

ПРОВ 2010

ПРОВ. 1979

ПРОВ 98

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

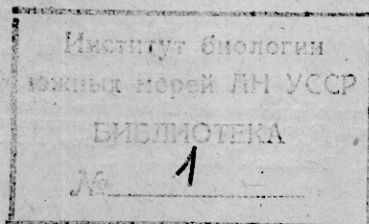
БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

Выпуск 49

ЭКОСИСТЕМЫ ПЕЛАГИАЛИ
АТЛАНТИЧЕСКОГО ОКЕАНА И МОРЕЙ
СРЕДИЗЕМНОМОРСКОГО БАССЕЙНА



КИЕВ «НАУКОВА ДУМКА» 1979

глубинных вод получены за счет K_p фитопланктона верхнего слоя, а в фоновом районе (Саргассово море) — за счет K_t фитопланктона нижнего слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Винберг Г. Г. Первичная продукция водоемов. — Минск: Изд-во АН БССР, 1960. — 81 с.
2. Сорокин Ю. И. О применении радиоактивного углерода C^{14} для изучения первичной продукции водоемов. — Тр. Всесоюз. гидробиол. о-ва, 1956, 7, с. 271—287.
3. Сорокин Ю. И. Продукция фотосинтеза фитопланктона в Черном море. — Изв. АН СССР. Сер. биол., 1964, № 5, с. 749—758.
4. Финенко З. З. Расчет продукции фитопланктона в Черном море по содержанию хлорофилла. — Биология моря, Киев, 1970, вып. 19, с. 74—82.
5. *Determination of photosynthetic pigments in sea water.* — Paris: UNESCO, 1966. — 52 p.
6. Doty M., Jitts H., Koblenz-Mishke O., Saijo Y. Intercalibration of marine plankton primary productivity techniques. — Limnol. and Oceanogr., 1965, 10, N 2, p. 282—287.
7. Ryther I., Yentsch C. The estimation of phytoplankton production in the ocean from chlorophyll and light data. — Limnol. and Oceanogr., 1957, 11, N 3, p. 281—286.
8. Watermann T. H. Underwater light and the orientation of animals. — In: Optical aspects of oceanography. London, New York: Acad. press, 1974, p. 416—443.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
13.03.78

D. K. Krupatkina, L. V. Kuzmenko

COMPARISON OF THREE METHODS FOR DETERMINATION OF PRIMARY PRODUCTION

Summary

The primary production in the Sargassian Sea was measured by three methods: radiocarbon (Sorokin, 1956), chlorophyllic (Finenko, 1966) and a modification of the radiocarbon method which takes into account phytoplankton adaptation to the light. Comparison of the results showed that the primary production value measured by the modified radiocarbon method is on the average 105.7% higher than the values obtained by the radiocarbon method. The chlorophyll method values for the primary production were 49.6% higher than those of the radiocarbon method and 17.7% lower than those of the modified radiocarbon method.

УДК 577.475 : 551.464(261)

З. П. Бурлакова, Н. А. Лаврентьев

ГЕТЕРОТРОФНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СМЕСЕЙ ПОПУЛЯЦИИ МИКРООРГАНИЗМОВ ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ЮЖНОЙ АТЛАНТИКИ

Скорость трансформации растворенных органических веществ (РОВ) в разных водных массах является одним из показателей функционирования экосистем, особенно в тех районах, где нет притока питательных солей. Количественная оценка процесса трансформации РОВ производится по гетеротрофному потенциалу [9—11], т. е. по количеству органического вещества, которое потенциально могут использовать микроорганизмы для своего роста. Такую попытку мы сделали в 27-м рейсе НИС «Михаил Ломоносов» [3, 5] в разных районах Атлантического океана, отличающихся по гидрологическим условиям. В продолжение этих исследований во время 30-го рейса НИС «Михаил Ломоносов» определялся гетеротрофный потенциал природных популяций микроорганизмов в юго-западном секторе Южно-Атлантического круговорота и на меридианальном разрезе от Конакри в открытом районе (5°37' с. ш. — 41°26' ю. ш.).

Методика. Поскольку основными продуцентами растворенного органического вещества в море являются водоросли, в качестве субстратов применялись общечелюстные C^{14} органические метаболиты водорослей: гидролизат смеси диатомовых водорослей и гидролизат смеси динофлагеллат. Кроме того, использовали органические соединения промышленного производства, меченные по одному атому — глюкозу, глицин, лейцин и гликолевую кислоту. Пробы воды отбирали батометром и переносили в склянки объемом 250 мл, предварительно обработанные спиртом и несколько раз сполоснутые водой из батометра. После внесения органических метаболитов склянки с пробами морской воды помещали в стоящий под открытым небом проточный инкубатор с температурой воды, равной температуре воды на поверхности океана. Чтобы уменьшить яркость освещения, инкубатор накрывали сверху марлей. Продолжительность эксперимента — шесть часов. По окончании опыта пробы воды фильтровали через мембранный фильтр с размером пор 0,9—1,5 μ , отмывали нерадиоактивной морской водой, высушивали и радиометрировали на торцовом счетчике.

Количество органических субстратов, накопленных смешанными популяциями планктонных микроорганизмов, рассчитывали по методу Парсонса и Стрикленда [9].

На разрезе от западной Африки до района основных работ гетеротрофную активность популяций микроорганизмов определяли в зонах опускания вод Северного и Южного антициклонических круговоротов (ст. 2303, 2309), в экваториальной зоне подъема вод (ст. 2307), в западной части Южно-Атлантического субтропического антициклонического круговорота (ст. 2313, 2317), на ст. 2329, находящейся в зоне фронта между бразильскими водами и трансформированными водами течения Западного дрейфа, и на ст. 2332, расположенной в переходной зоне между субантарктическими и субтропическими водами. Расположение станций приведено в работе [4]. Данные по численности бактерий и фитопланктона, а также по первичной продукции взяты из отчета 30-го рейса НИС «Михаил Ломоносов» [6]. С особенностями регуляции гидрологических и биологических условий связаны различия в величинах накопления органических веществ природными популяциями микроорганизмов из разных районов океана (табл. 1). Станция 2309 отличается значительно большими величинами накопления гидролизата водорослей на всех исследованных горизонтах, чем ст. 2303 и 2307 (см. данные табл. 1). Средняя (в слое 0—100 м) величина накопления гидролизата на ст. 2309 в 3,6 раза выше, чем на ст. 2307, и в 10,7 раза выше, чем на ст. 2303.

На ст. 2313 и 2317 для определения гетеротрофной активности использовали глюкозу. Средняя величина накопления глюкозы в слое 0—100 м на ст. 2313 в 4,4 раза больше, чем на ст. 2317.

Одним из факторов, влияющих на скорость накопления органических веществ популяциями микроорганизмов, может быть температура [11]. Температура на станциях широтно-меридианального разреза была практически одинакова (26—28°C), тем не менее величины накопления гидролизата изменялись в пробах воды, взятых с разных горизонтов от 0 до 27,36 мгС/м³·сут, а глюкозы от 0 до 1,26 мгС/м³·сут. По нашему мнению, это связано с количеством микропланктона на данном горизонте, а также со спецификой обмена у каждого из видов и разной избирательностью популяций микроорганизмов по отношению к отдельным органическим метаболитам.

Микроорганизмами, использующими органические метаболиты, могут быть одноклеточные водоросли и бактерии. Действительно, в пробах природной морской воды, населенных сообществами водорослей и бактерий, куда вводятся радиоактивные органические вещества, практически невозможно дифференцировать накопление РОВ водорослями

Таблица 1

Накопление РОВ популяциями микроорганизмов в пробах воды,
взятых с разных горизонтов (мгС/м³ в сут)

Глубина, м	Гидролизат динофлагеллат, 0,2 мг · л ⁻¹			Глюкоза, 0,2 мг · л ⁻¹	
	Ст. 2303, 4°10' с.ш., 16°36' з.д.	Ст. 2307, 2°32' ю.ш., 19°38' з.д.	Ст. 2309, 6°17' ю.ш., 21°54' з.д.	Ст. 2313, 18°52' ю.ш., 24°54' з.д.	Ст. 2317, 20°22' ю.ш., 30°02' з.д.
0	1,86	14,50	27,36	0,77	0,25
10	1,62	1,83	9,89	—	—
25	1,51	1,83	4,49	0,40	—
40—45	1,74	0,75	16,00	—	0
75	0	1,13	—	—	—
30—85	—	—	9,18	0,28	—
100	0	0	4,70	1,26	0,24
200	—	—	—	—	0,33
Средняя величина накопления в слое 0—100 м	1,12	3,34	11,94	0,73	0,16
Первичная продукция в слое 0—100 м, г/м ² · сут	0,774	0,475	0,917	0,053	0,989
Температура в опыте, °С	28,1	26,4	26,7	25,7	25,5

и бактериями, поскольку и те и другие входят в интегральную величину радиоактивности на фильтре. Однако при интерпретации результатов обычно полагают, что к гетеротрофному потреблению РОВ в гораздо большей степени способны бактерии, чем водоросли. Поэтому величину гетеротрофного потенциала обычно считают результатом жизнедеятельности и питания бактерий [7, 12, 13]. Между тем Р. Д. Хамилтон и Д. Е. Преслан [8] не обнаружили прямой связи этого процесса с количеством бактерий или темновой фиксации СО₂ в тропической зоне Тихого океана. Прямая корреляция отмечена между скоростью накопления глюкозы и содержанием хлорофилла «а», феофетина и первичной продукцией. В тропической зоне Атлантики также не выявлена прямая связь между скоростью накопления органических веществ и численностью бактерий. Слабой она оказалась и с численностью и продукцией фитопланктона [3, 5]. В наших экспериментах чаще обнаруживались обратные отношения между гетеротрофной активностью популяций микроорганизмов и первичной продукцией (ст. 2307, 2317).

Результаты исследований, выполненных в юго-западном секторе Атлантического океана, во фронтальной и прифронтальной зонах Южно-Атлантического субполярного фронта и прилегающей к нему области субтропической Атлантики, приведены в табл. 2. Горизонты для отбора проб определялись по оптическим характеристикам в слоях с наименьшей прозрачностью. Средний для шести субстратов гетеротрофный потенциал популяций микроорганизмов разных водных масс изменялся от 0,009 до 1,4 мгС/м³ · сут. Самые низкие величины (0,009—0,042 мгС/м³ · сут) получены на ст. 2336, 2360 и 2369. Ст. 2336 находилась в переходной зоне между субтропическими и субантарктическими водами, ст. 2369 — в водах Фолклендского течения. На ст. 2360 в верхнем слое (до 45 м) находились смешанные воды, ниже 45 м наблюдались субантарктические воды. Гетеротрофный потенциал популяций микроорганизмов планктонного сообщества субантарктических вод течения Западного дрейфа (ст. 2380) составлял 0,676 мгС/м³ · сут. Самые высокие величины накопления по всем субстратам получены

Таблица 2

**Накопление органических метаболитов природными смесями
популяций микроорганизмов (мгС/м³ в сут)**

Субстраты, 0,2 мг · л ⁻¹	Ст. 2303, 0 м	Ст. 2336, 65 м	Ст. 2360, 45 м	Ст. 2369, 20 м	Ст. 2380, 25 м	Ст. 2394, 0 м
Гидролизат диатомей	0,936	0	0	0	0,980	0,890
Гидролизат динофлагеллат	1,928	0	0	0	2,956	5,440
Гликолевая кислота	0,050	0,023	0	0	0,044	0,109
Глюкоза	0,154	0	0	0	0	1,400
Глицин	0,394	0,025	0,138	0,053	0,085	0,404
Лейцин	0,215	0,007	0,115	0,024	0,012	0,352
Средняя (по шести субстратам) величина накопления	0,613	0,009	0,042	0,013	0,676	1,432
Температура, °С	28,1	15,5	8,5	8,5	8,7	16,3
Численность фитопланктона, тыс. кл/л	—	0	50160	30	20	40
Численность бактерий, тыс. кл/мл	—	332	223	620	496	329

в условиях зимы южного полушария в водах Бразильского течения на ст. 2394, отличающейся низкой биологической продуктивностью и низкими концентрациями биогенных элементов.

Для всех исследованных водных масс четко выражена специфичность популяций микроорганизмов к субстратам. Так, из шести органических субстратов на ст. 2360 и 2369 популяции микроорганизмов использовали для своего роста только глицин и лейцин, на ст. 2360 — глицин и гликолевую кислоту. Популяции микроорганизмов планктонного сообщества фолклендских вод (ст. 2380) не накапливали глюкозу. Все шесть органических субстратов использовали для своего роста популяции микроорганизмов планктонного сообщества Северного антициклонального круговорота (ст. 2303) и вод Бразильского течения (ст. 2394). Разные скорости накопления органических метаболитов, отличающихся по химическому составу, для каждого отдельного вида водорослей получены ранее на одноклеточных водорослях и макрофитах [1, 2] и на природных смесях популяций микроорганизмов из Тихого океана [8, 10].

Таблица 3

**Накопление гидролизата диатомовых водорослей
популяции микроорганизмов в пробах воды,
взятых с разных горизонтов на ст. 2336
(мгС/м³ в сут)**

Глубина, м	Температура, °С	Величина накопления гидролизата	Численность фитопланктона, тыс. кл/л	Численность бактерий, тыс. кл/мл
0	15,5	0,51	130	397
25	15,5	0,44	50	529
50	15,5	0	10	692
150	15,5	0	0	415
200	15,5	0	—	—
300	4,0	1,48	0	377
500	4,0	1,55	0	375
1000	4,0	1,47	0	334

В табл. 3 и 4 приведены результаты экспериментов по накоплению гидролизата водорослей и глюкозы в пробах воды, взятых с разных горизонтов на ст. 2336 и 2380. Сравнивая величины накопления органических метаболитов по горизонтам, можно отметить, что гидролизат с большей скоростью накапливается на ст. 2380 в пробах

Таблица 4

Накопление глюкозы популяциями
микроорганизмов в пробах воды,
взятых с разных горизонтов на ст. 2380
(мгС/м³ в сут)

Глубина, м	Температура, °С	Величина накопления глюкозы	Численность фитопланктона, тыс. кл/л	Численность бактерий, тыс. кл/м ³
0	8,7	0	30	371
10	8,7	0	10	356
25	8,7	0	20	496
50	8,7	0,105	0	461
100	8,7	0,159	0	545

воды, взятых с горизонтов афотической зоны (см. табл. 3). Популяции микроорганизмов нижних горизонтов эвфотической зоны на ст. 2336 не накапливали гидролизат. Накопление гидролизата в пробах воды с поверхности и с глубины 25 м коррелирует с численностью фитопланктона на этих горизонтах. В афотической зоне ни на одном из исследованных горизонтов не обнаружили клетки фитопланктона.

Накопление гидролизата на этих горизонтах, по-видимому, определяется потреблением его бактериями.

Глюкоза накапливается популяциями микроорганизмов в пробах воды, взятых с нижних горизонтов эвфотической зоны. Накопление глюкозы на этих горизонтах коррелирует с численностью бактерий. В юго-западном секторе Атлантики не обнаружили четкой связи скорости накопления органических метаболитов с численностью бактерий и фитопланктона и первичной продукцией. Можно предположить, что гетеротрофные и автотрофные процессы в море тесно связаны. В высокопродуктивных зонах, какими являются фронтальные и прифронтальные зоны океанов, где достаточное количество биогенных веществ поддерживает фотосинтез и быстрый рост фитопланктона, подавляются гетеротрофные процессы и, наоборот, в бедных участках возрастает гетеротрофная активность микроорганизмов.

Аналогичные результаты по соотношению гетеротрофного потенциала популяций микроорганизмов планктонного сообщества низко- и высокопродуктивных районов юго-западного сектора Атлантического океана получены во время 27-го рейса НИС «Михаил Ломоносов» для тропической его части [3, 5]. Однако абсолютные величины накопления РОВ в тропической части Атлантики оказались на порядок выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурлакова З. П., Кондратьева Т. М., Хайлов К. М. Выделение и поглощение растворенных органических метаболитов водорослями. — В кн.: Экологическая физиология морских планктонных водорослей. Киев: Наук. думка, 1971, с. 93—142.
2. Бурлакова З. П. Факторы, определяющие вклад органических метаболитов в формировании продукции макрофитов. — В кн.: Основы химического взаимодействия растений в фитоценозах. Киев: Наук. думка, 1972, с. 16—17.
3. Бурлакова З. П., Лаврентьев Н. А. Гетеротрофный потенциал смесей популяций микроорганизмов планктонного сообщества и факторы, его определяющие. — В кн.: Экспедиционные исследования в южной Атлантике и Средиземном море. Киев: Наук. думка, 1975, с. 167—173.
4. Грезе В. Н., Ковалев А. В., Латун В. С. Исследование экосистем пелагиали южной Атлантики и морей Средиземноморского бассейна в 30-м рейсе НИС «Михаил Ломоносов». — См. настоящий сб., с. 3—9.
5. Кондратьева Т. М. Гетеротрофное поглощение растворенных органических веществ разными размерными группами планктонных организмов. — В кн.: Экспедиционные исследования в южной Атлантике и Средиземном море. Киев: Наук. думка, 1975, с. 160—166.
6. Отчет по 30-му рейсу НИС «Михаил Ломоносов». (Б-ка Ин. БЮМ).
7. Сорокин Ю. И. Определение активности гетеротрофной микрофлоры в океане с применением органического вещества, содержащего С¹⁴. — Микробиология, 1970, 39, № 1, с. 149—156.

8. Hamilton R. D., Preslan J. F. Observations on heterotrophic activity in the eastern tropical Pacific. — *Limnol. and Oceanogr.*, 1970, 15, N 3, p. 395—401.
9. Parsons T. R., Strickland J. D. H. On the production of particulate organic carbon by heterotrophic processes in sea water. — *Deep-Sea Res.*, 1962, 8, p. 211—222.
10. Seki H., Nakai T., Otake H. Turnover rate of dissolved material in Philippine Sea at winter of 1973. — *Arch. Hydrobiol.*, 1974, 73, N 2, p. 238—244.
11. Takahashi M., Ichimura S. Glucose uptake in ocean profiles with special reference to temperature. — *J. Mar. Biol.*, 1971, 11, N 3, p. 206—213.
12. Williams P. J., Le B., Grey R. W. Heterotrophic utilization of dissolved organic compounds in the sea. 2. Observations on the responses of heterotrophic marine populations to abrupt increases in amine concentration. — *J. Mar. Biol. Assoc. U. K.*, 1970, 50, N 3, p. 871—881.
13. Wright R. T., Hobbie J. E. Use of glucose and acetate by bacteria and algae in aquatic ecosystems. — *Ecology*, 1966, 47, N 3, p. 447—464.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
27.03.78

Z. P. Burlakova, N. A. Lavrent'ev

HETEROTROPHIC POTENTIAL OF POPULATIONS MIXTURES OF PLANKTONIC COMMUNITY MICROORGANISMS IN THE SOUTH ATLANTIC

Summary

A relative heterotrophic potential of microplankton was studied in the south-western sector of the South Atlantic anticyclonic circulation according to accumulation of ^{14}C labelled organic substrates: hydrolyzate of Diatomeae, hydrolyzate of Dinoflagellata, glucose, glycine, leucine and glycolic acid. The microplankton heterotrophic potential is shown to depend on the types of water masses. The concentration of the introduced substrates being 0.2 mg/l^{-1} , the microplankton heterotrophic potential of different water masses varied between 0.009 and $1.4 \text{ mgC/m}^3/\text{day}$. Its lowest values ($0.009=0.042 \text{ mgC/m}^3/\text{day}$) are obtained in the transitional zone between the subtropic and subantarctic waters and in waters of the Falkland Current. The heterotrophic potential of microplankton in the subantarctic waters of the Western Drift Current was $0.676 \text{ mgC/m}^3/\text{day}$. The highest accumulation values for all substrates are obtained in waters of the Brazil Current.

УДК 577.472(26)

Л. Г. Гутвейб, А. Н. Бучакчийская

ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА В СРЕДИЗЕМНОМ МОРЕ И ЮЖНОЙ АТЛАНТИКЕ

В настоящем сообщении представлена часть результатов микробиологических работ, выполненных в 30-м рейсе НИС «Михаил Ломоносов» (апрель-август 1976 г.) в комплексе с гидрофизическими и биологическими исследованиями пелагиали Средиземного моря и юго-западного сектора Южно-Атлантического антициклонического круговорота.

Приводятся материалы, полученные на односуточных станциях, расположенных в центральной части западного круговорота Черного моря (ст. 2293), центральной части Ионического (ст. 2295) и Сардинского (ст. 2297) морей, результаты отдельных серий наблюдений, проведенных на пяти станциях в южной Атлантике: в предгибралтарском районе (ст. 2299), в водах Бразильского (ст. 2336), Фолклендского (ст. 2369) течений, во фронтальной зоне (ст. 2360) и течения Западного дрейфа (ст. 2380). Эти данные позволяют дать сравнительную характеристику вертикального распределения численности бактерий