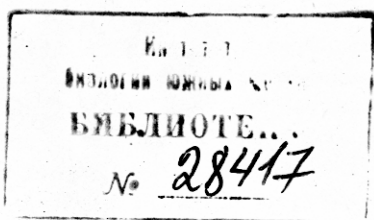


АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

ПРОВ 98

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
И ПОВЕДЕНИЕ
МОРСКОГО ПЛАНКТОНА
В СВЯЗИ
С МИКРОСТРУКТУРОЙ
ВОД



6. Петина Т.С. О питании гипонейстонного рачка *Pontella mediterranea* Claus в Черном море. - Биология моря, К., 1969, вып.17, с.54-65.
7. Петина Т.С. Происхождение и классификация основных экологических типов питания *Copepoda Calanoida*. - Биология моря, К., 1975, вып.33, с.27-49.
8. Шмелева А.А. Весовые характеристики массовых форм зоопланктона Адриатического моря. Сообщ. I. Севастополь, 1964. 16 с. (Труды Севастопо. биол. ст. Т.15).
9. Champalbert G. L'hyponeuston dans le Golfe de Marseille. - Tetys, 1969, N 2, 1, p.585-666.
10. Kenneth Sherman. Pontellid Copepod Occurrence in the Central South Pacific. - Limnol. and Oceanogr., 1964, 12, N 14, p.476-484.

УДК 581.526.325 (262.5)

Л.В. Кузьменко

НАКОПЛЕНИЕ И ВЫДЕЛЕНИЕ РАДИОАКТИВНОГО УГЛЕРОДА ЧЕРНОМОРСКИМИ ПЛАНКТОННЫМИ ВОДОРΟΣЛЯМИ

При исследовании биологической продуктивности водоемов важно знать скорость продуцирования растительными планктонными организмами первичного органического вещества с использованием солнечной энергии, минеральных солей и других компонентов. Органическое вещество, синтезируемое водорослями, представляет собой исходный источник питания населяющих водоемы гетеротрофных организмов, т.е. являются первым трофическим уровнем любого сообщества организмов и экосистемы в целом. В процессе жизнедеятельности водорослей органические вещества, в состав которых входит углерод, тратятся на дыхание, рост, размножение, движение, выделяются в виде метаболитов и т.д. Поэтому представляется интересным проследить трансформацию углерода у планктонных водорослей.

Материал и методика. В 76-м рейсе нис "Академик А.Ковалевский" и далее в отделе функционирования морских экосистем ИнБМ АН УССР нами были проведены эксперименты по выяснению скорости накопления и выделения радиоактивного углерода естественной популяцией фитопланктона из поверхностных вод западной галистатической области Черного моря и с культурами восьми видов черноморских водорослей^{*}.

В альгологически чистые культуры водорослей, находящихся в логарифмической фазе роста, добавлялся радиоактивный углерод в виде раствора $NaH^{14}CO_3$ из расчета 10 - 15 мкюри на 100 мл.

^{*} Культуры водорослей были представлены Л.А.Данской и Л.С.Марковой из лаборатории физиологии водорослей ИнБМ АН УССР.

Культуры водорослей в течение двух-трех суток содержались в колбах при естественных условиях с тем, чтобы в процессе жизнедеятельности водорослей радиоактивный углерод равномерно распределился в их тканях. Культура меченых водорослей помещалась в склянки объемом 100 мл, которые экспонировались на естественном свете в течение 3 ч. После этого часть проб отфильтровывалась на мембранные фильтры № 5 для определения ассимилированного водорослями углерода и расчета первичной продукции. Остальные склянки помещались в темный шкаф, где выдерживались при той же температуре в течение 18 - 21 ч. Отбор проб для измерения выделенного углерода проводился через каждые 3 - 6 ч. Учитывались исходная и конечная концентрации клеток водорослей в культурах и темновая фиксация углерода. В опытах использовались в основном перидиниевые водоросли разных размеров с различной исходной концентрацией их в культурах.

Эксперименты с естественной популяцией фитопланктона проводились аналогичным образом с той лишь разницей, что пробы воды с внесенным в них изотопом выдерживались при естественных условиях в течение светового дня, а затем 12 ч при искусственном освещении.

Результаты и обсуждение. Эксперименты показали, что накопление первичного органического вещества в процессе фотосинтеза и дальнейшая его трата у разных видов водорослей и в естественной популяции фитопланктона происходит с различной интенсивностью. Довольно четко в процессе фотосинтеза проявлялась тенденция к более высокому накоплению органических веществ в мелких клетках. Так, при равных условиях опыта у *Gyrodinium kowalevskii* при незначительной разнице в биомассе с *Gyrodinium fissum*, размеры клеток которого значительно больше, величины первичной продукции оказались почти в четыре раза выше (таблица). Аналогичные результаты получены для *Amphidinium klebsii* и *Procoenotum micans*, *Exuviaella cordata* и *Chaetoceros* sp. Для таких видов, как *Peridinium triocoides* и *Glenodinium foliaceum*, при одинаковых размерах клеток и концентрации в культуре получены близкие величины продукции и коэффициента П/Б. Последний рассчитывался для каждого вида водорослей в зависимости от их объема и содержания углерода в клетках [5,67].

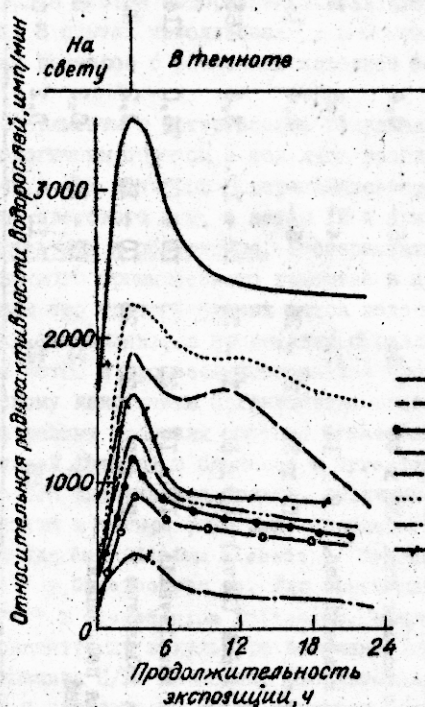
За первые 3 ч темновой экспозиции потеря радиоактивной метки у различных видов водорослей была разной: 3 - 29% от накопленного в процессе фотосинтеза за 3 ч световой экспозиции органических

Концентрация клеток фитопланктона, накопление и выделение ими первичного органического вещества

Вид водорослей	Размер, мкм	Условия опытов		Исходная концентрация водорослей в I д		Первичная продукция, мгС/м ³ за 3 ч	Потери радиоактивности за 3 ч темновой экспозиции, %	Коэффициент Ц/Б
		Температура, °С	Освещение, тыс.лк	Численность, млн. клеток	Биомасса, мг			
<i>Equisella cordata</i> Ostf.	16 x 19	25 - 26	5 - 6	7,0	9,1	139	26	0,43
<i>Paridinium trochoideum</i> (Stein) Lemm.	22 x 33	25 - 26	5 - 6	3,6	36,0	84	10	0,10
♀ <i>Proocentrum micans</i> Ehr.	36 x 44	24	5 - 6	0,4	4,0	26	29	0,18
<i>Amphidinium klebsii</i> Kof. et Sw.	8 x 14	26	4 - 5	7,8	3,1	54	13	0,48
<i>Cryptoceros</i> sp.	19 x 30	25 - 26	5 - 6	2,4	12,0	47	43	0,22
<i>Gyrodinium fissum</i> (Lev.) Kof. et Sw.	42 x 53	22 - 23	10 - 15	3,3	165,0	93	3	0,15
<i>Gymnodinium kowalevskii</i> Fitz.	12 x 16	22 - 23	10 - 15	76,0	114,0	358	3	0,10
<i>Glenodinium foliaceum</i> Stein	25 x 28	22 - 23	10 - 15	3,2	32,0	80	28	0,10
Естественная популяция фитопланктона	8 [±]	22	12 - 15	0,3	0,1	2	36	0,42
То же	10	22	15	0,2	0,2	3	12	0,30

± Для естественной популяции фитопланктона указан средний размер клеток.

веществ у перидиниевых и 43% у диатомеи *Chestecegon* sp. (см. таблицу, рисунок). По интенсивности выделения радиоактивного углерода исследованные виды перидиниевых водорослей можно разделить на две группы. В первую из них входят водоросли, у которых за 3 ч темновой экспозиции потеря метки была мала: 3 - 13% от синтезированного на свету за такое же время радиоактивного углерода. В дальнейшем выделение углерода у них проходило примерно с такой же скоростью и к концу 18 - 21-часовой темновой экспозиции составило 40 - 45% у *Amphidinium klebsii*, *Gymnodinium kowalevskii*, *Peridinium trochoideum* и 30% у *Gyrodinium fissum*.



Накопление и выделение радиоактивного углерода отдельными видами планктонных водорослей: 1 - *Equisetella cordata*; 2 - *Peridinium trochoideum*; 3 - *Prorocentrum micans*; 4 - *Amphidinium klebsii*; 5 - *Gyrodinium fissum*; 6 - *Gymnodinium kowalevskii*; 7 - *Glenodinium foliaceum*; 8 - *Chestecegon* sp.

Ко второй группе относятся *Equisetella cordata*, *Prorocentrum micans* и *Glenodinium foliaceum*, выделение радиоактивного углерода в процессе дыхания и выделения с метаболитами у которых

за 3 ч темновой экспозиции было несколько выше (26 - 29%). В последующие часы выделение углерода у этих видов происходило очень медленно и составило к концу опыта не более 30 - 42% от синтезированного.

Аналогичная скорость выделения углерода отмечалась у диатомовой водоросли *Chaetoceros* sp. Если за первые 3 ч темновой фазы содержание меченого углерода в клетках уменьшилось на 43%, то в течение следующих 21 ч лишь на 5%.

Эксперименты, проведенные с естественной популяцией фитопланктона, показали, что в темноте за 3 ч потеря радиоактивной метки составила 36% в первом и 12% во втором опытах. Основу фитопланктона в первом случае составляли мелкие жгутиковые водоросли и кокколитофориды. Средний размер клеток фитопланктона во втором опыте был несколько больше, поскольку в поверхностных водах, помимо указанных выше водорослей, часто встречалась перидиния *Euxivalis cordata*.

Сопоставляя результаты, полученные в экспериментах с культуррами различных водорослей, можно отметить, что наименьшая трата меченого углерода происходит при их высокой биомассе в культуре в прочих равных условиях опыта, например у *Gyrodinium fissum* и *Gyrodinium kowalevskii* по сравнению с *Glenodinium foliaceum* (см. таблицу).

В среднем, как в культурах водорослей, так и в естественной популяции фитопланктона, за 3 ч в темноте выводится 20-25%, а к концу опытов 30-48% ассимилированного за 3 ч на свету радиоактивного углерода. При этом у отдельных видов водорослей наблюдалась некоторая ритмичность в выделении углерода, на что указывалось и ранее [17]. По-видимому, это было связано со скоростью синтеза органических веществ в клетках водорослей. Кроме того, известно [3,4], что многие виды морских водорослей выделяют от 3 до 7,8% ассимилированного в процессе фотосинтеза углерода в составе различных органических веществ в окружающую среду. В клетках перидинии даже при значительных колебаниях их объема углерода содержится 14 - 18% от их сырого веса [27]. Используя эти данные, мы рассчитали затраты ассимилированного радиоактивного углерода на дыхание и выделение с метаболитами. За 3 ч расходы составили 4-5%, а через 18 - 21 ч - 10 - 14% от сырого веса перидиниальных водорослей.

Таким образом, из проведенного материала можно сделать следующие выводы:

1. Скорость накопления и выделения радиоактивного углерода у различных видов водорослей была разной. Процесс фотосинтеза при сравнительно близких величинах биомассы интенсивнее проходил в мелких клетках фитопланктона. Затраты углерода на дыхание и выделение с метаболитами в темноте составили 3 - 29% от накопленного за такое же время на свету у перидиниевых и 43% у диатомей *Chaetoceros* sp.

2. Выделение меченого углерода у *Amphidinium klebsii*, *Gymnodinium kowalevskii*, *Peridinium trichoideum* и *Gyrodinium fissum* происходило постепенно в течение суток, а у таких видов, как *Euxisella cordata*, *Prorocentrum micans*, *Glenodinium foliaceum* и *Chaetoceros* sp., отмечалось более интенсивная его трата в начале темновой фазы.

3. За первые 3 ч темновой экспозиции в культурах водорослей и в естественной популяции фитопланктона выводится в среднем 20-25%, а к концу суток 30-48% меченого углерода, что составляет соответственно 4-6% и 10-14% от их сырого веса.

Литература

1. Финенко З.С., Тен В.С., Акиннина Л.К. и др. Пигменты в морских одноклеточных водорослях и интенсивность фотосинтеза. - В кн.: Экологическая физиология морских планктонных водорослей. К., 1971, с.63-69.
2. Кузьменко Л.В. Соотношение между первичной продукцией и биомассой фитопланктона в Аравийском море. - Экология, 1975, №6, с.43-48.
3. Fogg G.E., Nalewajko C. a. Watt W.D. Extracellular products of phytoplankton photosynthesis. - Proc.Roy. Soc., London, Ser.B, 1965, 162, p. 19-26.
4. Hallebust J.A. Excretion of some organic compounds by marine phytoplankton. - Limnol. and Oceanogr., 1965, 10, N 2, p.192-206.
5. Mullin M.M., Sloan P.R., Eppley R.W. Relationship between carbon content, cell volume and area in phytoplankton. - Limnol. and Oceanogr., 1966, II, N 2, p. 307-311.
6. Strathmann R.R. Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume. - Limnol. and Oceanogr., 1967, 12, N 3, p. 411-418.