

МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН УССР
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОКЕАНОЛОГИИ ЧЕРНОГО МОРЯ

~ 1579-B86

УДК 579:577.1(262.5)

Ю.Г. Каменир, А.С., Лопухин, А.А. Сысоев

СУММАРНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ АТФ МИКРОПЛАНКТОНА АКВАТОРИИ ЧЕРНОГО
МОРЯ

06.03.86

Анализ литературных данных за 1966-1984 гг. по Мировому океану и некоторым типам наземных экосистем (Ю.Г.Каменир, подготовлена отдельная рукопись) показал сравнительно низкую пространственно-временную изменчивость суммарного количества аденозинтрифосфата (АТФ) микроорганизмов, приходящегося на единицу земной поверхности (Ac , $mg\ ATP \cdot m^{-2}$). Исходные данные (более 100 географических точек в зоне от 55° с.ш. до 20° ю.ш., все сезоны) охватывают диапазон глубин от 0.15 до 6250 м для водных систем и от 0.05 до 1.0 м для донных осадков литорали и почв. При этом (в предположении о логнормальном распределении величины Ac) получена оценка $lg\ Ac = 1.16 \pm 0.55$; среднее значение около $14.3\ mg\ ATP \cdot m^{-2}$, 95% значений попадают в интервал 1 - 100 мг. Во многих случаях концентрации АТФ возрастают в зонах пространственных неоднородностей (приближение к поверхности или дну, берегу, термоклин, плотностная стратификация, зона сосуществования кислорода и сероводорода, зона повышенной гидродинамической активности), что соответствует ранее описанному / 1 / явлению "концентрации жизни" у границ раздела и других "активных поверхностей".

Огромные диапазоны изменения являются типичными для многих важных биологических параметров, например: диапазон размеров организмов - более восьми порядков (индивидуальных масс, численностей - более 20 порядков), диапазон концентраций АТФ (в вышеупомянутой выборке) - более шести порядков (от $0.3\ ng \cdot l^{-1}$ до $1.6\ mcg \cdot cm^{-3}$). Отсутствие констант резко отличает биологию от наук с развитой теорией и математическим аппаратом, например физики. Вопрос о наличии фундаментальных постоянных является одним из самых важных в современной биологии. Возможно, одним из перспективных

БИБЛИОТЕКА

№ 74 деп.

1986 г.

путей их поиска является переход к показателям, отличающимся сравнительно низкой изменчивостью. С этой точки зрения A_c представляет большой интерес.

Недостатком вышеупомянутого анализа является применение предположений, необходимых в связи с неполнотой исходных данных. Например, большинство вертикальных разрезов не доходит до дна; редко приводятся вместе данные по АТФ воды и донных осадков; исходные данные по пресноводным и наземным системам - биомасса бактерий и почвенных грибов - пересчитывались нами в АТФ с помощью следующих соотношений: углерод : АТФ, составляющее для водных бактерий 250, для почвенных - 500 / 8 /; сухой вес : углерод = 2, сырой вес : углерод = 10 / 5 /. Имелись различия и в методиках сбора и в измерениях самих исходных данных разными авторами в разные годы. В связи с этим было бы желательным продолжить такую работу. Наибольший интерес представляют результаты прямых измерений АТФ микроорганизмов, выполненных по единой методике с учетом пространственных неоднородностей. Такие работы были выполнены в 6-м рейсе НИС "Витязь" в апреле - мае 1984 г. (А.С. Лопухин) и в 44-м рейсе НИС "Михаил Ломоносов" в июне - июле 1985 г. (А.А. Сысоев) в Черном море - одном из самых необычных водоемов мира (наличие мощной сероводородной зоны, охватывающей значительную акваторию и диапазон глубин, см. статьи настоящего сборника).

Методика

Методы сбора и обработки проб описаны в работе А.С. Лопухина и др., настоящий сборник. По образующим вертикальный разрез точкам (от 6 при глубинах около 40 м до 18-21 при глубинах порядка 2000 м) рассчитывалось суммарное количество АТФ (A_c). Аппроксимация между точками - линейная. Использовались все точки обоих рейсов. Для оценки изменчивости A_c было определено среднее значение и дисперсия.

Результаты и обсуждение

Полученная оценка составляет 11.02 ± 6.15 мг АТФ.м⁻². Диапазон значений - от 2.5 до 35.6 мг АТФ.м⁻². Таким образом, для всех 37 станций значения попадают в рассматриваемый интервал I - 100 мг (29 точек в диапазоне 6 - 18 мг), что

свидетельствует в пользу рассматриваемого предположения. Необходимо отметить и близость средней величины к оценке, полученной по литературным данным (14.3 мг, см. выше).

К сожалению, и в данном случае большинство профилей не доходит до дна, т.к. глубоководное зондирование трудоемко, планируется в специальных экспедициях и было выполнено лишь на НИС "Витязь" на 9 станциях. По этой же причине (отсутствие проб грунта) не учтены и микроорганизмы донных осадков, что требуется по смыслу показателя A_c (расчет суммарного количества АТФ, приходящегося на единицу земной поверхности). Величины A_c ниже 6 мг получены только по 3 станциям в зоне с глубинами до 100 м, где на основании анализа вышеупомянутых литературных данных, учет АТФ донных осадков существенно повышает величину A_c .

Важно однако, что профили проходят вглубь сероводородной зоны и включают точки, соответствующие максимальным градиентам температуры воды и концентрации кислорода. Из общей биомассы бактерий во всем столбе воды (до дна) около 35% приходится на латентную (мало активную) микрофлору толщи сероводородной зоны и около 40% - на микрофлору редокс-зоны / 5 /. Следовательно, даже в профилях, доходящих до отметки 200-300 м, нами учитывается более 50% биомассы бактерий. Таким образом, полный профиль дал бы результат, отличающийся не более, чем в два раза. Ошибка, вероятно, еще ниже, если учесть предположения о латентности глубоководной микрофлоры и тот факт, что измеряемым параметром является не биомасса бактерий, а АТФ микропланктона в целом, значительную часть которого составляет фитопланктон и микрозоопланктон (науплиусы и инфузории), сосредоточенные в основном выше сероводородной зоны и учитываемые при использовании данного варианта методики. Ряд глубоководных станций, выполненных в 6-м рейсе НИС "Витязь", а также данные Д.Карла / 7 /, подтверждают близость величин A_c , полученных в 0-200 м слое, а также в столбе воды до дна при максимальных глубинах Черного моря. В пользу этого говорят и данные Ю.И.Сорокина / 5 /, согласно которым биомасса фитопланктона в исследованных районах составляет 1.3 - 16.0, а бактерий - 15.0 - 25.0 г.м⁻², что с применением указанных выше пересчетных коэффициентов дает 6.5 - 16.4 мг АТФ.м⁻².

Дыхание бактерий составляет в среднем 60-70% от суммарной деструкции органического вещества планктонными сообществами / 5 /. Учитываемые при измерении АТФ организмы дают в совокупности значительно больше половины суммарной деструкции / 5 / и первичной продукции / 2 / в открытых районах моря. С учетом тесной связи АТФ с процессами энергетического обмена, это позволяет использовать рассматриваемый показатель A_c в качестве оценки сводного энергопотока сообщества $A = P + R$ ккал.м⁻².сут⁻¹, Вт.м⁻², где P - продукция, R - дыхание, чрезвычайно важного / 4, 9 / "макроэкологического" параметра.

Сводный энергопоток уже давно отмечен / 4 / в качестве отличающейся низкой изменчивостью характеристики, удобной для сопоставления отдельных частей экосистемы и различных экосистем. Измерение энергопотока, однако, весьма сложно, поскольку основная его часть приходится на микроорганизмы, корректный учет которых очень трудоемок. Ряд существенных достоинств метода АТФ - высокая чувствительность, учет всех живых и только живых клеток / 6 /, относительная простота и высокий уровень автоматизации учета микроорганизмов - позволяет рассматривать A_c как интересный и перспективный показатель.

При измерениях в открытых районах моря необходимо, вероятно, проведение дополнительных работ по определению вклада глубоководной части профиля, в том числе придонного слоя воды и донных осадков, сложной для сбора данных. На акваториях с большой однородностью глубинных вод, что характерно для меромиктических водоемов, объем таких работ, по всей вероятности, может быть уменьшен. Достоверность данных, вероятно, может быть повышена при наличии оценки среднего значения. Большие отклонения от среднего значения редки (в данном исследовании лишь на двух станциях получены величины 21.5 и 35.6 мг, превышающие среднюю в 2-3 раза). Такое сопоставление можно легко выполнить в ходе сбора исходных данных, что позволит проверить корректность получаемой оценки A_c с помощью дополнительных измерений на участке профиля, вносящем основной вклад в суммарный показатель.

В целом задача изучения пространственно-временной изменчивости показателя A_c представляет, по нашему мнению, большой

теоретический и практический интерес. В результате проведенных нами работ получены следующие выводы:

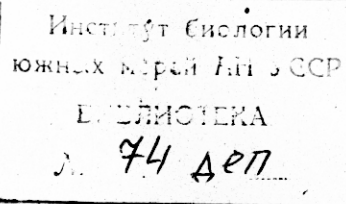
1. Рассматриваемый показатель A_c (суммарное количество АТФ микроорганизмов на единицу земной поверхности, $\text{мг АТФ} \cdot \text{м}^{-2}$) отличается сравнительно низкой пространственно-временной изменчивостью и может быть полезен для оценки энергопотока сообщества в целом.
2. Для 37 станций в Черном море A_c равно $2.5 - 36.5 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-2}$, то есть находится в пределах ранее выделенного для большого набора водных и наземных экосистем диапазона $I - 100 \text{ мг}$.
3. Анализ пространственно-временной изменчивости A_c может быть полезен для поиска стабильных параметров (инвариантов), необходимых для разработки теоретической экологии.

Л и т е р а т у р а

1. Айзатуллин Т.А., Лебедев В.Л., Хайлов К.М. Океан. Активные поверхности и жизнь. Л., Гидрометеиздат, 1979, - 192с.
2. Крупаткина Д.К., Лопухин А.С., Каменир Ю.Г. Влияние размерной структуры фитопланктона на погрешности оценки первичной продукции радиоуглеродным методом в водах разной трофности. - Материалы VI Всесоюз. лимнол. совещания по круговороту вещества и энергии в водоемах. Вып. 2. Иркутск, 1985, с. 49-50
3. Налимов В.В. Рецензия на книгу Л.Л. Численко "Структура фауны и флоры в связи с размерами организмов". - Биол. науки, 1983, № II, с. 109-III
4. Одум Ю. Основы экологии. М., Мир, 1975, - 740 с.
5. Сорокин Ю.И. Черное море. М., Наука, 1982, - 217 с.
6. Holm-Hansen O., Booth C.R. The measurement of adenine triphosphate in the ocean and its ecological significance. Limnol. Oceanogr., 1966, v. II, N 4, p. 510-519
7. Karl D.M. Distribution, abundance and metabolic states of microorganisms in the water column and sediments of the Black Sea. - Limnol. Oceanogr., 1978, v. 23, N 5, p. 936-949
8. Karl D.M., Haughness J.A., Campbell L., Holm-Hansen O. Adenine nucleotide extraction from multicellular organisms and beach sand: ATP recovery, energy charge ratios and determination of carbon/ATP ratios. Mar. Food Chain Progr. Rep., 1978,

N I, p. 62I-658

9. Margaleff R. Perspectives in ecological theory. Chicago - London. Chicago Univ. Press, 1968, - III p.



7

В печать

Тир.

Цена 0-70.

Зак.

Производственно-издательский комбинат ВИНТИ

Люберцы, Октябрьский пр., 403
