

ЭКОЛОГИЯ МОРЕЯ



26

1987

**DIURNAL VARIATIONS
OF THE PHYTOPLANKTON PHOTOSYNTHESIS RATE
IN OPEN AREAS OF THE ATLANTIC OCEAN**

Summary

The phytoplankton photosynthesis rate in low-productive and mean-productive surface waters of the Atlantic ocean is subjected to the clearly pronounced diurnal variations, light being a determinant. The phytoplankton photosynthesis rate (maximal value)/afternoon value ratio for low-productive waters has been 5.3 on the average. The specific diurnal phytoplankton growth rate was 0.2 in low-productive waters and 0.3 in mean-productive ones.

УДК 547.979.7:593.1(267)

В. Е. ЗАЙКА, О. А. ЮНЕВ

**ХЛОРОФИЛЛ СИМБИОНТОВ В НЕКОТОРЫХ ПЛАНКТОННЫХ
SARCODINA (PROTOZOA) ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА**

Участие фотосинтезирующих симбионтов в обеспечении их гетеротрофных партнеров органическим веществом стало привлекать большое внимание. Выяснена значительная роль симбиотических водорослей, обитающих в кораллах и тридакнах — компонентах рифовых экосистем, окруженных олиготрофными водами. Замечено, что колониальные радиолярии *Spermellaria* часто более обильны в ультраолиготрофных зонах океана. Это также привлекает внимание к функционированию их симбионтов [4]. Наконец, именно для олиготрофных вод сейчас кажутся недостаточно адекватными радиоуглеродные способы определения первичной продукции. Последняя в значительной мере недоучитывается стандартными методами. Причины тому разные, но можно отметить, что полностью упускается фотосинтез симбиотических водорослей. Даже если их вклад в общую продукцию мал, его желательно определить для разных экосистем, особенно для олиготрофных вод Мирового океана.

Материал, методы. Исследования проведены во время 16-го рейса НИС «Профессор Водяницкий» в феврале—апреле 1984 г. Весь материал по пигментам симбионтов саркодовых собран в районах банки Сая-де-Малья и архипелага Чагос (банки Сентьюрион и Спикерс) на удалении до 100 миль от указанных пунктов. Пробы брали сетями ДЖОМ, вертикальными ловами в слое 0—100 м в светлое время суток.

Часто встречавшихся и крупных саркодовых, обладавших симбионтами, после изучения морфологии, зарисовки и необходимых измерений отбирали для определения пигментов. Животных отсаживали в чашки, затем на предметном стекле очищали препаративными иглами от налипших частиц, промывали струей воды из пипетки. После измерения (и в случае колониальных радиолярий подсчета особей) и подсчета симбионтов животных помещали на фильтры «Сынпор» малого диаметра с подложкой из фильтровальной бумаги. После кратковременного подсушивания фильтры с пробами замораживали и не позже чем через 3-е суток проводили анализ пигментов.

Определение концентрации хлорофилла «а» и отдельно продуктов его разрушения феофитина «а» проводили флюориметрическим методом [2] на флюориметре, собранном на базе флюориметрической приставки спектроколориметра «Спекол». Для повышения чувствительности прибора в качестве источника возбуждающего излучения в нем была использована галогенная лампа КГМ-10-90, питаемая от стабилизированного источника питания СИП-35. Приемником флюоресценции служил ФЭУ-79. В качестве первичного фильтра возбуждения использовали стеклянный фильтр СС-8, вторичного фильтра флюоресценции — КС-17.

Объем материала и характер проб

Группа	Форма	Число проб, экз.	Число особей (*-колоний) в пробе	Содержание хлорофилла «а», мкг/пробу
Rhizopoda				
Foraminifera				
Globigerinidae	Globigerina sp.	2	4—9	0,06—0,11
Globorotaliidae	Globorotalia sp.	11	6—13	0,33—0,23
Radiolaria	Periarachnium			
Nassellaria	periplectum	5	4—18	0,10—0,51
Spumellaria	Collozoum sp. 3	1	10*	0,14
	Collosphaera tuberosa	1	6*	0,10
	Solenosphaera zanguebarica	1	7*	0,05
	S. zanguebarica + Raphidozoum sp.	1	15*	0,16
	S. zanguebarica + Collosphaera huxleyi + Sphaerozoum punctatum	1	13*	0,12
Phaeodaria	Castanellidae g. sp.	3	8—27	0,16—0,36
	Coelodendridae g. sp.	4	15—20	0,05—0,09

Перечисленные изменения позволили поднять чувствительность прибора на два порядка.

Расчет концентраций хлорофилла «а» и феофитина «а» проводили по формулам Лоренцена [3]. Обе константы, использованные в формулах, определялись для нашего прибора с применением хроматографически чистого хлорофилла «а».

В пробу (на фильтр) помещали количество животных, достаточное для надежного определения пигментов. Всего исследовано 30 проб. В двух пробах ввиду недостатка материала смешали спумеллярий разных видов. Общее представление о таксономическом составе исследованных животных и характере материала дает таблица. В большинстве случаев количество хлорофилла в пробе значительно превышало пороговые величины, определяемые чувствительностью флюориметра. Разброс величин для отдельных форм, с поправкой на размеры животных и число клеток в колониях, оказался относительно небольшим. Данные по отдельным видам спумеллярий недостаточны, но пригодны для характеристики группы в целом и сравнения с материалами по другим видам из того же района [3].

Определение хлорофилла проведено также для двух форм феодарий. Для представителей этой группы симбиотические водоросли не указаны, однако содержание растительных пигментов оказалось довольно высоким, что представляет определенный интерес.

Ввиду того что таксономическое положение исследованных феодарий, а также фораминифер точно не определено, приведены необходимые сведения по их морфологии.

Наиболее обильные среди радиоларий акантарии не исследовались из-за мелких размеров и большого таксономического разнообразия, что затрудняло отбор проб нужного объема.

Результаты. *Globigerina sp.* По строению форма не отличается от космополитного вида *G. bulloides*, но диаметр исследованных клеток 0,8—1,2 мм. В двух пробах совпадали как средние размеры клеток (0,94 и 0,96 мм), так и содержание хлорофилла на особь (0,012 и 0,015 мкг/кл.).

Globorotalia sp. Типичная для рода дисковидная форма, одна сторона немного вогнутая. Диаметр клеток 0,45—1,7 мм. Скелетная раковина полупрозрачная, на окраску живых клеток влияют симбионты. Различались розовато-бежевые и зеленоватые особи, но отдельно взя-

тые для каждого варьитета пробы не показали (с поправкой на размеры) отличий в содержании хлорофилла «а».

Численность этого вида на некоторых станциях позволила подбирать в пробы особи по размерным группам и выявить связь содержания хлорофилла с диаметром клетки. Исходя из того что подобные зависимости обычно теснее связаны с объемом клетки, для описания использовали степенную функцию. Методом наименьших квадратов получили функцию в численном виде:

хлорофилл «а» (мкг/кл.) = $0,014 (\text{диаметр клетки, мм})^{1,08}$.

Можно видеть, что показатель степени практически не отличается от 1, т. е. определяющими являются линейные размеры клетки.

Periarachnium periplectum. Эти населярии впервые обнаружены в живом виде. Скелетная раковина заключена в крупное плазматическое тело, как у *P. tuxobrachia* [1].

По ряду признаков, в том числе по размерам и расположению симбионтов, различаются два варьитета. Пробы на хлорофилл отбирали для каждого варьитета отдельно, однако содержание хлорофилла «а» оказалось близким по всем пробам — 0,23—0,28 мкг/особь.

Spumellaria. В методическом разделе указывалось, что материала по отдельным видам недостаточно. Но сравнительный анализ данных показал, что все пробы приводят к близким величинам содержания пигментов в расчете на особь этих колониальных радиолярий и на одного симбионта, число которых учитывалось.

Количество хлорофилла «а» составляло 125—182 пг на одну особь радиолярии и 3,7—12,1 пг на одного симбионта.

Castanellidae g. sp. Эта форма шаровидно-полигональная, диаметр скелетной раковины 0,88—1,6 мм. На отдельных станциях встречалась в большом количестве. «Полигональность» выражается в приподнятости стенки раковины в местах прикрепления крупных и прочных игл. Длина игл до 0,7 мм, обычно 0,48—0,56 мм, диаметр (близ основания) 0,022—0,027 мм. На одной стороне насчитывается 24 иглы. Стенка раковины пористая. Поры округлые, размером 0,022—0,027 мм, ширина межпоровых перегородок 0,011 мм.

Содержимое раковины почти черного цвета, занимает разную часть ее объема. Изнутри раковина гладкая. Центральная капсула неприсоединенная, шаровидная, молочно-белая. Ее оболочка мягкая, кожистая, диаметром 0,5—0,6 мм (у особей с диаметром раковины 1 мм).

В отличие от всех предыдущих форм в феодариях помимо хлорофилла «а» обнаруживается большое количество продуктов его разрушения (феопигментов). Пробы различались по размерам особей, и количество хлорофилла в расчете на особь отличалось в 8 раз (0,0055—0,045 мкг). Разделив эти величины на средний объем клеток, получаем количество хлорофилла на 1 мм³ объема. Соответствующие значения различаются в 2,6 раза (0,0134—0,0349 мкг). Количество хлорофилла вместе с его производными составляло на особь 0,049—0,150 мкг, на 1 мм³ — 0,12—0,23 мкг.

Coelodendridae g. sp. На отдельных станциях, обычно вблизи банок и над ними, в пробах встречалось много колоний этого вида феодарий. Колонии размером до 1—3 см имеют неправильную форму, выглядят как слизистые комки, облепленные большим количеством самых различных представителей планктона.

Препарирование с помощью игл позволяет отделить от колонии особи, имеющие форму зонтика с шаровидной ручкой. Шаровидная раковина диаметром 0,20—0,25 мм на одном из своих полюсов имеет конусовидный выступ с расходящимися от его вершины и у основания четырьмя дихотомическими трубочками. Тонкие дистальные концы трубочек образуют в совокупности полусферический «зонтик». По периферии колонии особи расположены так, что наружная поверхность колонии — прочно сцепленные между собой «зонтики», в которых промежутки между трубками заполнены слизистым студнем.

В разных пробах содержание хлорофилла «а» на особь колебалось в пределах 0,0025—0,0053 мкг; хлорофилла вместе с его производными на особь приходилось 0,014—0,022 мкг.

Обсуждение. В районах работ условия не были олиготрофными. Саркодовые по биомассе значительно уступали планктонным ракам, распределение и встречаемость были весьма неравномерными. Тем не менее саркодовые составляли заметный компонент планктона и содержали много симбионтов. Отметим относительно постоянное количество полученных для каждой формы величин хлорофилла «а».

В феодариях, которые были многочисленными в планктоне изученных акваторий, отмечено большое содержание хлорофилла «а». Поскольку симбионты у феодарий не обнаружены, хлорофилл принадлежит заглоченным водорослям. Об этом свидетельствует и значительное содержание феопигментов, образующихся при разрушении водорослей. В связи с этим интересен вопрос о количественной стороне питания феодарий водорослями. Пока остается не ясным, каким величинам скоростей потребления и переваривания водорослей соответствует столь высокое содержание растительных пигментов в феодариях.

1. Стрелков А. А., Решетняк В. В. Новая жизненная форма у радиолярий // Зоол. журн. — 1959. — 38, № 3. — С. 355—361.
2. Юнев О. А., Берсенева Г. П. Флюориметрический метод определения концентрации хлорофилла «а» и феофитина «а» в фитопланктоне // Гидробиол. журн. — 1986. — 22, № 2. — С. 89—95.
3. Lorenzen C. J. A method for the continuous measurement of in vivo chlorophyll concentration // Deep-Sea Res. — 13, N 2. — P. 223—227.
4. Swanberg N. R. The trophic role of colonial Radiolaria in oligotrophic oceanic environments // Limnol. and Oceanogr. — 1983. — 28, N 4. — P. 655—666.

Ин-т биологии юж. морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР,
Севастополь

Получено
26.04.85

V. E. ZAIKA, O. A. YUNEV

CHLOROPHYLL OF SYMBIONTS IN CERTAIN PLANKTONIC SARCODINA (PROTOZOA) OF THE INDIAN OCEAN

Summary

The high-sensitive fluorimetric method was used to determine chlorophyll „a“ and pheophytin „a“ in large Sarcodina (*Globigerina* sp., *Globorotalia* sp., *Periarachnium periplectum*) and in several Spumellaria species. Considerable content of chlorophyll and pheopigments is detected in Castanellidae and Coelodendridae, that evidences for their intensive algal nutrition.

УДК 591.524.12[262.4]

В. В. МУРИНА

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МЕРОПЛАНКТОНА НАД БАНКОЙ БРУККЕР В ЭГЕЙСКОМ МОРЕ

Изучение состава и распространения пелагических личинок донных беспозвоночных (меропланктона) представляет большой интерес как с точки зрения их роли в пищевых цепях, так и с точки зрения их участия в формировании неретических и донных биоценозов.

Вопросам идентификации, распространения, фенологии меропланктона посвящено много отечественных и зарубежных публикаций [1, 3, 5, 6, 8, 10].

Значительное число работ по пелагическим личинкам донных беспозвоночных выполнено на материалах из Средиземного моря. Табли-