII	<i>Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)</i>	1964
Том LII	<i>Известия Тихоокеанского научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО)</i>	

551.464(255.2)

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ПРИБЫЛОВО-БРИСТОЛЬСКОГО РАЙОНА БЕРИНГОВА МОРЯ

Н. В. Азова

ВНИРО

Первичная продукция органического вещества Прибылово-Бристольского района Берингова моря определялась по изменению содержания кислорода в течение суток непосредственно в морской воде. Для такого расчета используются определения кислорода, выполняющиеся в экспедиционных условиях, которые не требуют ни специальных больших затрат времени, ни особых приспособлений и потому дают массовый материал. В результате обработки этого материала получаем вполне ясное представление о первичной продукции органического вещества в исследуемом районе.

В вегетационный период в фотическом слое днем продуцируется кислорода больше, чем потребляется, и количество его в воде увеличивается. Ночью, когда фотосинтез прекращается, потребление кислорода в процессах окисления органического вещества приводит к уменьшению его количества в воде. Обычно в предутренние часы содержание кислорода достигает минимума.

Полная продукция за день равна, очевидно, сумме прироста и потребления кислорода за это время.

Гораздо важнее знать величину эффективной продукции (разность между валовой продукцией и дыханием фитопланктона), т. е. количество именно того новообразовавшегося органического вещества, которое служит пищей для гетеротрофных организмов.

Величина новообразовавшегося органического вещества, вычисленная непосредственно по максимуму фотосинтетического суточного увеличения кислорода, несколько (по предварительным подсчетам незначительно) меньше эффективной продукции за сутки. Но она более точно соответствует величине синтезируемого фитопланктоном органического корма для гетеротрофных морских организмов, чем валовая продукция.

Для определения продукции органического вещества юго-восточной части Берингова моря использованы материалы Берингоморских экспедиций 1958, 1959, 1961 г. Толщина фотического слоя в исследуе-

мом районе в среднем равна 26 м. Пересыщение воды кислородом достигает 117—122% (по Трусдейлю). Расчеты велись непосредственно по максимальному приросту кислорода за день в результате интенсивного фотосинтеза. При этом М. В. Федосов и И. А. Ермаченко [3] считают необходимым и предлагают вводить поправки на изменение насыщенности морской воды кислородом за счет возможного колебания температуры и солености. Действительно, можно наглядно показать, какая допускается ошибка, если не учитывать изменения температуры и солености.

Допустим, что при максимальном содержании кислорода в морской воде 100% его насыщение соответствует a мл/л, а при минимальном — b мл/л; $(a + n)$ мл/л — максимальное содержание кислорода, $(b + m)$ мл/л — минимальное, где n и m мл/л — прирост кислорода в результате фотосинтетической деятельности фитопланктона соответственно в момент максимального и минимального его содержания в морской воде.

Тогда

$$\Delta O_{2\max} = (a + n) \text{ мл/л} - (b + m) \text{ мл/л} = (a + n - b - m) \text{ мл/л} = \\ = (n - m) \text{ мл/л} + (a - b) \text{ мл/л}.$$

Предположим, что

1) температура в момент максимума и в момент минимума кислорода одинакова. Значит,

$$a = b \text{ и } \Delta O_{2\max} = (n - m) \text{ мл/л} + (a - b) \text{ мл/л} = (n - m) \text{ мл/л}.$$

Допустим, $\Delta O_{2\max}$ во всех случаях одинакова, т. е. равна $(n - m)$ мл/л;

2) температура в момент максимального содержания кислорода увеличилась на какую-то величину, равную t° . Растворимость кислорода соответственно уменьшилась на величину C мл/л; a стало меньше b на C мл/л. Значит,

$$(a - b) \text{ мл/л} = -C \text{ мл/л} \text{ и } \Delta O_{2\max} = (n - m) \text{ мл/л} + (a - b) \text{ мл/л} = \\ = (n - m) \text{ мл/л} - C \text{ мл/л},$$

то есть $\Delta O_{2\max}$ становится меньше истинной величины на C мл/л, где C — разница между содержанием кислорода (в мл/л), соответствующим 100-процентному насыщению кислородом в момент максимума его, и содержанием кислорода, соответствующим 100-процентному насыщению в момент его минимума.

Таким образом, если при максимальном содержании кислорода температура больше, чем при минимальном содержании, поправка вводится с положительным знаком;

3) температура в момент максимума меньше на t° , чем в момент минимума кислорода. Тогда a больше b на C мл/л.

$$(a - b) \text{ мл/л} = +C \text{ мл/л} \text{ и } \Delta O_{2\max} = (n - m) \text{ мл/л} + (a - b) \text{ мл/л} = \\ = (n - m) \text{ мл/л} + C \text{ мл/л},$$

т. е. больше истинной на C мл/л и поправка вводится с отрицательным знаком.

Таким же образом влияет изменение солености, хотя и не так значительно, как изменение температуры.

Все это было учтено при расчете первичной продукции органического вещества. Продукция рассчитывалась сначала отдельно для каждого горизонта в мл O_2 /л и в г органического углерода. Коэффициент для пересчета из мл O_2 /л в г углерода $\approx 1 \text{ м}^3 - 0,54$ [1].

Суточный ход кислорода зависит не только от процессов, идущих на определенной глубине, но и от вертикальных и горизонтальных пере-

мешений водных масс. В юго-восточной части Берингова моря вертикальное перемешивание в результате приливо-отливных явлений довольно значительно. Кислород, продуцируемый на данном горизонте, может поступать на другой горизонт, что вносит ошибку в подсчеты первичной продукции органического вещества для каждого отдельного горизонта. Поэтому рассчитана средневзвешенная величина продукции для всего фотического слоя. Она равна 0,25 мл O_2/l , что соответствует 0,14 г C/m^3 .

Осреднение продукции, рассчитанной для большого числа станций дает более правильное представление о величине первичной продукции органического вещества исследуемого района.

Для расчета были использованы также данные полусуточной станции (ст. № 113, 11—12/IX 61).

Наблюдения, проводимые в Прибылово-Бристольском районе Берингова моря, охватывают различные сезоны вегетационного периода.

Толщина фотического слоя увеличивается от весны к осени. В конце апреля, в самом начале вегетационного периода, нижняя граница фотического слоя лежала на глубине 10 м. Наибольшая толщина фотического слоя отмечалась в конце вегетационного периода и равнялась 50 м.

Пересыщение воды кислородом колебалось в течение вегетационного периода от 0,05 до 0,60 мл/л.

Наиболее интенсивно происходит образование нового органического вещества в июле. За сутки в 1 м³ фотического слоя образуется 0,16 г углерода. Величина продукции по месяцам приведена ниже.

	мл O_2/l	г C/m^3
Конец апреля	0,20	0,11
Июль	0,30	0,16
Сентябрь	0,24	0,13
Начало ноября	0,25	0,14

В это время наиболее продуктивны воды, лежащие несколько отдаленно от берегов (рис. 1); по направлению к берегу и в открытое море продукция уменьшается.

Осенью наибольшая величина продукции 0,15—0,20 г C/m^3 наблюдается в прибрежной зоне Прибылово-Бристольского района (рис. 2). По мере продвижения в открытое море она уменьшается до 0,05 г C/m^3 и менее. Средняя суточная продукция для осени 0,14 г C/m^3 .

Та же картина, что и осенью, судя по приведенным выше данным наблюдается весной: происходит уменьшение величин первичной продукции в сторону открытого моря.

В течение вегетационного периода в сутки продуцируется в среднем 0,14 г C/m^3 (0,25 мл O_2/l). Величина продукции за сутки и за вегетационный период приведена ниже.

М. В. Федосов и Р. Л. Давидович [4] отмечают, что интенсивность образования нового органического вещества на восточной отмели в 1958—1959 гг. выражалась 0,05—0,28 мл O_2/l в сутки.

	Величина продукции	
	г C/m^3	г C/m^2
За сутки	0,14	3,6
За вегетационный период	25,2	655

При продолжительности вегетационного периода 180 дней [2] (приведено с точностью до полумесяца) продукция за весь период измеряется 25,2 г C/m^3 , а под 1 м² водной поверхности образуется за год

655 г углерода, что свидетельствует о высокой первичной продуктивности Прибылово-Бристольского района.

Исследуемый нами район относится к неритической зоне Берингова моря.

Высокую продуктивность неритической части Берингова моря отмечает Иваненков [2]. Средняя величина валовой годовой продукции в

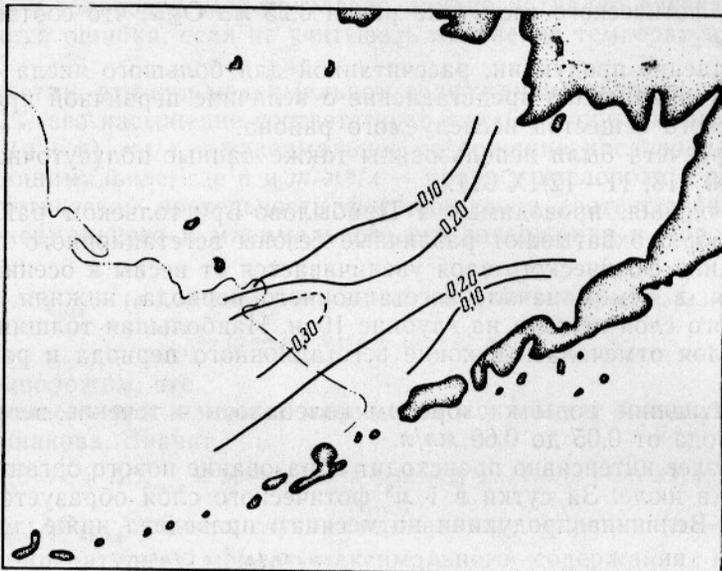


Рис. 1. Распределение величин первичной продукции (в г С/м³) в Прибылово-Бристольском районе Берингова моря летом

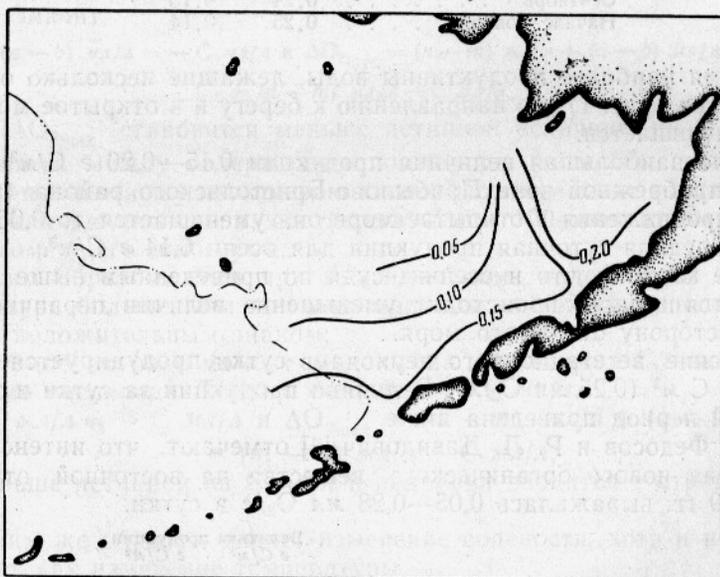


Рис. 2. Распределение величин первичной продукции (в г С/м³) в Прибылово-Бристольском районе Берингова моря осенью.

органическом углероде равна 24,2 г/м³ (предел от 19,2 до 48,9 г С/м³) и 605 г под 1 м² поверхности. Она во много раз больше таковой в океанической части.

Т а б л и ц а
Суточная продукция, рассчитанная по ΔO_{2max}

№ станции, дата	Горизонт, м	ΔO_{2max} , мл/л	Средняя ΔO_{2max} для всего слоя, мл/л	Продукция г С/м ³
ст. 136—138,	0	0,00		
13/IV 1961	10	0,19	0,10	0,05
ст. 141—144,	0	0,00		
20/IV 1961	10	0,21	0,10	0,05
ст. 160—163,	0	0,30		
25/IV 1961	10	0,29	0,30	0,16
ст. 164—166,	0	0,38		
26/IV 1961	10	0,22	0,30	0,16
ст. 48—54,	0	0,78		
17/VII 1958	10	0,05	0,16	0,09
	25	0,23		
ст. 56—61,	0	0,43		
18/VII 1958	10	0,00	0,09	0,05
	25	0,00		
ст. 62—66,	0	0,24		
19/VII 1958	10	0,07	0,16	0,09
ст. 68—70	0	0,06		
20/VII 1958	10	0,13	0,10	0,05
ст. 27—29,	0	0,22		
21/VII 1959	10	0,30	0,26	0,14
ст. 30—34,	0	0,88		
22/VII 1959	10	0,79	0,84	0,45
ст. 35—40,	0	0,42		
23/VII 1959	10	0,33	0,23	0,12
	25	0,06		
ст. 47—50,	0	0,40		
25/VII 1959	10	0,28	0,11	0,06
	25	0,00		
	50	0,00		
ст. 51—54,	0	0,76		
27/VII 1959	10	0,00	0,38	0,20
ст. 55—57	0	0,47		
28/VII 1959	10	0,96	0,71	0,38
	25	0,44		
ст. 74—78	0	0,17		
6/IX 1961	25	0,00	0,08	0,04
ст. 83—86	0	0,65		
7/IX 1961	10	0,54	0,40	0,22
ст. 90—96	0	0,40		
8/IX 1961	10	0,47	0,32	0,17
	25	0,00		
ст. 100—104	0	0,38		
9/IX 1961	10	0,07	0,11	0,06
	25	0,00		
ст. 108—110,	0	0,09		
10/IX 1961	10	0,05	0,10	0,05
	25	0,20		
ст. 113 (полу- суточная)	0	0,16		
11—12/IX 1961	10	0,17	0,28	0,15
	25	0,24		
	50	0,53		
ст. 116—120	0	0,00		
13/IX 1961	10	0,48	0,34	0,18
	25	0,31		
ст. 122—124	10	0,25		
14/IX 1961	25	0,43	0,26	0,14
	50	0,00		
ст. 302—305	0	0,06		
2/XI 1961	10	0,22	0,21	0,11
	25	0,14		
	50	0,39		

Продолжение

№ станции, дата	Горизонт, м	ΔO_2 max, мл/л	Средняя ΔO_2 max для всего слоя, мл/л	Продукция г С/м ³
ст. 306—311 3/XI 1961	0	0,11	0,25	0,14
	10	0,33		
	25	0,03		
	50	0,56		
ст. 312—313 4/XI 1961	0	0,00	0,22	0,12
	10	0,00		
	25	0,50		
	50	0,01		
ст. 314—315 5/XI 1961	0	0,22	0,32	0,17
	10	0,41		
	25	0,31		
	50	0,29		
Среднесуточная продукция за вегетационный период			0,25	0,14

О. И. Кобленц-Мишке [5] также считает, что первичная продукция в неритической зоне достигает наибольшего уровня порядка сотен мг С/м³ (сутки до 1 г С/м³) сутки.

Холмс [6], измеряя продукцию Тихого океана, наблюдал наибольшие величины первичной продукции в тихоокеанских водах к западу от 155° з. д., поступающих затем в Берингово море.

ВЫВОДЫ

1. Прибылово-Бристольский район Берингова моря характеризуется большой интенсивностью образования нового органического вещества.
2. Средняя величина первичной продукции органического вещества в исследуемом районе Берингова моря равна 0,14 г С/м³.
3. За вегетационный период продуцируется 25,2 г С/м³.
4. Продукция органического вещества в Прибылово-Бристольском районе под 1 м² поверхности при средней толщине фотического слоя 26 м равна 655 г углерода за год.

ЛИТЕРАТУРА

1. Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. М., Изд-во АН СССР, 1960.
2. Иваненков В. Н. Первичная продукция Берингова моря. Тр. ИОАН. Т. LI, 1961.
3. Федосов М. В., Ермаченко И. А. Интенсивность образования и распада органического вещества в Северных морях. Сб. Первичная продукция морей и внутренних вод. Изд-во Министерства высш., средн., спец. и профессион. образ. БССР., 1961.
4. Федосов М. В., Давидович Р. Л. Некоторые особенности гидрохимического режима Берингова моря. Тр. ВНИРО. Т. XLVIII. Тр. ТИНРО. Т. L. Вып. 1, 1963.
5. Koblenz—Mishke O. J. On the study of primary production in the sea by soviet scientists. Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie. Bd. 45, N. 3, 1960.
6. Holmes Robert W. Surface chlorophyll «A». Surface primary production and zooplankton volume in the Eastern Pacific Ocean. Rapport et Procès-verbaux de réunions. Vol. 144, 1958.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
13	11—10 снизу	распадения	распадения
29	3 сверху	Возврат	Возраст
59	5 снизу	рис. 8, а	рис. 8, в
81	14 сверху	палеография	палеогеография
97	13 сверху	абрационный	абразионный
101	19 сверху	Чугучский	Чугачский
102	25 сверху	смывается	смыкается
110	6 сверху	течения процессы	течения и процессы
110	10 снизу	шельфа рельефа	рельефа шельфа
127	13 сверху	рис. 219	рис. 19
129	Примечание	В табл. 2 и 3	В табл. 1 и 2
132	1 снизу	Т. П.	Т. П.
141	подрисуночная подпись, 4 и 1 снизу	в. д.	з. д.
154	3 сверху после таблицы	C/m^3 (сутки до 1 г C/m^3) сутки	$C/m^3 =$ сутки (до 1 г $C/m^3 =$ сутки)
164	2 колонка, 3 сверху	<i>Crenella columbica</i>	<i>Crenella columbiana</i>
164	3 колонка, 27 и 26 снизу	<i>Amphicteis Scapho- bronchiata moorei</i>	<i>Amphicteis scaphobronchiata</i> <i>Pectinaria moorei</i>
170	подрисуночная подпись, 3 сверху	<i>ПС</i> — живучие подвижные сестонофаги	<i>ПС</i> — подвижные сесто- нофаги
180	10 снизу	фильтратов	фильтраторов
180	3 снизу	детридоедов	детритоедов
182	3 сверху	собирающихся	собирающих
214	12 снизу	Стержень	Стрежень
326	25 сверху	конструкции и польской	и польской конструкции
332	14—12 снизу	гидродинамическими кухты- лями для капронового сель- девого трала польской и калининградской конструк- ций 35—45	для капронового сельдевого трала польской и калинин- градской конструкций 35—45 гидродинамических кухтылей
332	10 снизу	25—30 по	25—30 гидродинамических кухтылей по