

К. К. ВОТИНЦЕВ

**ЭНЕРГИЯ ФОТОСИНТЕЗА И СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БИОМАССЫ  
MELOSIRA BAICALENSIS WISL.**

(Представлено академиком П. П. Ширшовым 17 III 1952)

Роль фитопланктона в общем балансе органического вещества в оз. Байкал еще совершенно не изучена. Вряд ли, однако, можно сомневаться в том, что роль эта весьма значительна. Достаточно указать, что по наблюдениям В. Н. Яснитского<sup>(5)</sup> в период массового развития фитопланктона (диатомей) общее число их достигает до 300 тыс. клеток в литре воды. Изучение процессов продуцирования органического вещества отдельными видами водорослей, и из них прежде всего теми, которые играют руководящую роль в составе байкальского фитопланктона, представляет поэтому несомненный интерес. В настоящем исследовании мы и ставили своей задачей изучение роли одного из руководящих видов диатомового планктона оз. Байкал — мелозиры (*Melosira baicalensis*) в общей динамике органического вещества в озере.

Исследования велись в течение января — июля 1950 г. в районе Байкальской биологической станции Иркутского государственного университета (пос. Большие Коты на Южном Байкале).

Для изучения энергии фотосинтеза мелозиры мы, как и прежде<sup>(2)</sup>, воспользовались методом Пюттера<sup>(6)</sup>. Суть применявшейся методики сводилась к следующему. С помощью вертикального лова на глубинах 25—0 м планктонной сетью собирался в нужном количестве планктон. пойманный планктон сразу же разбавлялся значительным количеством воды так, чтобы содержание мелозиры в полученной взвеси было около 1—1,5 млн. клеток в литре, после чего указанной взвесью наполнялись склянки с притертыми пробками объемом около 150 мл. В двух из них тотчас проводилась фиксация кислорода методом Винклера, половина из оставшихся склянок помещалась в светонепроницаемые мешки, и склянки попарно (светлая и затемненная) укреплялись на тросе и опускались в Байкал на разные глубины. Вся установка зимой закреплялась на льду у края проруби, после вскрытия Байкала — на специальном поплавке с якорем. Склянки экспонировались в Байкале в течение суток, по прошествии которых они извлекались из воды и в них тотчас проводилось определение кислорода. После окончания определения кислорода в пробах велся подсчет фито- и зоопланктона (счетным методом — просчет трех проб по 0,5 мл). Разность между первоначальным содержанием кислорода и его содержанием в воде темных склянок давала количество кислорода, потребленного планктоном на дыхательные процессы; разность в содержании кислорода в воде светлых и темных склянок давала количество его, выделенное в процессе фотосинтеза фитопланктона. Так как фитопланктон практически нацело состоял из одной мелозиры, то мы и вели все расчеты на эту водоросль. Исходя

из данных А. П. Скабичевского (3), мы приняли средний размер одной клетки мезоциры равным 3600  $\mu^3$ . Удельный вес ее был принят равным 1,06. Отсюда подсчитывалась энергия фотосинтеза на одну клетку и на единицу веса водоросли. Проведя определение потребления кислорода при дыхании основных представителей зоопланктона и зная их число в пробе, мы получили возможность приближенного вычисления потребления кислорода при дыхании мезоциры.

Одновременно с исследованиями энергии фотосинтеза мезоциры проводилось определение ее биомассы в толще вод Байкала. С этой целью 2—3 раза в месяц велись фракционированные ловы планктона планктонной сетью системы Джеди (большая модель) (1) из газа № 17 (по старой шкале) по фракциям 0—25, 25—50 м, а после опускания водорослей на глубину свыше 50 м дополнительно отбиралась проба 0—250 м. Пойманный планктон фиксировался формалином. Далее пробы планктона фильтровались через фильтр из шелкового газа № 17 на воронке Бюхнера. Избыток воды отсасывался под слабым вакуумом, причем для

Таблица 1

Изменение биомассы мезоциры в слое воды 0—50 м весной 1950 г. по сетным ловам (в г)

Дата наблюдений	Биомасса мезоциры в г/м <sup>3</sup>		Общая биомасса в слое 0—50 м под 1 га площади в кг
	в слое 0—25 м	в слое 25—50 м	
III 14	0,20	0,00	50
26	0,26	0,00	65
IV 9	0,55	0,00	140
14	1,28	0,00	320
18	2,54	0,12	665
V 2	3,01	3,18	1545
17	3,53	0,00	880
28	3,25	1,20	1110
VI 14	2,80	2,74	1385
20	3,31	1,17	870
22	2,01	0,38	600
VII 4	0,60	0,61	307

предотвращения подсыхания верхнего слоя планктона воронка сверху прикрывалась влажной материей. Отфильтрованный сырой планктон переносился в бюкс и взвешивался. В связи с тем, что численность зоопланктона в период наших наблюдений была невелика, мы пренебрегли его весом, принимая вес сырого планктона за вес мезоциры.

Биология мезоциры была в общих чертах изучена А. П. Скабичевским (3) и В. Н. Яснитским (4). Согласно данным этих авторов, мезоцира встречается в составе планктона открытого Байкала круглый год, но количество ее в течение большей части года незначительно. Только весной, в период массового развития, мезоцира занимает в байкальском фитопланктоне доминирующее положение. Начало массового развития мезоциры приурочено, по наблюдениям В. Н. Яснитского, к концу

февраля — началу марта. К концу апреля — маю, т. е. к моменту вскрытия озера ото льда, развитие мезоциры достигает максимума, после чего, по мере прогревания поверхностных слоев воды озера, она постепенно отмирает и нити ее опускаются на дно, где панцири мезоциры, наряду с панцирями других диатомей, образуют байкальские глубоководные диатомовые илы. В верхних слоях воды озера в последующие месяцы остается лишь незначительное число нитей мезоциры.

В период наших наблюдений впервые в заметном числе нити мезоциры появились в составе фитопланктона 12 I 1950 г. Необходимо отметить, что до этого, в течение 1947—1949 гг., в районе наших наблюдений мезоцира почти совершенно отсутствовала в составе планктона, встречаясь лишь единичными экземплярами и не давая всплеск в развитии. К 13 II общее число нитей этой водоросли заметно возросло, и биомасса ее в слое воды 0—25 м составила около 0,04 г/м<sup>3</sup>, а через месяц — 14 III — количество мезоциры в том же слое воды достигало уже 0,20 г/м<sup>3</sup>. Дальнейший рост биомассы мезоциры происходил весьма интенсивно (см. табл. 1). Достаточно указать, что уже к 14 IV биомасса мезоциры в слое воды 0—25 м возросла до 1,28 г/м<sup>3</sup>, а к 2 V до

3,0 г/м<sup>3</sup>. 14 VI общая биомасса мелозиры в столбе воды 0—250 м под 1 м<sup>2</sup> поверхности озера достигала 240 г, что составляло 2400 кг/га.

Рассмотрим теперь, как изменялась энергия фотосинтеза этой водоросли за тот же период. Основные результаты наших исследований сведены в табл. 2. При вычислении положительного энергетического баланса водоросли (2) суточное потребление кислорода было принято нами равным  $1,5 \cdot 10^{-7}$  мг O<sub>2</sub> на одну клетку водоросли в сутки (среднее из 32 определений).

Таблица 2

Энергия фотосинтеза мелозиры (в  $1 \cdot 10^{-7}$  мг O<sub>2</sub> на 1 клетку водоросли в сутки)

Глубина постановки опыта в м	14—15 III		3—4 IV		13—14 IV		3—4 V		21—22 V		19—20 VI	
	A*	Б	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б	A	Б
0	7,9	6,4	8,0	6,5	12,2	10,7	16,4	14,9	9,0	7,5	6,9	5,4
5	4,0	2,5	3,4	1,9	11,9	10,4	7,8	6,3	7,7	6,2	7,3	5,8
10	0,1	-1,4	0,8	-0,7	1,1	-0,4	6,4	4,9	8,0	6,5	9,1	7,6
15	0,1	-1,4	0,6	-0,9	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0,08	-1,42	0,5	-1,0	0,6	-0,9	2,8	1,3	8,0	6,5	6,3	4,8
25	0,02	-1,48	0,3	-1,2	0,4	-1,1	1,0	-0,5	3,8	2,3	5,7	4,3
30	—	—	—	—	—	—	—	—	0,3	-1,2	0,9	-0,6

\* А — полная энергия фотосинтеза одной клетки водоросли в сутки; Б — разность между энергией фотосинтеза и энергией дыхания, т. е. положительный энергетический баланс водоросли.

Анализ данных табл. 2 прежде всего показывает, что энергия фотосинтеза мелозиры плавно возрастает в поверхностных слоях воды в течение всего подледного периода в соответствии с уменьшением толщины ледяного покрова на озере. Мощность трофогенного слоя остается, однако, до половины апреля сравнительно небольшой, не превышая 5—10 м. Лишь к началу мая, когда толщина ледяного покрова упала до 36 см, компенсационная точка переместилась на глубину около 20 м, а вслед за вскрытием озера ото льда мощность трофогенного слоя достигла 25 м.

Вертикальное распределение мелозиры в подледный период полностью согласуется с мощностью трофогенного слоя. В январе — марте мелозира почти нацело была сосредоточена в верхних слоях воды до глубины около 10 м, лишь в незначительном числе проникая на глубину 10—25 м. В половине апреля произошло первое массовое опускание водорослей на глубины свыше 25 м, связанное, возможно, с отмиранием мелозиры, развивавшейся в предшествующий период. Биомасса мелозиры в этот период в слое 25—50 м быстро возросла с 0,12 г/м<sup>3</sup> 18 IV до 3,18 г/м<sup>3</sup> 2 V. Продолжая опускаться, отмершие нити к 17 V полностью прошли слой 25—50 м и достигли глубины 150 м.

Сравнивая показатели биомассы мелозиры в течение второй половины марта — первой половины апреля по данным сетяного планктона с показателями биомассы ее, вычисленными в форме глюкозы на основании энергии фотосинтеза, видим хорошее совпадение обеих величин (см. табл. 3).

По аналогии с подледным периодом можно было бы ожидать дальнейшего роста энергии фотосинтеза мелозиры и после вскрытия Байкала ото льда. К сожалению, начавшееся в половине апреля отмирание

водорослей резко исказило данные наших наблюдений над энергией фотосинтеза мелозиры. Действительно, в момент массового отмирания мелозиры при постановке исследований по фотосинтезу наряду с живыми нитями этой водоросли в большом количестве отлавливались и отмершие нити. Невозможность различать живые и отмершие нити.

Таблица 3

Показатели биомассы мелозиры, вычисленные на основании энергии фотосинтеза и действительно наблюдаемые в слое 0—50 м под 1 м<sup>2</sup> поверхности озера

	14 III	26 III	9 IV	14 IV
Биомасса мелозиры (сетчатой планктон) в г . . . . .	5,0	6,5	14,0	32,0
То же, вычисленная по энергии фотосинтеза в г глюкозы . . . . .	—	7,2	15,2	27,7

при дальнейших подсчетах к значительному искажению величины энергии фотосинтеза, по сравнению с истинной, в сторону ее занижения. Этим и объясняется слишком низкая энергия фотосинтеза мелозиры, наблюдаемая нами в период после вскрытия Байкала ото льда, а также значительное несоответствие между истинными величинами биомассы мелозиры (сетчатой планктон) и величинами биомассы, вычисленными нами по энергии фотосинтеза.

Проведенные нами исследования позволяют считать роль мелозиры в общей динамике органического вещества в оз. Байкал весьма значительной. Очевидно, что в периоды своего массового развития мелозира продуцирует огромное количество органического вещества, выражаемое по всему Байкалу многими миллионами тонн.

В заключение необходимо указать, что использование метода Пюттера, или метода «склянок», как его часто называют, для оценки энергетического баланса процессов фотосинтеза и дыхания водорослей возможно лишь в том случае, когда есть полная уверенность в том, что в составе отлавливаемого планктона отсутствуют в значительном числе отмершие клетки. В противном случае возможно получение резко заниженных результатов при определении величин энергии фотосинтеза и полное несоответствие их с наблюдаемыми в водоеме изменениями биомассы водорослей.

Физико-химический научно-исследовательский институт  
при Иркутском государственном университете  
им. А. А. Жданова

Поступило  
5 VII 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> В. Г. Богоров, Инструкция для проведения гидробиологических наблюдений в море, 1947. <sup>2</sup> П. Ф. Бочкарев, К. К. Вотинцев и В. Н. Яснитский, ДАН, 70, № 3 (1950). <sup>3</sup> А. П. Скабичевский, Русский гидробиол. журн., № 4—5 (1929). <sup>4</sup> В. Н. Яснитский, Изв. Биол.-географ. инст. при Ирк. гос. ун-те, 4, в. 3—4 (1930). <sup>5</sup> В. Н. Яснитский, там же, 6, 1 (1934). <sup>6</sup> A. Pütter, Pflug. Arch. (1924).