

УДК 551.467.7:581.526.325

ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ПЛАНКТОНА СРЕДНЕГО КАСПИЯ

В. И. Кузьмичева, А. И. Бондаренко

Величина первичной продукции планктона Каспийского моря впервые оценена С. В. Бруевичем (1936, 1939, 1941). Приняв на основании данных о суточных колебаниях концентрации кислорода средние P/V — коэффициенты (суточный — 1—2 и годовой — 300), он получил годовую величину первичной продукции для всего моря, равной 1000 млн. т сырого или 200 млн. т сухого вещества. В 1961—1965 гг. продукция фитопланктона была измерена радиоизотопным методом в прибрежной зоне Среднего и Южного Каспия (Салманов, 1964, 1968, 1972). Большой материал автор приводит в очень краткой форме, что затрудняет его использование. Этим исчерпываются сведения по данному вопросу. Нами была сделана попытка оценить величину первичной продукции планктона Среднего Каспия в современных условиях.

Работа выполнена во время комплексной съемки Среднего Каспия в августе 1971 г., проведенной совместно сотрудниками КаспНИРХа и ВНИРО. Продукцию фитопланктона измеряли радиоуглеродным методом в соответствии с «Методическим пособием» (1960) по схеме О. И. Кобленц-Мишке и Ю. Г. Кабановой (1964). Выбор станций определялся маршрутом судна по стандартным разрезам (рис. 1).

Пробы воды с разных горизонтов экспонировали в темных и светлых склянках после внесения в них изотопа (25 мкКи на 500 мл) на палубе в деревянном резервуаре с проточной водой под двойным слоем марли. Срок экспозиции обычно был равен половине светового дня. Полученные в этих опытах величины автотрофной и гетеротрофной ассимиляции углекислоты характеризовали относительное распределение по вертикали физиологически активного фитопланктона (K_p) и гетеротрофных бактерий (K'_p). На двух станциях (25 и 103а) с прозрачностью 8 и 12 м дополнительно было проведено измерение *in situ*. Сопоставляя величины асси-

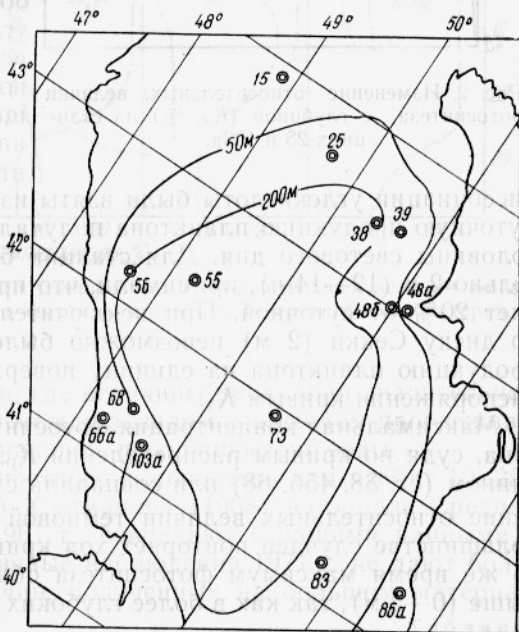


Рис. 1. Схема расположения станций, где проводилось измерение первичной продукции планктона.

миляции, полученные на палубе и *in situ* для соответствующих горизонтов, определяли значения K_T , показывающие изменение фотосинтеза в зависимости от световых условий в толще воды. В дальнейшем для расчетов использовали только одну кривую, так как на станции 25 были получены нехарактерные, очень низкие величины фотосинтеза (рис. 2, табл. 1).

По окончании экспозиции пробы фильтровали через мембранный фильтр № 5 диаметром 3 см. Высушенные фильтры помещали в эксикатор с хлористым кальцием и натронной известью. Активность осадков и рабочего раствора, который хранился в запаянных ампулах, была измерена на торцевом счетчике только через год. При столь длительном хранении, несмотря на принятые предосторожности, активность фильтров могла снизиться в результате изотопного обмена с углекислотой воздуха. Величина потерь, видимо, не превышала 20—30%.

При вычислении результатов общее количество соединений углекислоты в воде рассчитывали исходя из величин температуры воды, а также pH и карбонатной щелочности, определявшихся аналитическим путем. Величины второй кажущейся константы

Рис. 2. Изменение относительных величин фотосинтеза с глубиной (K_T , %) на станциях 25 и 103а.

диссоциации углекислоты были взяты из работы С. В. Бруевича (1933). Суточную продукцию планктона получали путем удвоения значений для половины светового дня. Для станции 66а, где склянки экспонировали только 2 ч (12—14 ч), принимали, что продукция за этот период составляет 20% от суточной. При исключительно низкой прозрачности воды по диску Секки (2 м) невозможно было рассчитать для этой станции продукцию планктона на единицу поверхности по имеющимся в нашем распоряжении кривым K_T .

Максимальная концентрация фотосинтетически активного фитопланктона, судя по кривым распределения K_p , располагалась или над термоклином (ст. 38, 45б, 68) или совпадала с ним по глубине (рис. 3). Изменение относительных величин темновой фиксации углекислоты (K_p') в большинстве случаев повторяет ход кривых K_p , но выражено слабее. В то же время максимум фотосинтеза обычно располагался значительно выше (0—5 м), так как в более глубоких слоях воды продукцию водорос-

Показатели	№ ста				
	15	25	38	39	45а
Глубина, м	34	65	214	125	26
Прозрачность, м	12,5	12,0	13,0	13,0	—
Облачность, баллы	7	0	8	8	3
Время экспозиции, ч — мин	12—20 ÷ 19—30	12—30 ÷ 19—15	12—05 ÷ 19—00	12—05 ÷ 19—00	12—15 ÷ 19—20
Фотосинтез на поверхности, мг C/m^3 в день	17,63	2,38	23,81	17,98	210,54
Темновая фиксация на поверхности, мг C/m^3 в сутки	1,01	0,76	1,26	1,53	2,89
Темновая фиксация, % от фотосинтеза	8,3	93,0	7,7	12,4	2,0
Фотосинтез, мг C/m^2 в день	229	83	415	291	2623

лей ограничивали световые условия. Более 90% первичной продукции создавалось в слое 0—15, 0—20 м, т. е. приблизительно до глубины удвоенной прозрачности по диску Секки.

Фотосинтез в поверхностном слое возрастает в прибрежной зоне по мере уменьшения глубины (см. табл. 1, рис. 4). Более четко это прояв-

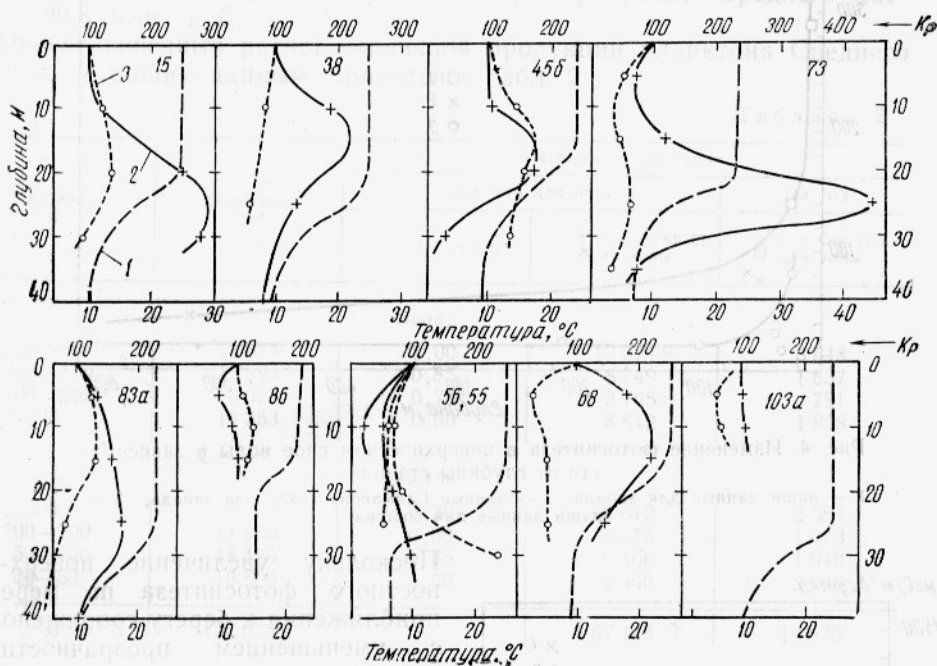


Рис. 3. Распределение по вертикали температуры 1, относительных величин концентрации физиологически активного фитопланктона 2 и гетеротрофных бактерий 3.

ляется в западной части моря, где величины продукции значительно выше, чем на востоке. Различия между западом и востоком прослеживаются даже для станций с одинаковой прозрачностью воды.

Средние значения поверхностного фотосинтеза для изобат 10, 25, 50, 100 м, по наблюдениям М. А. Салманова (1968) на западе Среднего и Южного Каспия в августе 1961 г., совпадают с нашими данными (см. рис. 4). Интересно, что единичные наблюдения 1971 г. не дают больших отклонений от средних величин, полученных на большом материале в

Таблица 1

станции									
455	73	83	86а	55	56	66а	68	103а	
				Запад					
38	600	100	25	525	195	12	49	60	
9,0	13,0	8,5	6,0	11,0	8,0	2,0	7,0	8,0	
3	2	2	6	10	10	5	5	3	
12—15÷	12—00÷	12—15÷	12—30÷	5—30÷	12—20÷	12—00÷	12—00÷	6—20÷	
19—20	18—50	18—35	18—40	12—10	19—00	14—10	19—00	12—00	
32,16	21,74	21,74	82,38	44,95	98,84	314,13	74,60	80,24	
1,69	5,33	3,12	2,45	1,62	3,80	16,05	6,82	3,67	
7,6	35,7	23,9	4,3	5,2	5,6	7,5	13,3	13,3	
386	210	345	807	357	596	—	1521	1021	

1961 г. Это говорит о стабильности скорости продукционных процессов на протяжении одного сезона и за истекший период.

Сравнительно небольшой материал не позволяет установить четкую связь между фотосинтезом на поверхности и во всем слое воды (рис. 5).

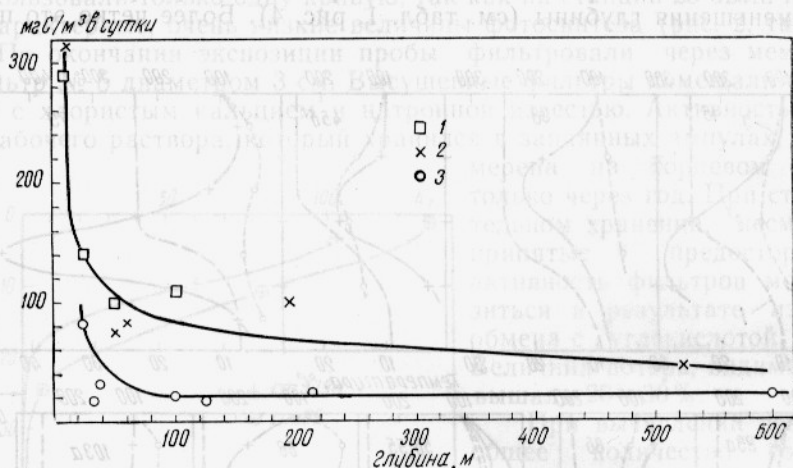


Рис. 4. Изменение фотосинтеза в поверхностном слое воды в зависимости от глубины станций:

1 — наши данные для запада; 2 — данные Салманова (1968) для запада; 3 — наши данные для востока.

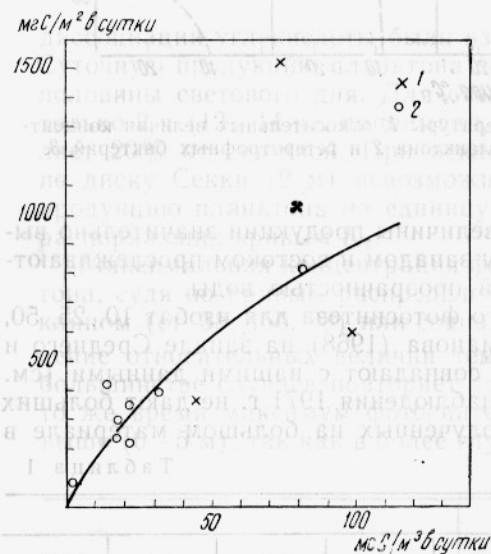


Рис. 5. Соотношение величин фотосинтеза на поверхности и в эвфотическом слое для западной 1 и восточной 2 частей моря.

Поскольку увеличение поверхностного фотосинтеза по мере приближения к берегу сопряжено с уменьшением прозрачности воды и, следовательно, сокращением эвфотической зоны, то скорее можно ожидать, что эта зависимость будет носить криволинейный, а не прямолинейный характер, и, вероятно, будет различаться для запада и востока.

К сожалению, здесь не могут быть использованы данные М. А. Салманова, так как, по нашему мнению, величины продукции на единицу поверхности для западного побережья, приведенные в его работе, завышены в несколько раз.

Интересно сравнить наши данные с величинами, полученными в 30-х годах. В работах С. В. Бруевича (1939, 1941) приводятся значения годовой первичной продукции для всего Каспия, поэтому предварительно мы

рассчитали долю продукции, приходящейся на Средний Каспий. По данным П. И. Усачева (1948), в 30-х годах средняя биомасса фитопланктона для слоя 0—дно—25—30 м Среднего Каспия составляла весной 1,5, летом — 0,3, осенью 0,5 г/м³. Отсюда мы приняли среднюю за вегетационный период биомассу, равной 0,77 г/м³ или для эвфотической зоны 0—25 м — 15,4 г/м². Умножив полученную биомассу на принятый

С. В. Бруевичем годовой P/V — коэффициент (300) и на площадь Среднего Каспия, получили первичную продукцию планктона за год — 799 млн. т сырого вещества. Согласно А. П. Виноградову (1939), в сухом веществе диатомовых водорослей содержится 18,7% углерода, а в эксувиелле — 33,5%, в среднем — 26% С. Приняв, что сухое вещество составляет 10% от сырого, получим годовую продукцию Среднего Каспия — 20,8 млн. т С.

Ориентировочный расчет первичной продукции планктона Среднего Каспия, по нашим данным, приведен в табл. 2.

Таблица 2

Глубина, м	Площадь, км ²	Первичная продукция		
		средняя для лета		за год
		г С/м ² в сутки	т С/в сутки для зоны	тыс. т С/в год для зоны
Запад				
20—50	17 374	1,00	17 374	3 648
50—100	10 293	0,85	8 749	1 837
100—200	5 020	0,75	3 765	791
>200	14 353	0,60	8 612	1 808
Восток				
>200	28 705	0,30	8 612	2 584
100—200	11 859	0,30	3 578	1 073
50—100	18 475	0,35	6 466	1 940
20—50	16 600	0,60	9 960	2 988
Всего	122 679		67 116	16 670

В табл. 2 не включены данные для мелководных районов (<20 м), где мы почти не работали. Для остальных зон, ограниченных глубинами 20—50, 50—100, 100—200 м, и глубоководной величины фотосинтеза были приняты, исходя из зависимостей, представленных на рис. 4 и 5. Эти значения считали средними для лета. Судя по данным М. А. Салманова (1968, 1972), средняя за вегетационный период величина суточной продукции составляет 105% от летней для западных районов и 150% для восточных. Продолжительность вегетационного периода была принята по Бруевичу равной 200 дням. Площади зон взяты из работы В. Ф. Соловьева и др. (1962). В результате расчета было получено, что в современных условиях за год в Среднем Каспии, исключая мелководную зону, продуцируется 16,7 млн. т С. Если учесть, что районы с глубинами 20—50 м занимают 20% площади и в них продуцируется около 40% органического углерода, то можно предположить, что в мелководной зоне, площадь которой составляет около 10%, создается не менее 20% первичной продукции. Тогда для всего Среднего Каспия получаем величину 20 млн. т С, которая полностью совпадает с расчетом по Бруевичу.

Конечно, столь полное совпадение результатов при сугубо ориентировочных расчетах является чистой случайностью. В то же время это дает основание полагать, что за истекший период не произошло существенного изменения величины первичной продукции планктона Среднего Каспия.

Выводы

1. Величина первичной продукции в Среднем Каспии изменяется от 93 до 210 мг С/м³ в день (93—2623 мг С/м² в день).

2. Фотосинтез в западной части района значительно интенсивнее, чем в восточной. На глубинах свыше 30—50 м первичная продукция в запад-

ной части составляет 75—100 мг С/м³ в день, в восточной — 20—30 мг С/м³.

3. В прибрежной части величина первичной продукции максимальна — больше 200—300 мг С/м³ в день.

4. Более 90% первичной продукции создается в слое 0—15, 0—20 м.

5. Величина годовой первичной продукции планктона Среднего Каспия, по нашим данным, совпадает с величиной, рассчитанной по данным С. В. Бруевича, и составляет 20 млн. т С.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бруевич С. В. Методика химической океанографии. Гидрометслужба. М., 1933. 143 с.

Бруевич С. В. Определение продукции органического вещества в море. В кн.: Академику Вернадскому к 50-летию научной и педагогической деятельности. 1936, с. 281—300.

Бруевич С. В. Распределение и динамика живого вещества в Каспийском море. — ДАН СССР, 1939, т. 25, № 2, с. 139—143.

Бруевич С. В. Распределение вещества среди отдельных групп организмов Каспийского моря. — «Труды по комплексному изучению Каспийского моря», 1941, вып. 14, с. 76—86.

Виноградов А. П. Химический элементарный состав организмов в море. — «Труды биохимической лаборатории» АН СССР, 1939, т. 5, с. 1—215.

Кобленц-Мишке О. И., Кабанов Ю. Г. О первичной продукции в северо-восточной части Индийского океана в период летнего муссона. — «Труды Института океанологии АН СССР», 1964, т. 65, с. 16—23.

Методическое пособие по определению первичной продукции органического вещества в водоемах радиоуглеродным методом. Минск, Белорусский государственный университет, 1960. 26 с.

Основные черты рельефа и геологической структуры дна Среднего и Южного Каспия. — «Труды комплексной южной геологической экспедиции», 1962, вып. 7, с. 25—42. Авт.: В. Ф. Соловьев, Л. С. Кулакова, Л. И. Лебедев, Е. Г. Маев.

Салманов М. А. Определение первичной продукции литорали и сублиторали западного побережья Южного Каспия от Апшерона до г. Астра с помощью С¹⁴. — В кн.: Радиоактивные изотопы в гидробиологии. М., «Наука», 1964, с. 83—90.

Салманов М. А. Первичная продукция фотосинтеза фитопланктона в западном побережье Среднего и Южного Каспия. — В кн.: Биология Среднего и Южного Каспия, 1968, с. 64—70.

Салманов М. А. Продукция фитопланктона в восточном побережье Среднего Каспия. — «Гидробиологический журнал», 1972, № 4, с. 71—75.

Усачев П. М. Количественные колебания фитопланктона в Северном Каспии. — «Труды Института океанологии АН СССР», 1948, т. 2, с. 60—68.

Primary production of plankton in the middle part of the Caspian Sea

V. I. Kuzmicheva, A. I. Bondarenko

SUMMARY

The estimate of primary production in the middle part of the Caspian Sea is based on the survey made by VNIRO and Caspian Research Institute of Fisheries in August 1971. The estimate indicates that about 20 mln tons of carbon are produced annually in the middle part of the Caspian Sea, which matches the calculations made by Bruevich's method.