

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

ПРОВ 2010

ПРИБ. НАУ

ПРОВ 98

# БИОЛОГИЯ МОРЕЯ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ  
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1965 г.

*Выпуск 48*

ДОННЫЕ СООБЩЕСТВА  
И МОРСКИЕ ОБРАСТАНИЯ

Институт биологии  
южных морей ДНУ СССР

БИБЛИОТЕКА

№ Зек

Ю. А. Горбенко

## О ВЗАИМОСВЯЗИ рН МОРСКОЙ ВОДЫ С МЕТАБОЛИТАМИ МИКРООРГАНИЗМОВ ПЕРИФИТОНА И ВЗВЕСИ В МОРЕ

Концентрация водородных ионов в морской воде тесно связана с процессами создания и распада органического вещества, определяющими содержание угольной кислоты, которая непосредственно влияет на рН [1]. Поскольку в круговороте угольной кислоты в основном участвуют микроорганизмы, которые в очень больших количествах развиваются на погруженных в море предметах и на поверхности взвеси, задача настоящей работы заключалась в определении роли метаболитов микроорганизмов в изменении рН морской воды.

Расположение Севастопольской бухты, глубоко вдающейся в сушу, множество гидротехнических сооружений и судов благоприятствуют развитию микроорганизмов перифитона, численность которых здесь велика. Большое количество органических и минеральных веществ, поступающих в воду бухты с суши, способствует образованию значительной массы взвеси, обильно населенной микроорганизмами [2].

### Методика

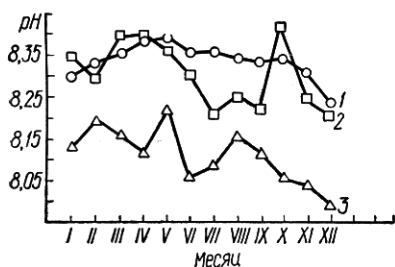
Измерения рН морской воды, рН метаболитов сообщества перифитонных микроорганизмов (рН СПМ) и рН метаболитов взвеси (рН взвеси) проводили регулярно 3—6 раз в месяц в течение 1968—1973 гг. За величину рН СПМ принимали отрицательный логарифм концентрации водородных ионов в свежей морской воде после двухчасового взаимодействия в лабораторных сосудах этой воды с пленкой СПМ, выросшей на стеклянных пластинках в море; рН взвеси соответственно определялся после такого же взаимодействия воды с определенным количеством взвеси, собранной в море.

Концентрацию водородных ионов определяли на потенциометре ЛПУ-01 со стеклянным электродом сразу после отбора проб и спустя 2 ч (для контроля возможного изменения рН со временем). Как показали контрольные измерения, проводившиеся сотни раз, рН после двухчасовой выдержки изменялся не более чем на 0,04, т. е. изменения не выходили за пределы ошибки наблюдений.

### Результаты

Типичное распределение концентрации водородных ионов было отмечено в 1971 г. (см. рисунок). Сезонный ход кривой рН морской воды в это время имел максимум в мае и, по-видимому, в октябре; рН СПМ имел максимумы в апреле и октябре и один наименьший в августе. Сезонный ход рН взвеси характеризовался максимумами в феврале, мае и августе. Годовые колебания рН морской воды достигали 8,23—8,39, рН СПМ 8,20—8,42, рН взвеси 7,90—8,22.

Установлено, что в результате жизнедеятельности микроорганизмов СПМ морская вода обычно подкисляется. Только в нескольких случаях за год (см. рисунок) она приобретала более щелочные свойства, чем контрольная. Что касается микроорганизмов взвеси, то они, контактируя с водой, только подкисляют ее. Последнее объясняется тем, что морские микроорганизмы (в основном бактерии и диатомовые водоросли), в изобилии развиваясь на взвеси и погруженных предметах, в про-



Изменение pH морской воды (1), метаболитов СПМ (2) и взвеси (3) в течение 1971 г. в Севастопольской бухте.

цессах метаболизма образуют в основном углекислоту, кислород, различные органические кислоты, вызывающие уменьшение pH окружающей среды. Подщелачивание воды может иметь место при использовании диатомовыми водорослями СПМ углекислоты из морской воды при интенсивном фотосинтезе весной, летом и осенью [2].

Установив факт влияния на морскую воду микроорганизмов СПМ и взвеси, мы задались целью определить их действие на pH воды. При сопоставлении кривых изменения pH в 1971 г. и в другие годы наблюдений связь между pH воды, взвеси и СПМ не обнаружена, но с помощью корреляционного анализа удалось выяснить, что эти величины коррелируют между собой (см. таблицу). За период шестилетних наблюдений корреляция pH морской воды и pH метаболитов СПМ ( $r_{12}$ ) обнаруживалась 4 раза, pH воды и pH взвеси ( $r_{13}$ ) 5 раз, а pH СПМ и pH взвеси ( $r_{23}$ ) 4 раза. Меньше всего корреляционных связей было в 1969 и 1970 гг. (только  $r_{13}$ ). Каждая из указанных корреляций за названный промежуток времени по одному разу имела значение, близкое к тесной корреляционной связи ( $r \geq 0,7$ ).

Полученная информация свидетельствует о том, что изучаемые параметры — pH воды, перифитона и взвеси, — по-видимому, взаимосвязаны. Для более детального анализа этого предварительного вывода были рассчитаны частные корреляции, с помощью которых можно более точно наметить причинные связи по известным формулам [3].

В 1968 г. на корреляцию pH воды и pH СПМ ( $r_{12}$ ) почти не влиял pH взвеси (3). На корреляцию pH и pH взвеси ( $r_{23}$ ) pH воды (1) влиял также слабо. В то же время корреляция pH воды и pH взвеси ( $r_{13}$ ) в значительной мере зависела от pH СПМ [2], который во взаимосвязи указанных параметров был, по-видимому, определяющим параметром (таблица). В 1969 и 1970 гг. наблюдалась умеренная корреляция только pH воды и pH взвеси ( $r_{13}$ ). В 1971 г. элиминация одного из изучаемых параметров уменьшала корреляцию двух оставшихся, т. е. все параметры были взаимосвязаны. В 1972 г., напротив, исключение одного параметра очень немного увеличивало корреляцию двух остальных, т. е.

**Обычные ( $r_{xy}$ ) и частные ( $r_{xy \cdot z}$ ) корреляционные связи pH морской воды [1], метаболитов СПМ [2] и взвеси [3] (Севастопольская бухта)**

| Год  | Коэффициент корреляции |                  |          |                  |          |                  | Число наблюдений $n$ |
|------|------------------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------------------|
|      | $r_{12}$               | $r_{12 \cdot 3}$ | $r_{13}$ | $r_{13 \cdot 2}$ | $r_{23}$ | $r_{23 \cdot 1}$ |                      |
| 1968 | 0,694                  | 0,503            | 0,574    | 0,215            | 0,660    | 0,444            | 71                   |
| 1969 | 0                      | 0                | 0,406    | 0                | 0        | 0                | 69                   |
| 1970 | 0                      | 0                | 0,494    | 0                | 0        | 0                | 70                   |
| 1971 | 0,500                  | 0,322            | 0,529    | 0,378            | 0,485    | 0,300            | 68                   |
| 1972 | 0,393                  | 0,412            | 0        | 0,136            | 0,303    | 0,329            | 68                   |
| 1973 | 0,546                  | 0,378            | 0,691    | 0,602            | 0,433    | 0,092            | 36                   |

изучаемые параметры почти не зависели друг от друга. В 1973 г. на корреляцию рН воды и рН СПМ ( $r_{12}$ ) оказывал слабое влияние рН взвеси (3). Корреляция рН воды и рН взвеси ( $r_{13}$ ) также почти не зависела от рН СПМ [2]. Корреляция рН СПМ и рН взвеси ( $r_{23}$ ) осуществлялась значениями рН морской воды (1), а при ее исключении связь  $r_{23}$  терялась. Следовательно, можно предположить, что рН морской воды в данный период наблюдений был определяющим параметром во взаимосвязи трех рассматриваемых параметров.

Таким образом, в итоге шестилетних наблюдений в большинстве случаев установлено взаимовлияние величины рН. Есть все основания считать, что от рН метаболитов СПМ и, может быть, немного больше от рН взвеси в значительной мере зависит рН морской воды Севастопольской бухты. Это влияние определяется наличием значительного количества твердого субстрата и благоприятных условий для образования взвеси, так как на взвеси и на поверхности предметов обильно развиваются морские микроорганизмы, влияющие посредством своих метаболитов на изменение рН воды в бухте.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алевин О. А. Химия океана. Л., Гидрометеиздат, 1966. 72 с.
2. Горбенко Ю. А. Экология морских микроорганизмов перифитона. К., Наук. думка, 1977. 250 с.
3. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Минск, Высшая школа, 1967. 175 с.

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

Поступила в редколлегию  
05.05.77

Yu. A. Gorbenko

#### ON INTERRELATION OF SEA WATER pH WITH METABOLITES OF PERIPHYTON MICROORGANISMS AND MARINE SUSPENSION

##### Summary

Microorganisms developing on the suspension surface and on the objects of natural and artificial origin submerged into the sea affect the water pH value in the Sevastopol bay. All the mentioned pH parameters in the sea are usually interrelated.

УДК 576.8.597.08(26)

Ю. А. Горбенко, А. Г. Бенжицкий

#### О ПРОДУЦИРОВАНИИ ВИТАМИНА В<sub>12</sub> В МОРЕ ПЕРИФИТОННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ

Основными продуцентами витамина В<sub>12</sub> считаются бактерии и актиномицеты — обитатели морской воды и талломов макрофитов [11, 13]. Их роль как донаторов кобаламина в трофике водоемов очень велика [6].

В Черном море, судя по литературным данным, продуценты витамина В<sub>12</sub> располагаются на различных глубинах от поверхности до дна. Об этом свидетельствует работа А. С. Федянина [9], который проверил экспериментально биосинтетическую активность 702 штаммов бактерий, выделенных из черноморской воды. При этом максимальные значения биосинтеза В<sub>12</sub> отмечены в поверхностных слоях кислородной и сероводородной зон Черного моря [4].

В зависимости от сезона активность биосинтеза бактериальных