

М. А. ДОБРЖАНСКАЯ

О НИТРАТАХ В ЧЕРНОМ МОРЕ

(Представлено академиком Н. М. Страховым 14 VIII 1954)

Для глубокого понимания динамики нитратов в морях в настоящее время еще нет достаточного количества наблюдений. Опубликованные для Черного моря данные по распределению NO_3 исчерпываются первыми наблюдениями по циклу азота 1924—1927 гг. ⁽⁵⁾. С 1952 г. Севастопольская биологическая станция АН СССР ведет регулярное ежемесячное наблюдение по режиму органических элементов на суточных станциях в одной из бухт Крымского побережья. Для открытого моря эти данные более отрывочны и в данном случае ограничиваются разрезами: мыс Херсонес — открытое море (август 1953 г.); г. Сухуми — открытое море (апрель 1953 г.). Относительно небольшое количество наблюдений по нитратам и для других морей вызвано капризностью и громоздкостью метода определения их, особенно при работе в экспедиционных условиях. В наших наблюдениях определение NO_3 велось по способу Трофимова ⁽²⁾. Нитраты определялись не позже, чем на другой день после взятия пробы, а в большинстве случаев в тот же день. Пробы не фиксировались*.

Распределение NO_3 в бухте имеет четко выраженный сезонный ход с максимумом до 40—100 мг/м^3 N— NO_3 с декабря по февраль в самом поверхностном слое (рис. 1). При этом наибольшие величины были найдены на 0 м непосредственно после шторма (132 мг/м^3 N— NO_3 10 I 1953 г.; 126 мг/м^3 1 II 1953 г., отдельные неперіодические наблюдения). Весенний период (март — апрель) также характеризовался относительно высоким содержанием NO_3 . Минимум отмечен в летние месяцы, когда на протяжении всех сроков наблюдений по всей вертикали нитраты в преобладающем числе случаев отсутствовали (табл. 1). Четко выраженный

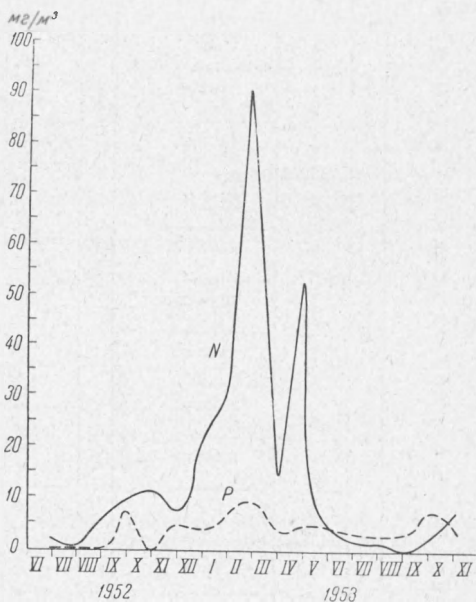


Рис. 1. Головой ход содержания нитратов и фосфатов в бухте, на поверхности (в феврале наблюдения проводились после сильного шторма)

* По нашим наблюдениям, а также по наблюдениям других авторов, содержание NO_3 в нефиксированной пробе в первые 2—3 дня практически не меняется. Напротив, фиксация сулемой в ряде случаев в первые дни ведет к понижению содержания NO_3 ⁽¹⁾.

В более глубоких слоях зоны H_2S , как уже отмечено и предыдущими исследователями ⁽⁵⁾, NO_3 отсутствуют.

Обогащение нитратами верхних слоев, в частности зоны фотосинтеза, очевидно, связано с биологическими процессами — жизнедеятельностью и распадом организмов в этом слое, в большей степени, чем это имеет место, по нашим наблюдениям, для фосфатов. Максимум нитритов в Черном море обычно лежит в пределах 25—75 м. Глубже этого слоя нитриты по преимуществу отсутствуют, т. е., насколько позволяет судить общий комплекс наблюдений, они сосредоточены чаще непосредственно под слоем энергичного фотосинтеза.

Что же касается относительного содержания нитратов (N/P), то в бухте количество нитратов по отношению к фосфатам почти всегда было избыточным, за исключением летних месяцев, когда в преобладающем числе случаев отмечались по всей вертикали «нули» как для фосфатов, так и для нитратов. В период максимума нитратов количество последних в поверхностном слое в среднем в 4—5 раз превышало содержание фосфатов. В открытом море в апреле и в августе, как указывалось, нитраты в большинстве случаев отсутствовали до глубины 50 м, в то время как фосфаты были обнаружены по всей вертикали.

Видимо, величина отношения нитратов к фосфатам в Черном море в общей сложности ниже, чем «средняя» для океана. В период возможного максимального накопления NO_3 , очевидно, эта величина отношения в Черном море достигает не более 4—5. Следует отметить, что для вод мирового океана в целом величина N/P колеблется в довольно

широких пределах — от 4 до 16 ⁽⁴⁾, и в ряде случаев в летние месяцы в зоне фотосинтеза также наблюдается полное отсутствие нитратов ⁽⁶⁾.

Наблюдаемое распределение нитратов и относительно низкую величину N/P , очевидно, следует рассматривать как следствие глубоких различий в цикле регенерации NO_3 и PO_4 в Черном море и их пути возвращения в зону фотосинтеза. Для Черного моря, в частности, поступление NO_3 из глубинных слоев в зону фотосинтеза осложнено наличием H_2S , в присутствии которого преобладают процессы восстановления. В данном случае подъем глубинных вод в верхние слои не сопровождается энергичным пополнением NO_3 , пополнение возможно лишь для фосфатов и аммиака, на что обратил внимание В. А. Водяницкий в 1941 г. ⁽³⁾. Недостаток NO_3 в общей продукции Черного моря, вероятно, частично компенсируется NH_3 . Купер ⁽⁶⁾ считает, что, поскольку окисление NH_3 до NO_3 идет с выделением свободной энергии, эта реакция легко осуществима в присутствии ряда активаторов — светового, химического или биологического. Рекстроу и Холлендер ⁽⁹⁾ экспериментально установили энергичное окисление NH_3 до NO_3 под действием ультрафиолетовых лу-

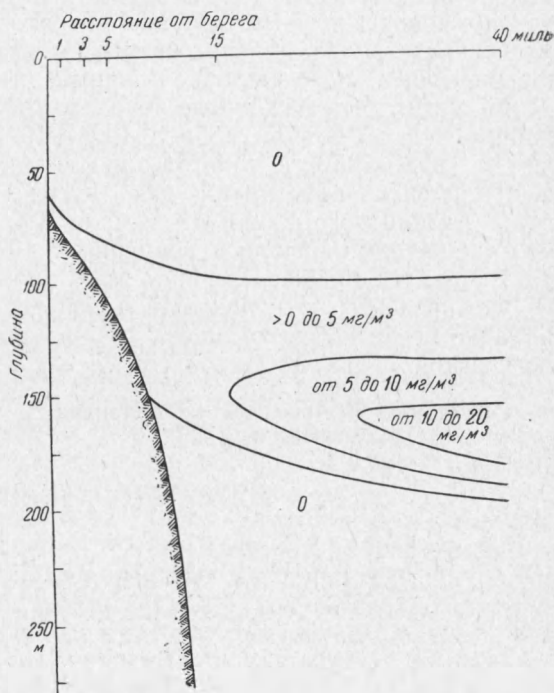


Рис. 2. Схема распределения нитратов по разрезу Крымский берег — открытое море (N мг/м³)

чей. В море этот процесс может иметь место лишь в самом поверхностном слое. Химических активаторов до сих пор в морской воде не обнаружено. По нашим наблюдениям, не лишено вероятности предположение, что образование NO_3 в море в некоторой своей части обязано сопутствующим факторам интенсивного цветения фитопланктона — образованию катализаторов органической или неорганической природы ⁽⁸⁾. Этим, возможно, следует объяснить отмеченное нами высокое содержание NO_3 в марте — апреле (табл. 1). Схема этого процесса пока неясна. Также экспериментально установлено, что некоторые фитопланктонные организмы могут возмещать недостаток нитратов нитритами и аммиаком ⁽¹⁰⁾.

Хотя количество NO_3 , найденное нами для открытого моря, ниже тех, которые приводились предыдущими исследователями ⁽⁵⁾, нельзя сейчас полностью согласиться с выводом, что «установить какие-либо общие закономерности в распределении нитратов в верхних слоях Черного моря не представляется возможным» ⁽⁵⁾. Как следует из рис. 1, существуют, видимо, и более широкие сезонные колебания, и разные годы наблюдений могут дать различные показатели NO_3 . В частности, общее содержание NO_3 в Черном море в 1924—1927 гг. было значительно выше, чем в 1952—1953 гг. Многолетние колебания в содержании органогенных элементов отмечены и для других морей. Купер ⁽⁷⁾ находит, что воды Английского канала в начале XX века были бедны фосфатами, обогащение ими началось примерно с 1921 г., а с конца 1930 г. вновь наступило обеднение. Причины этих многолетних колебаний пока точно не установлены, но с большой долей вероятности можно предположить наличие связи всего комплекса процессов в море с общей гидрометеорологической характеристикой года.

Севастопольская биологическая станция
Академия наук СССР

Поступило
3 III 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Е. Н. Бокова, В. Н. Борсук, Н. А. Вержбинская и др., *Арх. биол. наук*, **43**, в. 2—3, 353 (1936). ² С. В. Бруевич, *Инструкция для гидрохимических определений в море*, 1938. ³ В. А. Водяницкий, *Тр. Зоол. инст. АН СССР*, **7**, в. 2, 6 (1941). ⁴ Х. В. Харвей, *Современные успехи химии и биологии моря*, 1948. ⁵ Н. И. Чигирин, П. Т. Данильченко, *Тр. Севастоп. биол. станц. АН СССР*, **2**, 1 (1930). ⁶ L. H. Cooper, *J. Marine Biol. Ass.*, **22**, No. 1, 177, 183 (1937). ⁷ L. H. Cooper, *ibid.*, **27**, No. 2, 326 (1948). ⁸ E. Kreps, *James Johnstone Memorial Volume*, 193 (1934). ⁹ N. W. Rakestraw, A. Hollaender, *Science*, **84**, No. 442 (1936). ¹⁰ H. U. Sverdrup et al., *The Oceans, their Physics, Chemistry and General Biology*, 1946.