

М. Е. Гамбарян

Денитрификация в воде и грунтах озера Севан

При изучении гидрохимического режима озера Севан (Лятти, 1932; Слободчиков, 1951) неоднократно ссылались на процессы денитрификации, как на фактор среды, обуславливающий малое содержание и отсутствие минерального азота в воде указанного водоема. Однако специальных исследований, посвященных биохимическим процессам превращения важнейшего биогенного элемента — азота, являющегося одним из основных лимитирующих факторов развития фитопланктона озера (Слободчиков и Стройкина, 1953), не проводилось.

Микробиологические исследования, проведенные нами на Севанской гидробиологической станции АН АрмССР в течение 1954 г., были посвящены видовому составу и количественному развитию денитрифицирующих бактерий, роли их в процессах восстановления азотистых и азотных соединений в водной массе и донных отложениях озера Севан.

Пробы воды и грунтов озера для микробиологических исследований брались общепринятыми методами из различных районов и глубин Большого и Малого Севана. Видовой состав денитрифицирующих бактерий устанавливался с помощью определителя (Красильников, 1949). Количественное развитие их определялось методом последовательных разведений и высева исследуемого материала на селективную питательную среду Гильтая (Родина, 1951). Наличие процесса денитрификации в среде устанавливалось визуально и химическим путем: появлением мути, выделением газа и образованием пены различной высоты, микроскопическим просмотром культур, исчезновением нитратов, появлением нитритов и аммиака (нитраты определялись дифениламином с серной

кислотой, нитриты—реактивом Грисса, аммиак—реактивом Несслера).

В результате проведенных исследований воды и грунтов озера Севан, впервые для него, установлены следующие представители денитрифицирующих бактерий: *Pseudomonas ruosuae* Migula, *Pseudomonas denitrificans* (Christ.) Bergey. Ниже приводится их краткое описание. *Pseudomonas ruosuae* Migula. Палочковидные клетки величиною $1,3 \times 0,4$ μ , подвижные, имеют один полярнорасположенный жгутик. Грамотрицательные. Образуют зеленовато-синий, проникающий в субстрат пигмент, восстанавливают нитраты до нитритов, растут в аэробных условиях. Колонии на агаризированной среде Гильта белые и слизистые. *Pseudomonas denitrificans* (Christ) Bergey. Палочки величиною $2-4 \times 0,5$ μ , подвижные, имеют 2—3 жгутика. Грамотрицательные. Образуют зеленовато-желтый пигмент, быстро восстанавливают нитриты до молекулярного азота. Аэробы. Колонии на твердой среде с глюкозо-аспарагиновым агаром слизистые тестообразные с хорошо выраженной ячеистой микроструктурой.

Численность денитрифицирующих бактерий как в различных районах и глубинах водной толщи, так и в различных типах донных отложений озера неодинакова и находится в зависимости от ряда физико-химических и биологических факторов окружающей среды. В воде прибрежной зоны они, обычно, встречаются чаще и в больших количествах, чем в открытых участках озера. Это, очевидно, связано с большим содержанием в них органических веществ (Слободчиков, 1951), волнениями взмучивающими воды прибрежных участков и обогащающими их трофическим материалом из донных отложений, поступлением речных вод, содержащих значительное количество питательных веществ и денитрифицирующих бактерий.

Распределение денитрифицирующих бактерий в водной толще открытых участков озера почти равномерное. Последнее связано с однородным распределением органических и минеральных веществ, гомотермией (Давыдов, 1934), циркуляциями и волнениями воды. Исключение составляют поверхностные и придонные слои водной толщи, где число

указанных бактерий иногда увеличивается. Это связано со сравнительно большим содержанием нитратного азота в поверхностных и придонных слоях водной толщи озера (Владимирова, 1947), и соприкосновением с атмосферой и донными отложениями, обогащающими их трофическим материалом и денитрифицирующими микроорганизмами.

Количество денитрифицирующих бактерий в воде Большого и Малого Севана в течение года колеблется в пределах до 100 клеток в 1 мл (таблица 1). Наибольшее количество их было обнаружено весной и осенью, когда имеется сравнительно большое количество органических веществ, нитратов и минимум содержания кислорода.

Численность денитрифицирующих бактерий в иловых отложениях озера Севан достигает до 10 тыс. клеток, в песчаных, содержащих сравнительно меньшее количество органических веществ (Лятти, 1932а)—до 1 тыс. клеток в 1 г сырого грунта (таблица 2). Максимальное количество указанных бактерий в грунтах озера Севан также встречается весной и осенью, в период смены форм и массового отмирания планктонных и бентических растительных и животных организмов и обогащения донных отложений легкоусвояемыми органическими веществами.

Активность процесса денитрификации в природных условиях озера Севан зависит от ряда биотических и абиотических факторов окружающей среды. Как известно (Корсакова, 1953), процессы восстановления минерального азота сравнительно интенсивно происходят в анаэробных условиях и при наличии легкоусвояемых органических веществ. При этом быстро восстанавливаются как нитраты, так и нитриты до молекулярного азота. В аэробных же условиях процесс денитрификации не прекращается, а замедляется (особенно восстановление нитритов) в зависимости от степени насыщения окружающей среды свободно растворенным кислородом. Однако в аэробных условиях число денитрифицирующих бактерий и усвоение азота больше, чем в анаэробных, при которых значительная часть азотных и азотистых соединений восстанавливается до свободного азота. Таким образом, и в первом и во втором случае денитрифицирующие бакте-

рии оказывают существенное влияние на содержание и превращение азота в окружающей среде.

Таблица 1

Сезонное колебание численности и распределение денитрифицирующих бактерий в воде Большого и Малого Севана по данным 1954 г.
(Число клеток в 1 мл).

Большой Севан

Место взятия проб	Глубина в м	Дата исследования					
		30—I	20—III	15—V	26—VI	20—VIII	10—XI
Прибрежная зона	0,2	10	—	100	00 ¹	00	109
Открытая часть	0,2	0,25	—	100	1,0	00	10
" "	10	00	—	100	00	00	100
" "	30	10	—	—	—	—	100
" "	35 ²	10	—	10	00	00	100

Малый Севан

Прибрежная зона	0,2	1,0	—	1,0	00	00	10
Открытая часть	0,2	0,25	1,0	100	00	00	10
" "	10	1,0	—	1,0	00	00	10
" "	50	1,0	—	1,0	00	00	10
" "	70 ²	0,25	10	10	00	100	100

Проведенные микробиологические исследования и гидрохимический режим озера Севан в течение года позволяют считать, что процессы денитрификации, обусловленные биохимической деятельностью соответствующих микроорганизмов, водной массы и донных отложений происходят весной и осенью, во время накопления денитрифицирующих бактерий, легкоусвояемых органических веществ, нитратов и минимума O_2 . Это обстоятельство рассматривается нами как

¹ „00“ означает отсутствие роста бактерий при засеве питательной среды 5 мл воды.

² Придонный слой водной толщи озера.

одна из причин малого содержания и отсутствия неорганического азота в озере Севан.

Таблица 2

Сезонное колебание численности и распределение денитрифицирующих бактерий в поверхностных слоях различных типов донных отложений озера Севан по данным 1954 г. (Число клеток в 1 г сырого грунта)

Тип грунта	Глубина в м	Дата исследования					
		30—I	20—III	15—V	25—VI	20—VIII	10—XI
Песок	0,5	—	100	100	00 ¹	—	—
Песчаный ил . . .	35	10	—	100	00	1000	1000
Черный ил	70	10	—	1000	00	00	10000

Количество денитрифицирующих бактерий в воде и грунтах озера Севан близко к таковым озер олиготрофного типа.

Выводы

1. Качественный состав денитрифицирующих бактерий в озере Севан представлен в основном следующими видами: *Pseudomonas pyocyanea* Migula, *Pseudomonas denitrificans* (Christ.) Bergey.

2. Количество денитрифицирующих бактерий в воде озера Севан, также как и в ряде олиготрофных водоемов, достигает до 100 клеток в 1 мл, а в донных отложениях—до 10 тыс. клеток и в 1 г сырого грунта. Наибольшее число их встречается весной и осенью.

3. Биохимические процессы восстановления минерального азота в воде и грунтах озера Севан наблюдаются весной и осенью, в период накопления денитрифицирующих бактерий, легкоусвояемых органических веществ, нитратов и минимума содержания свободно растворенного кислорода. Это обстоятельство рассматривается нами как одна из причин малого содержания и отсутствия минерального азота в водной массе данного водоема.

¹ „00“ означает отсутствие роста бактерий при засеве питательной среды 1 г сырого грунта.

Մ. Ե. ԶԱՄԲԱՐՅԱՆ

ԴԵՆԻՏՐԻՖԻԿԱՑԻԱՆ ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ԶՐՈՒՄ
ԵՎ ԳՐՈՒՆՏՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հայկական ՍՍՌ-ի Դիտությունների ակադեմիայի Սևանի հիդրոբիոլոգիական կայանի լաբորատորիայում վերջին տարիներս կատարված միկրոբիոլոգիական հետազոտությունները թույլ են տալիս հանգելու հետևյալ եզրակացությանը.

1. Սևանա լճում հաճախակի հայտնաբերվում են դենիտրիֆիկացնող բակտերիաների հետևյալ ներկայացուցիչները՝ *Pseudomonas pyocyanea* Migula, *Pseudomonas denitrificans* (Christ.) Bergey.

2. Դենիտրիֆիկացնող բակտերիաների թիվը Սևանա լճի ջրում, ալնպես ինչպես և մի շարք օլիգոտրոֆ ջրավազաններում, հասնում է մինչև 100-ի 1 մլ-ում, իսկ հատակային նստվածքներում՝ մինչև 10000-ի 1 գ խոնավ գրունտում: Նրանց մաքսիմալ քանակությունը լինում է գարնանը և աշնանը:

3. Ազոտային և ազոտական միացությունների վերականգնման բիոքիմիական պրոցեսները Սևանա լճի ջրում և հատակային նստվածքներում դիտվում են գարնանը և աշնանը, երբ առկա է դենիտրիֆիկացնող բակտերիաների, օրգանական նյութերի, նիտրատների մաքսիմալ, իսկ թթվածնի մինիմալ քանակություն: Այս հանգամանքը անօրգանական ազոտի քիչ քանակության և բացակայության պատճառներից մեկն է:

ЛИТЕРАТУРА

1. Владимирова К. С. 1947. Фитопланктон озера Севан. Тр. Севан. гидробиол. станции, т. IX.
2. Давыдов В. К. 1934. Термика озера Севан. Матер. по исслед. оз. Севан и его басс., ч. II, в. 1.
3. Корсакова М. П. 1953. Денитрифицирующие микроорганизмы (обзор). Микробиология, т. XXII, в. 2.
4. Красильников Н. А. 1949. Определитель бактерии и актиномицетов. Из-во АН СССР.

5. Лятти С. Я. 1932. Гидрохимический очерк озера Севан. Матер. по исслед. озера Севан и его басс., ч. IV, в. 2.
6. Лятти С. Я. 1912а. Грунты озера Севан. Матер. по исслед. оз. Севан и его басс., ч. IV, в. 4.
7. Родина А. Г. 1951. Микробиологические исследования водоемов. Из-во АН СССР.
8. Слободчиков Б. Я. 1951. Гидрохимический режим озера Севан по данным 1947—1948 гг., Тр. Севан. гидробиол. ст. т., XII.
9. Слободчиков Б. Я. 1955. Кислородный режим озера Севан по данным 1947—1948 гг., Тр. Севан. гидробиол. ст. т., XIV.
10. Слободчиков Б. Я. 1955. Проблема азота в водах озера Севан. Тр. Севан. гидробиол. станции, т. XIV.
11. Слободчиков Б. Я. и Стройкина В. Г. 1953. Влияние азота, фосфора и железа на развитие фитопланктона в озере Севан. Изв. АН АрмССР, серия биол. и сельхоз. наук, т. VI, № 7.

