

МИКРОБИОЛОГИЯ

М. Е. Гамбарян

Процессы нитрификации в воде и грунтах оз. Севан

(Представлено М. А. Тер-Карапетяном 10. III. 1957)

Гидрохимическими и гидробиологическими исследованиями, проведенными за последние десятилетия на Севанской гидробиологической станции АН Армянской ССР, было выяснено, что минеральный азот в воде оз. Севан встречается редко, в незначительных количествах⁽¹⁾ и определяет развитие первичной продукции-фитопланктона водоема⁽²⁾. При этом малое содержание или отсутствие неорганических соединений азота, обуславливающих слабое развитие водной растительности, несмотря на отсутствие микробиологических исследований, рассматривалось как следствие интенсивных процессов денитрификации, слабых процессов ассимиляции молекулярного азота и некоторых других физико-химических и биологических факторов среды⁽³⁾.

В поисках подлинных причин, обуславливающих непостоянство и бедность вод оз. Севан важнейшим биогенным элементом—азотом, мы проводили специальные микробиологические исследования биохимических процессов круговорота азота: аммонификации органических азотосодержащих веществ, нитрификации I и II фазы, ассимиляции молекулярного азота и денитрификации. При этом исследовались видовой состав и количественное развитие физиологических групп микроорганизмов, участвующих в процессах превращения азота, определялась степень интенсивности биохимических процессов круговорота азота и скорость накопления азотистых и азотных соединений в воде и грунтах оз. Севан в течение года. В этом сообщении приводятся результаты исследования нитрифицирующих бактерий, обуславливающих окисление аммиачных и азотистых соединений и накопление их в водной массе и донных отложениях оз. Севан.

Сбор материалов—образцов воды и грунта для микробиологических исследований проводился общепринятыми способами на различных районах и глубинах Большого и Малого Севана. При исследовании нитрифицирующих бактерий применялись жидкие, агаризированные и десятикратно-концентрированные питательные среды: Виноградского-Омелянского—для нитрификаторов I-й фазы и Виноград-

ского—для нитрификаторов II-й фазы (4). Систематическое положение данных бактерий устанавливалось с помощью „Определителя бактерий и актиномицетов“ (5). Количественное развитие их определялось методом последовательных разведений и высева исследуемого материала на элективные питательные среды. Наличие процессов нитрификации в жидких питательных средах устанавливалось химическим путем: аммиак—реактивом Несслера, нитриты—пробой с альфа-нафтиламиновым раствором, нитраты—дифениламином с серной кислотой.

В результате проведенных исследований воды и грунтов озера выявлены, впервые для Севана, следующие культуры нитрифицирующих бактерий—*Nitrosomonas europaea* Winogradsky и *Nitrobacter winogradsky* Buchanan, которые были определены по следующим показателям.

Nitrosomonas europaea Winogradsky. Палочковидные или овальные, кокковидные клетки, длиной до 1,5, шириной 0,8 μ . Подвижные, одиночные, иногда соединены в пары и короткие цепочки. Растет на минеральной среде, содержащей сернокислый аммоний и углекислый кальций или магний. На органических средах—МПА, МПБ, МПЖ не растет. На гелевых пластинках, покрытых тонким слоем углекислого кальция и пропитанных десятикратно-концентрированной питательной средой Виноградского-Омелянского, образует еле видимые, бесцветные, слизистые колонии, вокруг которых наблюдается светлая зона растворенного углекислого кальция. Аэроб. Окисляет аммиачные соединения до нитритов.

Nitrobacter winogradsky Buchanan. Палочковидные, чаще кокковидные клетки, длиной 0,7—1, шириной 0,5—0,7 μ , одиночные или в виде скоплений. Растет на минеральной среде Виноградского, на органических средах не растет. Колонии на гелевых пластинках и на хорошо промытом агаре со средой бесцветные и слизистые. Аэроб. Окисляет азотистые соединения в нитраты.

Количественное развитие нитрифицирующих бактерий в воде оз. Севан в течение года незначительное и составляет до 10 клеток в 1 мл (табл. 1 и 2). Наибольшее число их было обнаружено зимой в период максимального насыщения водной массы озера свободно растворенным кислородом (3) и содержания минеральных веществ (1). Именно в этот период в результате накопления нитрифицирующих бактерий наблюдается и наибольшее содержание нитратов. Распределение данных бактерий в водной толще в период их нахождения почти равномерное, что связано с гомотермией (6) и однородным распределением питательных веществ. В остальное время года нитрифицирующие бактерии были обнаружены лишь в воде прибрежной зоны, в поверхностных и придонных слоях водной толщи озера. Присутствие их в воде прибрежной зоны, очевидно, связано с волнениями, взмучивающими воды прибрежных районов и поступлением вод притоков, содержащих нитрифицирующие бактерии. Наличие их в поверхностных и придонных слоях водной толщи озера

связано с золовыми наносами и близостью донных отложений и способствует накоплению в этих слоях сравнительно большого количества нитратного азота.

Таблица 1

Сезонные колебания численности и распределение нитрифицирующих бактерий I фазы в водной толще озера Севан по данным 1954 г.
(Число клеток в 1 мл)

Место взятия пробы	Глубина в м	Д а т ы и с с л е д о в а н и я					
		30—I	20—III	15—V	26—VI	20—VIII	10—XI
Большой Севан							
Прибрежная зона	0,2	00	—	00 ¹	00	00	00
Открытая часть	0,2	0,25	00	00	00	00	00
"	10	1,0	—	00	00	00	00
"	30	1,0	—	00	—	—	00
"	35 ²	10	00	1,0	1,0	00	00
Малый Севан							
Прибрежная зона	0,2	1,0	—	1,0	00	00	00
Открытая часть	0,2	10	—	00	1,0	00	00
"	10	1,0	—	00	00	00	00
"	50	10	—	00	00	00	00
"	70 ²	10	—	00	1,0	00	00

Таблица 2

Сезонные колебания численности и распределение нитрифицирующих бактерий II фазы в водной толще озера Севан по данным 1954 г.
(Число клеток в 1 мл).

Место взятия пробы	Глубина в м	Д а т ы и с с л е д о в а н и я					
		30—I	20—III	15—V	26—VI	20—VIII	10—XI
Большой Севан							
Прибрежная зона	0,2	0,25	—	00	10	00	00
Открытая часть	0,2	0,25	00	00	00	00	00
"	10	0,25	—	00	00	00	00
"	30	1,0	—	—	—	—	00
"	35	00	00	00	00	00	00
Малый Севан							
Прибрежная зона	0,2	1,0	—	00	00	00	00
Открытая часть	0,2	1,0	—	00	00	00	00
"	10	1,0	—	00	00	00	00
"	50	0,25	—	00	1,0	00	00
"	70	10	—	00	00	00	00

¹ „00“ означает отсутствие роста бактерий и нитритов в питательной среде при засеве ее 5 мл воды.

² Придонный слой водной толщи озера.

Численность нитрифицирующих бактерий в поверхностных слоях различных типов донных отложений озера Севан в течение года колеблется от 0 до 100 клеток в 1 г сырого грунта (табл. 3). Наибольшее количество их было обнаружено в иловых отложениях во второй половине года, наименьшее—в песчаных. Последнее связано с малым содержанием в песках трофического материала (7).

Таблица 3

Сезонные колебания численности и распределение нитрифицирующих бактерий I и II фазы в поверхностных слоях различных типов донных отложений озера Севан по данным 1954 г.
(Число клеток в 1 г сырого грунта)

Даты исследования	Нитрификация I фазы			Нитрификация II фазы		
	песок	песчаный ил	черный ил	песок	песчаный ил	черный ил
30—I	00 ¹	00	00	—	00	00
20—III	00	—	—	00	—	—
15—V	00	00	00	00	00	00
26—VI	00	10	10	00	10	10
20—VIII	00	00	10	—	10	100
10—XI	—	10	10	—	10	100

Таким образом, биохимические процессы окисления аммиачных и азотистых соединений, особенно нитрификация I фазы, как в воде, так и в грунтах озера Севан происходит слабо. В результате этого аммиачные соединения, выделяющиеся при сравнительно интенсивных процессах минерализации белковых веществ, не окисляются полностью и по всей вероятности частично выходят из круговорота веществ. Это обстоятельство рассматривается нами как одна из причин непостоянства и бедности озера важнейшим биогенным элементом—азотом и слабого развития в нем первичной продукции.

Сравнивая результаты микробиологических исследований пресных водоемов—Байкала (8), Онежского (9), Севана и других, мы видим, что нитрифицирующие бактерии в них развиты очень слабо.

Выводы

1. Видовой состав нитрифицирующих бактерий в воде и грунтах озера Севан характеризуется в основном следующими представителями: *Nitrosomonas europaea* Winogradsky и *Nitrobacter winogradsky* Buchanan.

2. Количество нитрифицирующих бактерий в воде озера Севан, также как и в некоторых других пресных водоемах, достигает 10 клеток в 1 мл, а в донных отложениях— 100 клеток в 1 г сырого грунта.

¹ „00“ означает отсутствие роста нитрифицирующих бактерий, нитратов и нитритов в питательных средах при засеве их 1 г сырого грунта.

3. Биохимические процессы окисления аммиачных и азотистых соединений, из-за малочисленности нитрифицирующих микроорганизмов, происходят слабо. Это обстоятельство рассматривается нами как одна из причин непостоянства и бедности вод озера Севан минеральным азотом.

Севанская гидробиологическая станция
Академии наук Армянской ССР

Մ. Ե. ՇԱՄԲԱՐՅԱՆ

Նիտրիֆիկացիայի պրոցեսները Սևանա լճի ջրում և գրունտներում

Հայկական ՍՍՏ Գիտությունների Ակադեմիայի Սևանի Հիդրոբիոլոգիական կայանի լաբորատորիայում կատարված միկրոբիոլոգիական հետազոտությունների հետևանքով, առաջին անգամ այդ ջրավազանի համար հայտնաբերված և նկարագրված են հետևյալ նիտրիֆիկացնող բակտերիաները. *Nitrosomonas europaea* Winogradsky, *Nitrobacter winogradsky* Buchanan.

Ամիակային և ազոտային միացությունները օքսիդացնող բակտերիաների քանակը Սևանա լճի ջրում ձմռան ստադիայի ժամանակ հասնում է մինչև 10-ը բջջի մեկ մլ: Տարվա մյուս եղանակներին նրանք հայտնաբերվել են համեմատաբար քիչ քանակությամբ, այն էլ միայն ջրի ափային, մակերեսային և հատակային շերտերում: Լճի հատակային նստվածքների մակերեսային շերտերում նիտրիֆիկացնող բակտերիաները հանդիպում են տարվա երկրորդ կեսին մինչև 100 բջջի մեկ գրամ խոնավ գրունտում: Նրանց համեմատաբար մեծ քանակությունը լինում է տիղմային նստվածքներում:

Ելնելով նիտրիֆիկացնող բակտերիաների քանակությունից, որը որոշվել է հետազոտման ենթակա մատերիայի հաջորդական նոսրացման և ցանքսի (ելեկտիվ սննդավայրերի վրա) մեթոդներով, կարելի է եզրակացնել, որ ամիակային և ազոտային միացությունների օքսիդացման բիոքիմիական պրոցեսները, հատկապես նիտրիֆիկացիայի առաջին ֆազան լճի ջրում և գրունտներում ընթանում են դանդաղ: Վերջինս մեր կողմից դիտվում է որպես լճում անօրգանական ազոտի անկայունության և աղքատության, ինչպես նաև առաջնային արտադրանքի-ֆիտոպլանկտոնի թույլ աճի պատճառներից մեկը:

Համեմատելով միկրոբիոլոգիական հետազոտությունների արդյունքները Սևանում և այլ քաղցրահամ լճերում—Բայկալ, Օնեգա, պետք է նշել, որ նրանց մեջ ընդհանրապես ազոտ օքսիդացնող բակտերիաները քիչ են դարգանում:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- ¹ Б. Я. Слободчиков, Тр. Севан. гидробиолог. ст., т. XII (1951). ² Б. Я. Слободчиков и В. Г. Стройкина, Изв. АН АрмССР, серия биолог. и сельхоз. наук. т. VI, № 7, (1953). ³ Б. Я. Слободчиков, Тр. Севан. гидробиолог. ст., т. XIV, (1955). ⁴ А. Г. Родина, Микробиологические исследования водоемов, Изд. АН СССР, 1951. ⁵ Н. Я. Красильников, Определитель бактерий и актиномицетов, Изд. АН СССР, (1949). ⁶ В. К. Давидов, Матер. по исслед. оз. Севан и его басс., ч. 2, в. 1, (1934). ⁷ С. Я. Лятти, Матер. по исслед. оз. Севан и его басс. ч. IV, в. 4, 1932. ⁸ С. И. Кузнецов, Роль микроорганизмов в круговороте веществ в озерах, Изд АН СССР, (1952). ⁹ А. Г. Салимовская-Родина, Исслед. озер СССР, в. 1, (1932).