

Г. Е. МАРКОСЯН

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СУЛЬФАТРЕДУЦИРУЮЩИХ БАКТЕРИЙ В ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВАХ АРАРАТСКОЙ РАВНИНЫ

Сульфатредуцирующие бактерии в природе встречаются повсеместно. Их деятельность активно проявляется в подземных водах, в водах морей и различных водоемов, в нефтеносных породах, в почве и подпочвенных грунтах. В результате их жизнедеятельности существенно меняются химический состав и физико-химическое состояние среды, в частности среда обогащается восстановленными компонентами соединений серы, резко падает окислительно-восстановительный потенциал, меняется значение рН и т. д. [8, 12].

Изучению сульфатредуцирующих бактерий в почве посвящено немало работ [1—3, 11], которые при решении вопроса генезиса отдельных почв, особенно засоленно-солонцеватых, приобретают весьма важное значение. Генезис соды в подобных почвах во многом связан с процессом микробиологического восстановления солей сульфата [2—4, 6, 13].

Однако засоленные почвы Араратской равнины в этом отношении не исследованы. Настоящая работа ставит целью изучение степени обсемененности почвы десульфофикаторами, а также активности процесса сульфатредукции в зависимости от конкретных условий почвы.

Объекты и методы исследования. Исследованию подвергались почвы с различным характером и степенью засоленности Араздаянской степи и Ерасхаунской опытно-мелиоративной станции Института почвоведения и агрохимии (Октемберянский район). Изучались также мелиорированные кислотанием (H_2SO_4) содовые солончаки, прилегающие к территориям обследуемых земель. Исследование проводилось в период вегетации по разрезу профиля почвы до уровня грунтовых вод. В отдельных случаях изучались и подпочвенные слои, доставленные из буровых скважин (5—10, 10—20 и 20—30 м).

Сульфатредуцирующие бактерии изучались на элективных жидких средах, методом предельного десятикратного разведения. Использовались среды Таусона в модификации Штурм [9], Абд-ель-Малека [11] и минеральная среда Сорокина при культивировании в атмосфере водорода [9].

Для изучения условий среды и активности процесса сульфатредукции производились некоторые химические и физико-химические определения. Сульфиды определялись йодометрически, гумус—по Тюрину, окис-

лительно-восстановительный потенциал и рН почвы в полевых и лабораторных условиях—электрометрически.

Результаты исследования. Данные по учету численности десульфификаторов (табл. 1, 2, 3, 4) показывают, что засоленные почвы Арагатской равнины, а также мелиорированные путем кислования содовые солончаки обсеменены этими группами бактерий, в количестве от 10 до 100 000 клеток в 1 г.

Таблица 1

Распространение сульфатредуцирующих бактерий в засоленных почвах Арагаданской степи

Глубина, см	1964 г.							Число десульфификаторов в 1 г		
	Сумма солей, ‰	Щелочность, ‰		Гумус, ‰	H ₂ S, мг/кг	рН	ОВП, мВ	1961 г.	1963 г.	1964 г.
		CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻							
Болотная, слабозасоленная почва										
0—5	0,348	нет	0,068	3,76	28	7,9	190	10000	10000	1000
5—15					813		—40	10000	10000	100000
15—25	0,394	нет	0,061	2,80	92	8,1	10	1000	100	10000
25—50					15		140	100	100	1000
50—75					25		200	1000	—	100
Солончаковатый солонец хлоридно-сульфатного засоления										
0—25	1,391	0,066	0,148	1,72	нет	9,1	350	—	1000	1000
25—50	0,802	0,078	0,207	1,07	нет	9,4	330	—	100	100
50—100	0,588	0,060	0,185	0,73	нет	9,3	340	—	100	100
100—150	0,225	0,005	0,106	0,68	34	8,5	250	—	100	10
Солонец-солончак хлоридно-сульфатного засоления										
0—25	4,510	0,340	1,760	0,88	нет	9,9	400	10	10	10
25—50	2,071	0,090	0,640	0,35	нет	9,8	410	10	0	10
50—100	1,660	0,095	0,460	0,45	нет	9,3	360	10	10	10
100—150	1,572	0,070	0,470	0,41	нет	8,7	390	100	10	10

В наибольшем количестве (100—100 000 клеток в 1 г) эти бактерии обнаруживаются в болотно-слабозасоленных и засоленно-солонцевых почвах Арагаданской степи (табл. 1), где повышенная степень увлажненности (36,75—43,88%) и значительное количество органических веществ (1,72—3,76% гумуса) в присутствии сульфатных солей создают весьма благоприятные условия для деятельности сульфатредуцирующих бактерий. Об активном проявлении процесса сульфатредукции в этих почвах свидетельствуют также наличие сульфидных соединений (15—813 мг/кг H₂S) и сравнительно низкий окислительно-восстановительный потенциал почвы (—40—350 мВ).

Численность десульфификаторов по глубине профиля отмеченных почв претерпевает большие изменения. В наибольшем количестве эти бактерии обнаруживаются в верхних гумусовых горизонтах, с глубиной их численность падает, а ниже 50—75 см не превышает 100 клеток в 1 г

Таблица 2

Распространение сульфатредуцирующих бактерий в засоленных почвах
Октемберянского района

Глубина, см	1964 г.							Число десульфофикторов в 1 г		
	Сумма солей, ‰	Щелочность, ‰		Гумус, ‰	H ₂ S, мк/кг	рН	ОВП, МВ	1962 г.	1963 г.	1964 г.
		CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻							
Солончак-солонец хлоридно-сульфатного засоления										
0—25	2,387	0,012	0,049	1,34	нет	8,5	400	—	10	0
25—50	1,373	0,043	0,159	0,68	нет	8,8	420	—	10	10
50—100	0,662	0,053	0,198	0,49	нет	9,0	430	—	10	0
100—150	0,301	0,014	0,112	0,62	нет	8,4	400	—	100	100
150—250	0,269	0,010	0,078	0,68	24	8,4	330	—	10	100
Солончак хлоридно-сульфатного засоления										
0—25	6,220	нет	0,032	0,98	нет	8,1	430	10	0	0
25—50	4,690	нет	0,024	0,59	нет	8,0	470	0	0	0
50—100	1,590	0,014	0,071	0,39	нет	8,5	510	0	10	10
100—150	0,512	0,022	0,085	0,25	нет	8,8	480	0	0	—
150—200	0,509	0,014	0,085	0,09	нет	8,4	490	10	10	10
200—250	0,158	0,002	0,049	0,13	нет	8,5	420	10	—	100
Содовый солончак сульфатно-хлоридного засоления										
0—25	2,345	0,246	0,558	0,47	нет	10,0	370	0	0	0
25—50	0,838	0,092	0,263	0,18	нет	9,9	430	0	0	0
50—100	0,231	0,061	0,222	0,20	нет	9,8	440	0	0	0
100—150	0,163	0,024	0,124	0,16	нет	9,5	430	10	0	10
150—200	0,196	0,013	0,096	0,11	нет	8,9	410	10	10	0

Таблица 3

Распространение сульфатредуцирующих бактерий в мелиорированных почвах
Аратской равнины

Глубина, см	1961 г., 1964 г.							Число десульфофикторов в 1 г		
	Сумма солей, ‰	Щелочность, ‰		Гумус, ‰	H ₂ S, мк/кг	рН	ОВП, МВ	1961 г.	1962 г.	1964 г.
		CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻							
Бывший солонец-солончак Араздайнской степи										
0—25	0,140	нет	0,050	1,16	нет	8,0	490	100	1000	—
25—50	0,210	0,010	0,090	1,16	нет	8,3	400	1000	100	—
50—100	0,300	0,020	0,100	0,70	нет	8,7	380	100	10	—
Бывший содовый солончак Октемберянского р-на										
0—25	0,201	нет	0,035	0,74	нет	7,8	500	100	1000	10
25—50	0,094	нет	0,042	0,56	нет	8,0	540	100	100	100
50—100	0,118	0,002	0,050	0,32	нет	8,3	530	10	10	10

Таблица 4

Количество сероводорода, продуцируемое сульфатредуцирующими бактериями, выделенными из засоленных почв Араратской равнины, мг/л или мг/кг

Выделенные	На среде Таусона, за 30 дней	На среде Абдель-Малека, за 30 дней	На минеральной среде Сорокина, за 45 дней	В засоленной почве с добавлением лактата Са и сульфата аммония за 45 дней
Из болотно-слабозасоленной почвы	256	193	20	2046
Из солончака-солонча	135	88	26	1968
Из болотно-травертиновой почвы	298	94	280	—

(табл. 1). Исследование более глубоко лежащих слоев почвы (5—10, 10—20, 20—30 м) также указывает на слабую обсемененность этими бактериями (10—100 клеток в 1 г).

Почвы из солончаковых комплексов, характеризующиеся сравнительно меньшей степенью увлажненности (16,23—30,70%), небольшим содержанием органических веществ (0,47—0,98% гумуса), повышенной концентрацией солей (2,34—6,22%) и высокой щелочностью (8,0—10,0 рН), слабо обсеменены сульфатредуцирующими бактериями (табл. 1, 2). Здесь в верхних слоях бактерии этой группы либо не выявляются вообще, либо присутствуют в крайне незначительном количестве (10 клеток в 1 г).

Несколько больше их (до 100 клеток в 1 г) обнаруживается в нижних, сравнительно слабозасоленных горизонтах почвы, периодически находящихся под непосредственным воздействием грунтовых вод.

Следует подчеркнуть, что условия солончаковых почв низменности в общем не благоприятствуют развитию десульфофикаторов, что в большей мере обуславливается недостаточным содержанием органических веществ и меньшей степенью увлажненности этих почв.

В процессе мелиорации солончаковых почв путем кислования резко снижается концентрация солей и щелочность среды. Намного улучшаются физические и химические свойства почвы, создаются условия для развития многих высших и низших организмов [5, 6, 9]. Параллельно с увеличением общей биологической активности почвы заметно возрастает и численность сульфатредуцирующих бактерий (табл. 3). Однако последствия процесса сульфатредукции здесь не обнаруживаются, что, по-видимому, объясняется одновременной активизацией процесса сульфификации [5].

Выделенные культуры сульфатредуцирующих бактерий из засоленных почв низменности по ряду морфологических и физиологических признаков были близки к типичному виду *Vibrio desulfuricans*, встречающемуся во многих других объектах в природе. Выделенные нами штаммы морфологически часто представлялись в форме прямых и слегка изогнутых палочек (1,1—3,5×0,3—0,8 М). Встречались и в форме типичных вибрионов, а реже—спирилл (рис. 1, 2). Все выделен-

ные культуры были подвижными, давали отрицательную окраску по Граму, нормально развивались в анаэробных условиях, с активным продуцированием сероводорода на различных синтетических средах, предназначенных для *Vibrio desulfuricans*, и в засоленной почве с добавле-

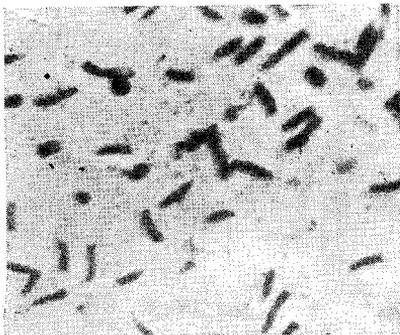


Рис. 1. *Vibrio desulfuricans*, выделенная из засоленно-солонцевой почвы. Ув. 2200.

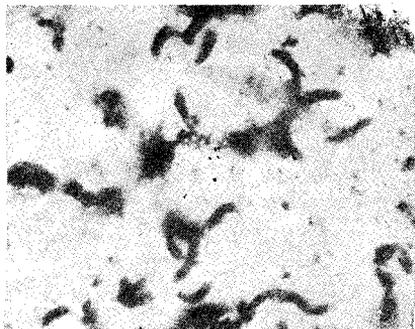


Рис. 2. *Vibrio desulfuricans*, выделенная из болотно-травертиновой почвы. Ув. 3100.

нием энергетического материала (табл. 4). В качестве окисляемого субстрата хорошо использовались этими бактериями соли муравьиной, молочной, пировиноградной, лимонной кислот и этанол. Выделенные штаммы могли расти и автотрофно—на минеральной среде в атмосфере водорода. В этом отношении активнее всего оказались бактерии, выделенные из болотно-травертиновой почвы, формирующейся под непосредственным воздействием минерализованных вод Давалинских источников.

Институт почвоведения и агрохимии
МСХ АрмССР,
Институт микробиологии
АН АрмССР

Поступило 19.XII 1969 г.

Գ. Ե. ՄԱՐԿՈՍՅԱՆ

ՍՈՒԿԱՏՎԵՐԱԿԱՆԳԵՆՈՂ ԲԱԿՏԵՐԻԱՆԵՐԻ ՏԱՐԱԾՈՒՄԸ
ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ԴԱՇՏԱՎԱՅՐԻ ԱՂԱԿԱԼԱԾ ՀՈՂԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրվել է սուլֆատվերականգնող բակտերիաների տարածման աստիճանը Արարատյան դաշտավայրի աղակալած հողերում՝ կապված այդ միկրոօրգանիզմների զարգացման համար անհրաժեշտ հողային պայմանների ներկայության և սուլֆատների վերականգնման պրոցեսի դրսևորման ակտիվության հետ:

Պարզվել է, որ սուլֆատվերականգնող բակտերիաները լայն տարածում ունեն Արարատյան դաշտավայրի աղակալած և քիմիական ճանապարհով բա-

բեկավորված հողերում: Առանց բացառության, այդ միկրոօրգանիզմները հայտնաբերվել են ուսումնասիրության ենթարկված բոլոր հողերում (10—100 000 բջիջ 1 գ-ում): Սուլֆատների վերականգնման միկրոօրգանիզմական պրոցեսը ամենից ակտիվ դրսևորվում է թույլ աղակալած ճահճային և ալկալային հողերում, և հիմնականում պայմանավորված է այդ հողերում խոնավության և օրգանական նյութերի բարձր պարունակությամբ: Այդ պրոցեսը բավական թույլ է արտահայտված դաշտավայրի ուժեղ աղակալած և արկալիացած հողերում, որոնց բնորոշ է օրգանական նյութերի և խոնավության համեմատաբար փոքր պարունակությունը:

Պարզվել է նաև, որ ուսումնասիրվող աղակալած հողերից անջատված սուլֆատվերականզնող բակտերիաներն իրենց մի շարք մորֆոլոգիական և ֆիզիոլոգիական հատկանիշներով մոտ են *Vibrio desulfuricans* տեսակին: Մեր կողմից անջատված բակտերիաները բավական ակտիվ են սուլֆատների վերականգնման և միջավայրում ծծմբաջրածնի կուտակման գործում, ինչպես տարբեր սինթետիկ միջավայրերում (298 մգ/լ H_2S), այնպես էլ հողերում (2046 մգ/կգ H_2S) էներգետիկ նյութերի ավելացման դեպքում:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Буяновский Г. А. ДАН АзССР, 15, 10, 1959.
2. Вернер А. Р., Орловский Н. В. Почвоведение, 9, 1948.
3. Дударева Т. Е. Тр. биол. ин-та СО АН СССР, в. 9, 1962.
4. Маркосян Г. Е. Изв. АН СССР, сер. биол., 2, 1969.
5. Маркосян Г. Е. Докл. симпозиума по мелнор. почв. сол. засол., Ереван, 1969.
6. Мелиорация солонцов в СССР. Под ред. И. Н. Антипова-Карагаева. Изд. АН СССР, М., 1953.
7. Оганесян К. А. Автореферат дисс. канд. с/х наук, М., 1965.
8. Рубенчик Л. И. Сульфатредуцирующие бактерии. Изд. АН СССР, М.—Л., 1947.
9. Сорокин Ю. И. Тр. ин-та микробиологии АН СССР, в. II, 1952.
10. Читчян А. И. Сб. докл. Закавказск научн. сессии по крупномасштабн. почв. и агрохимии. Картир, Ереван, 1965.
11. Abde-el-Matek, Rizk S. G. Nature 182. 4634, 1958.
12. Starkey R. L. Soil. sci., 101, 4, 1966.
13. Whittig L. D., Sanitsky P. S. soil. sci., v. 14, 2, 1963.