

УДК 631.445.53:631.6

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЛОНЦОВЫХ ПОЧВ ПРИ ОРОШЕНИИ И ХИМИЧЕСКОЙ МЕЛИОРАЦИИ

Г. М. БАРАНЦЕВА, Н. П. ПАНОВ, Н. А. ГОНЧАРОВА

(Кафедра почвоведения)

В настоящее время имеются многочисленные данные об изменении физических, химических и физико-химических свойств солонцов в процессе их окультуривания. Однако все еще остается не изученным биологическое состояние данных почв при химической мелиорации. Интересными с этой точки зрения объектами являются 3-компонентные солонцовые комплексы, природное плодородие которых снижается от темноцветных почв микрозападин к зональным светло-каштановым солонцевато-солончаковым и далее к солончаковым солонцам. В указанном ряду полное отсутствие признаков засоления и солонцеватости характерно лишь для темноцветных почв микрозападин. Ориентируясь на уровень биологической активности этих почв, можно вплотную подойти к решению вопросов диагностики мелиоративного состояния солонцов по некоторым биохимическим и микробиологическим показателям. Принципиальная возможность такой диагностики отмечается многими авторами [1, 4, 9]. Интерес к исследованию биологических свойств почв 3-компонентных солонцовых комплексов обусловлен также немногочисленностью подобных работ и отсутствием сведений о ферментативной их активности [6, 8, 10, 11].

Нами изучалась микробиологическая и ферментативная активность целинных почв солонцового комплекса, а также орошаемых и мелиорируемых солонцов Заволжья.

### Объекты и методы исследований

Объектом исследования служили солонцовые целинные комплексы на территории земледельческого совхоза «Красный Октябрь» Палласовского района Волгоградской области, включающие солончаковые солонцы, зональные солонцевато-солончаковые светло-каштановые почвы и темноцветные почвы микрозападин. Данные об их основных физико-химических свойствах и механическом составе представлены в табл. 1. В Заволжье свыше половины площади комплексного почвенного покрова приходится на каштановые лугово-степные мелкие солончаковые солонцы, которые характеризуются высокой карбонатностью и сильной засоленностью подсолонцового горизонта. Тип засоления нейтральный хлоридно-сульфатный. По механическому составу солонцы тяжелосуглинистые крупнопылевато-иловатые. По содержанию обменного натрия в иллювиальном горизонте — средненатриевые (25—30 %). Опыты по химической мелиорации солонцов Заволжья проводились и на длительно орошаемых массивах. Солонцы, орошаемые в течение 10 лет дождеванием, перешли в разряд остаточнo-натриевых, содержание в них обменного натрия не превышает 10 % к сумме поглощенных катионов. В модельных опытах использованы также иллювиальные горизонты средненатриевых (28 %) и многонатриевых (42 %) солонцов.

В качестве мелиорантов применяли гипс, фосфогипс, пирит и  $H_2SO_4$ . Дозы ме-

лиорантов рассчитывали в зависимости от содержания обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе: для остаточнo-натриевых солонцов — по порогу коагуляции высокодисперсной фракции почвы, для средне- и многонатриевых солонцов — по обменному натрию. Кроме расчетных, применялись удвоенные и половинные дозы мелиорантов.

Полевой опыт 1 заложен на остаточнo-натриевых солонцах по схеме: 1-й вариант — контроль (фон 75N60P); 2-й и 3-й — гипс соответственно 7,5 и 15 т/га; 4-й и 5-й варианты —  $H_2SO_4$  соответственно 4,5 и 9,0 т/га. Схема полевого опыта 2, заложенного на целинном участке (солонцы средненатриевые): 1-й вариант — контроль; 2-й — гипс, 15 т/га; 3-й вариант —  $H_2SO_4$ , 9,0 т/га.

В модельном опыте 1 использован иллювиальный горизонт многонатриевого солонца. Схема опыта: 1-й вариант — контроль; 2, 3 и 4-й — фосфогипс соответственно 10, 20 и 40 т/га; 5, 6 и 7-й — пирит, 10, 20 и 40; 8, 9 и 10-й варианты —  $H_2SO_4$  соответственно 6, 12 и 24 т/га. В модельном опыте 2 использован иллювиальный горизонт средненатриевого солонца. Опыт заложен по схеме: 1-й вариант — контроль; 2, 3 и 4-й — гипс соответственно 5, 10 и 20 т/га; 5, 6 и 7-й — пирит, 5, 10 и 20; 8, 9 и 10-й варианты —  $H_2SO_4$  соответственно 3, 6 и 12 т/га.

В образцах целинных почв, а также в полевых и модельных опытах активность инвертазы (КФ 3.2.1.26) и каталазы (КФ 1.11.1.6) определяли по унифицированным методикам Галстяна [3]; содержание гумуса — экспресс-анализатором на углерод АН-7529; рН<sub>водн</sub> (1:5) — потенциометрически; рNa в пасте (1:1) — потенциометрически с применением ионселективного электрода марки ЭСЛ-51Г-04; плотный остаток водной вытяжки — гравиметрически: содержание обменного натрия в уксу-

но-аммонийной вытяжке — спектрофотометрически. В микробиологических исследованиях использовали методы посева почвенной суспензии на плотные питательные среды: мясо-пептонный агар (МПА), крахмало-аммиачный (КАА) и нитритный агар (НА). Учитывали общую численность и групповой состав микрофлоры: спорообразующих бактерий — на МПА, актиномицетов — на КАА. Математическая обработка данных осуществлялась методами вариационной статистики [5].

### Результаты исследований

Все исследуемые почвы, включая целинные солонцы, характеризуются довольно высокой микробиологической активностью (табл. 2).

В связи с аридным климатом и резкой сменой гидротермических условий в течение вегетационного периода высокая активность микробиологических процессов носит четко выраженный сезонный характер и приурочена к весенним месяцам, когда в почве имеются неразложившиеся растительные остатки, влажность ее достаточная, температура благоприятная и мало микробных токсинов. Пользуясь шкалой Д. Г. Звягинцева [7] для оценки обогащенности почв микроорганизмами, можно считать, что в периоды максимальной микробиологической деятельности количественный состав микрофлоры всех целинных почв богатый (на МПА 5—10 млн/г) и очень богатый (на КАА > 20 млн/г). Летом резко повышается температура и почва иссушается; после интенсивной весенней минерализации в ней отсутствуют легкодоступные органические соединения и накапливаются микробные токсины. В летний период микробиологические процессы в целинных почвах солонцового комплекса затухают и микрофлора почв становится бедной (1—2 млн/г) и очень бедной (< 1 млн/г). Следует отметить, что различия в общей биогенности почв солонцового комплекса Заволжья четко выражены лишь в периоды максимальной микробиологической активности (весной). В это время численность микроорганизмов наибольшая в самых плодородных почвах комплекса — темноцветных почвах микрозападин, наименьшая — в солонцах, зональные светло-каш-

Таблица 1

Физико-химические свойства и механический состав почв целинного солонцового комплекса

Глубина взятия образца, см	рН <sub>водн</sub>	Гумус по Тюрину, %	Емкость поглощения, мг-экв на 100 г	Обменный натрий		Содержание частиц, %	
				мг-экв на 100 г	% от емкости поглощения	< 0,001 мм	< 0,01 мм
Солонцы							
0—10	8,6	1,70	29,8	3,0	10,1	27,2	45,4
10—20	9,1	1,23	31,4	9,6	21,0	42,6	55,8
20—30	9,1	1,10	34,5	10,8	31,7	40,1	56,1
40—50	9,3	0,50	30,8	11,1	36,0	36,5	49,7
Светло-каштановые почвы							
0—10	7,5	3,65	30,2	0,8	2,6	28,3	47,8
10—20	7,9	2,96	32,7	1,1	3,4	35,8	53,6
20—30	8,1	2,38	35,4	1,7	4,8	37,9	54,7
30—40	8,3	1,77	32,8	2,6	7,9	36,6	52,6
40—50	8,6	1,23	28,5	3,1	10,8	32,1	48,9
Темноцветные почвы микрозападин							
0—10	6,7	6,24	40,6	Нет	Нет	32,3	53,7
10—20	7,6	4,05	37,9	»	»	37,8	59,8
20—30	7,0	3,62	36,1	0,4	1,1	39,3	58,7
30—40	7,2	2,50	34,7	0,6	1,7	40,6	58,3
40—50	8,0	1,98	32,5	0,5	1,5	40,9	58,6

Численность микроорганизмов в целинных почвах солонцового комплекса и орошаемых солонцах (мин/г; 1983 г.)

Горизонт, см	МПА			КАА		
	2/V	18/VIII	25/IX	2/V	18/VIII	25/IX
Солонцы						
A <sub>1</sub> , 0—6	13,78	0,91	1,80	17,55	0,79	1,19
B <sub>1</sub> , 6—28	0,99	0,76	0,39	4,51	1,25	1,23
B <sub>2</sub> , 28—58	0,36	0,15	0,30	5,28	0,08	0,06
BC, 58—90	0,08	0,02	0,09	1,73	0,06	0,02
C, 90—124	0	0	0,02	0	0	0
Светло-каштановые почвы						
A <sub>1</sub> , 0—23	4,20	1,42	0,76	8,76	2,80	0,99
B <sub>1</sub> , 23—30	9,24	0,54	0,50	28,84	1,90	1,20
B <sub>2</sub> , 30—47	3,51	0,75	0,17	5,46	1,86	0,62
B <sub>к</sub> , 47—90	5,07	0,16	0,12	6,37	0,70	0,60
C, 90—110	3,38	0,04	0,07	2,47	0,06	0
Темноцветные почвы микрозападин						
A <sub>1</sub> , 0—26	6,50	0,34	1,02	73,06	1,04	0,88
B <sub>1</sub> , 26—49	5,20	0,30	0,35	53,82	0,39	0,58
B <sub>2</sub> , 49—80	8,64	0,23	0,16	8,16	0,51	0,27
B <sub>к</sub> , 80—105	5,88	0,20	0,11	9,75	0,46	0,04
C, 105—120	5,50	0,06	0,04	—	—	0
Солонцы орошаемые						
A <sub>п</sub> , 0—30	—	—	2,97	—	—	4,19
B <sub>п</sub> , 30—59	—	—	0,60	—	—	1,53
BC, 59—91	—	—	0,40	—	—	0,35
C, 91—114	—	—	0,37	—	—	0,38

тановые почвы в данном случае занимают промежуточное положение (табл. 2).

Характерной особенностью биодинамики микрофлоры исследуемых целинных почв является увеличение относительного содержания спорообразующих бактерий и актиномицетов от весны к лету и осени (табл. 3), что связано с обогащением почв к концу лета более устойчивыми к воздействию микробов формами органических соединений. В этот период относительное содержание указанных групп микроорганизмов в составе микрофлоры может служить диагностическим показателем почвенных типов, так как оно закономерно повышается по

Таблица 3

Сезонная динамика группового состава микрофлоры в целинных почвах солонцового комплекса

Сезон	Всего микроорганизмов в профиле, млн/см <sup>2</sup>	Бактерии				Актиномицеты
		МПА	КАА	МПА+КАА	споровые	
		% к общему количеству				
Солонцы						
Весна	675,0	20,2	31,2	51,5	2,2	46,4
Лето	87,5	31,9	42,1	74,0	10,3	15,7
Осень	91,1	36,7	—	—	7,6	—
Светло-каштановые почвы						
Весна	1861,3	36,6	56,1	92,1	2,5	4,8
Лето	261,4	22,5	56,4	78,9	5,8	15,3
Осень	132,7	27,6	50,0	77,6	2,4	20,0
Темноцветные почвы микрозападин						
Весна	5661,5	18,7	77,4	96,2	0,9	3,0
Лето	124,6	25,0	39,7	64,7	6,4	28,9
Осень	111,2	33,0	27,0	60,0	15,1	24,9

Групповой состав микрофлоры целинных почв солонцового комплекса и орошаемых солонцов (с учетом сезонных изменений)

Горизонт, см	Групповой состав, % к сумме микроорганизмов					КАА МПА
	общей			на МПА, бациллы	на КАА, антиноми- цеты	
	бактерии* (МПА + КАА)	бациллы	актино- мицеты			
Солонцы						
A <sub>1</sub> , 0—6	76—82	2—11	12—16	7—22	17—30	0,9—4,5
B <sub>1</sub> , 6—28						
Светло-каштановые						
A <sub>1</sub> , 0—23	73—94	2—6	3—21	6—29	3—30	1,3—3,5
B <sub>1</sub> , 23—30						
Темноцветные почвы микрозападин						
A <sub>1</sub> , 0—26	47—92	1—23	7—48	17—43	1—63	0,9—11,0
Солонцы орошаемые						
A <sub>II</sub> , 0—30	89—93	1—2	4—9	5—8	6—14	1,0—2,0

\* Без учета спорообразующих форм.

мере увеличения плодородия почв в ряду: солонцы — зональные светло-каштановые — темноцветные почвы микрозападин (табл. 4) и составляет в последних половину суммы микроорганизмов, учитываемых на МПА и КАА (43—63 %), а в солонцах и зональных почвах — не превышает  $\frac{1}{3}$  (22—30 %). Весной вследствие активизации неспорообразующей микрофлоры развитие бацилл и актиномицетов сильно подавлено и диагностика почвенных типов по данным микробиологическим показателям затруднена.

Как свидетельствуют результаты микробиологических посевов почвенной суспензии на НА (табл. 5), в составе неспорообразующей

Таблица 5

Микрофлора целинных почв солонцового комплекса и орошаемых солонцов, учитываемая на НА (срок отбора образцов 2/V—83 г.)

Горизонт, см	Всего микро- организмов, млн/г	Мико- бактерии	Нокардии	Артро- бактер	Актино- мицеты	Прочие
Солонцы						
A <sub>1</sub> , 0—6	52,2	74,3	6,7	2,3	6,3	10,4
B <sub>1</sub> , 6—28	1,6	81,3	6,3	—	6,3	6,1
B <sub>2</sub> , 28—58	0,8	75,0	12,5	—	—	12,5
BC, 58—90	0,2	50,0	—	—	—	50,0
C, 90—124	0,6	83,3	—	16,7	—	—
Светло-каштановые почвы						
A <sub>1</sub> , 0—23	13,7	67,2	5,1	2,9	11,7	13,1
B <sub>1</sub> , 23—30	63,3	86,1	4,1	4,7	2,5	2,6
B <sub>2</sub> , 30—47	15,6	76,9	0,6	4,5	4,5	13,5
B <sub>K</sub> , 47—90	8,0	62,5	2,5	23,8	1,3	9,9
C, 90—110	7,8	82,1	—	8,9	—	9,0
Темноцветные почвы микрозападин						
A <sub>1</sub> , 0—26	5,8	55,2	34,5	1,7	1,7	6,9
B <sub>1</sub> , 26—49	3,6	30,6	61,1	2,8	—	5,5
B <sub>2</sub> , 49—80	7,7	77,9	6,5	—	—	15,6
B <sub>K</sub> , 80—105	2,7	74,1	25,9	—	—	—
Солонцы орошаемые						
A <sub>II</sub> , 0—30	7,2	56,9	4,2	4,2	22,2	12,5

Сезонная динамика активности инвертазы и каталазы в целинных почвах солонцового комплекса

Горизонт, см	Гумус по Тюрину, %	pH <sub>водн</sub>	pNa	Плотный остаток водной вытяжки, %	Инвертаза, мг глюкозы			Каталаза, см <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /мин		
					весна	лето	осень	весна	лето	осень
Солонцы										
A <sub>1</sub> , 0—6	1,7	8,0	2,7	0,08	7,8	12,9	14,5	10,1	2,3	3,5
B <sub>1</sub> , 6—28	1,1	8,9	1,3	1,11	0	4,5	5,2	8,9	3,9	7,7
B <sub>2</sub> , 28—58	0,5	8,8	0,9	2,46	0	0	1,6	3,0	2,4	4,4
BC, 58—90	—	9,0	1,0	2,48	0	0	1,6	1,2	0,5	0
C, 90—124	—	8,8	1,2	2,60	0	0	0,8	1,1	0	0
Светло-каштановые почвы										
A <sub>1</sub> , 0—23	3,3	7,4	2,7	0,11	11,7	32,9	29,7	13,0	4,2	7,4
B <sub>1</sub> , 23—30	2,4	7,7	2,5	0,10	0,8	21,2	6,9	6,2	4,9	5,5
B <sub>к</sub> , 47—90	—	9,3	1,5	0,25	0	0,8	3,4	1,5	4,1	2,3
C, 90—110	—	8,4	1,1	1,41	0	0	0	1,1	0	0,7
Темноцветные почвы микрозападин										
A <sub>1</sub> , 0—26	5,2	6,8	3,2	0,09	22,2	60,9	65,9	1,3	3,0	3,0
B <sub>1</sub> , 26—49	2,7	7,8	3,3	0,08	9,8	9,4	17,4	3,2	3,6	3,2
B <sub>2</sub> , 49—80	—	8,5	3,3	0,05	0,8	2,5	3,4	2,0	3,1	3,1
B <sub>к</sub> , 80—105	—	8,5	3,4	0,07	0	2,5	0	1,4	2,4	1,6
C, 105—120	—	8,3	3,3	0,05	0	0,8	0	0	1,7	1,6

микрофлоры солонцов и солонцеватых почв весной весьма многочисленны микобактерии. В темноцветных почвах микрозападин относительное содержание микобактерий в это время снижается, но заметно возрастает доля микроорганизмов рода *Nocardia* (до 35—60 % против 4—13 % в солонцах и светло-каштановых почвах). В целом состав микробных ценозов незасоленных и несолонцеватых почв 3-компонентного комплекса Заволжья очень разнообразен, отличается большой динамичностью микробиологических процессов, что выражается в широких колебаниях содержания отдельных групп микрофлоры по

Таблица 7

Некоторые статистические показатели ( $P=0,95$ ) активности ферментов в A<sub>1</sub> целинных почв солонцового комплекса и A<sub>п</sub> орошаемых солонцов (образцы отбирали осенью)

Показатель	Гумус, %	pH <sub>водн</sub>	pNa	Инвертаза, мг глюкозы	Каталаза, см <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /мин
Солонцы (n=10)					
M±tm	2,6±0,1	8,7±0,1	2,5±0,2	14,6±1,5	2,9±0,3
P, %	2,4	0,6	2,9	4,5	4,1
V, %	5,9	2,2	11,8	13,4	11,7
Светло-каштановые почвы (n=10)					
M±tm	4,2±0,5	7,5±0,1	2,9±0,1	27,7±2,3	8,1±0,9
P, %	4,1	0,7	0,7	3,9	5,2
V, %	11,2	3,1	7,3	17,3	22,4
Темноцветные почвы микрозападин (n=15)					
M±tm	7,2±1,1	6,7±0,1	3,2±0,1	68,4±0,5	3,9±0,5
P, %	4,9	0,4	1,3	6,5	5,6
V, %	14,7	1,6	4,3	24,2	20,5
Солонцы орошаемые (n=15)					
M±tm	2,7±0,2	7,7±0,1	2,5±0,1	11,0±1,2	2,6±0,2
P, %	2,6	0,7	0,9	5,3	4,3
V, %	6,7	2,5	3,5	20,6	16,7

сезонам года и свидетельствует о самом высоком среди почв комплекса природном плодородии темноцветных почв микрозападин (табл. 4 и 5).

Исследования показали, что при недостаточной для развития микроорганизмов влажности в почвах солонцового комплекса усиливается деятельность внеклеточных ферментов, поэтому во время засухи биохимические процессы не прекращаются и некоторые из них даже активизируются. Так, например, в динамике активности каталазы в почве установлен весенний максимум, совпадающий с таковым у микрофлоры, а в динамике активности инвертазы — летне-осенний максимум, приходящийся на засушливый период года (табл. 6).

Как видно из данных табл. 7, каждый почвенный тип солонцового комплекса Заволжья характеризуется определенной емкостью иммобилизованных ферментов. В соответствии с этим в каждом почвенном типе создаются различные уровни и соотношения активностей гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов. Согласно шкале Д. Г. Звягинцева [7], обогащенность целинных солонцов инвертазой низкая (5—15 мг глюкозы), зональных светло-каштановых почв — средняя (15—50 мг), а темноцветных почв микрозападин — высокая (50—150 мг глюкозы). Обогащенность каталазой целинных почв солонцового комплекса Заволжья низкая (1—3 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub>/мин) и средняя (3—10 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub>/мин). Активность каталазы в отличие от инвертазы не связана с уровнем природного плодородия почв. Наилучшие условия для иммобилизации и действия данного фермента складываются в зональных светло-каштановых почвах (табл. 7), что обусловлено более благоприятным составом поглощенных катионов, чем в солонцах, и более благоприятной для проявления активности каталазы реакцией среды, чем в темноцветных почвах микрозападин (табл. 1 и 7).

В целинных солонцах активность гидролитических ферментов вниз по профилю резко снижается, составляя в гумусово-элювиальном горизонте  $14,6 \pm 1,5$  мг глюкозы, а в иллювиальном — всего  $4,5 \pm 0,8$  мг глюкозы ( $n=18$ ).

Характер микробиологических и ферментативных процессов в пахотных солонцах орошаемых массивов (в период исследований орошение не производилось) по сравнению с таковым в целинных существенно изменяется. Обогащенность микроорганизмами пахотных солонцовых почв, как и целинных, изменяется от низкой до очень высокой, однако в отличие от последних не бывает очень низкой. Следует также отметить очень богатую микрофлору пахотных почв в периоды разложения в них корневого опада после уборки урожая сельскохозяйственных культур, что указывает на тесную взаимосвязь микробиологических процессов с жизненным циклом высшей растительности — мощным фактором, регулирующим численность микроорганизмов в почве.

Обогащенность пахотных орошаемых солонцов инвертазой низкая (5—15 мг глюкозы), приближающаяся к средней, а каталазой — низкая (1—3 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub>/мин) и средняя (3—10 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub>/мин). В целом уровень активности ферментов в этих почвах достаточно высокий и приближается к таковому в гумусовом горизонте целинных солонцов, что

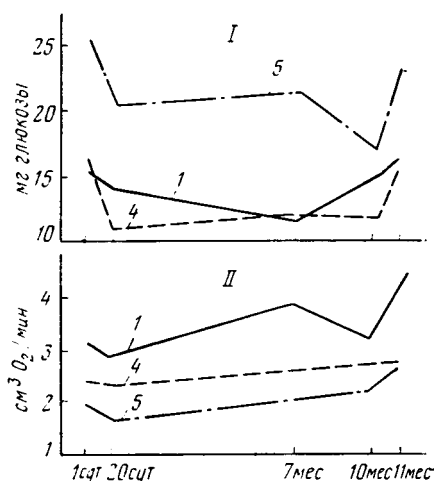


Рис. 1. Изменение активности инвертазы и каталазы в остаточно-натриевых солонцах при их мелиорации (полевой опыт 1).  
I — инвертаза; II — каталаза; 1, 4, 5 — варианты опыта.

Ферментативная активность солонцов при внесении химических мелиорантов ( $M \pm tm$ )

Вариант опыта	pH <sub>водн</sub>	pNa	Обменный натрий, мг. экв на 100 г	Плотный остаток, %	Инвертаза, мг глюкоза	Катализа, см <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /мин	Соотношение инвертазы и каталазы
Солонец остаточно-натриевый (полевой опыт 1, n=25). Без орошения							
1 (контроль)	7,7±0,1	2,6±0,1	0,8±0,1	0,07±0,02	12,7±1,6	3,7±0,2	3,4
2	7,7±0,1	2,5±0,1	0,6±0,1	0,14±0,08	12,7±1,5	2,3±0,2	5,5
3	7,7±0,1	2,4±0,1	0,6±0,1	0,18±0,05	12,8±1,1	2,5±0,2	5,1
4	7,7±0,3	2,4±0,1	0,6±0,1	0,14±0,04	12,8±1,4	2,6±0,2	4,9
5	6,8±0,2	2,3±0,1	0,5±0,1	0,16±0,05	24,1±1,7	2,0±0,2	12,1
Солонец средненатриевый (полевой опыт 2, n=10). Орошение							
1 (контроль)	9,0±0,1	1,6±0,1	5,0±0,5	0,33±0,09	6,1±1,0	5,7±0,3	1,1
2	8,2±0,1	1,5±0,1	2,4±0,7	0,79±0,24	7,5±1,2	5,8±0,3	1,3
3	6,8±0,5	1,3±0,1	2,7±0,9	0,83±0,23	12,1±1,7	2,7±0,5	4,5
Солонец многонатриевый (модельный опыт 1, n=3). Орошение							
1 (контроль)	8,8±0,1	1,5±0,1	12,7±0,3	2,15±0,42	0,4±0,1	4,3±0,5	0,1
2	8,8±0,1	1,5±0,1	10,8±0,8	1,40±0,12	1,7±0,3	4,4±0,1	0,4
3	8,4±0,1	1,4±0,1	9,2±0,8	0,49±0,18	4,3±0,6	4,3±0,1	1,0
4	7,9±0,2	1,3±0,1	7,5±0,1	1,08±0,08	4,4±0,3	3,6±0,3	1,2
5	8,7±0,1	1,5±0,1	12,6±1,1	2,26±0,13	3,9±0,6	3,7±0,1	1,1
6	8,4±0,1	1,5±0,1	11,9±0,9	1,51±0,37	4,4±0,8	3,8±0,1	1,2
7	7,6±0,2	1,4±0,1	10,3±0,1	0,72±0,03	6,5±0,9	3,4±0,2	1,9
8	7,5±0,2	1,4±0,1	11,3±0,3	0,71±0,15	5,6±1,1	3,7±0,2	1,5
9	6,7±0,2	1,3±0,1	9,2±0,7	0,65±0,18	7,9±1,2	3,1±0,2	2,5
10	5,1±0,3	1,2±0,2	5,9±1,5	1,09±0,37	6,0±0,1	1,8±0,5	3,3

свидетельствует об их окультуренности и невысоком содержании обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе (остаточные количества).

На основании результатов изучения активности инвертазы в целинных почвах солонцового комплекса (табл. 7) можно предположить, что при рассолении и рассолонцевании почвенного профиля в процессе мелиорации солонцов активность инвертазы будет возрастать. В ходе исследований было установлено, что химические мелиоранты приводят к изменению интенсивности и направленности ферментативных процессов не только вследствие удаления избыточного количества натрия и улучшения на этой основе всех свойств солонцовых почв, но и за счет собственного, непосредственного регулирующего воздействия. В большей степени это относится к мелиорантам кислотной природы (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и пириту), при внесении которых в почву заметно изменяется реакция среды. Подкисляя почвенный раствор, химические мелиоранты улучшают условия иммобилизации и значительно увеличивают активность инвертазы (оптимум действия инвертазы находится в кислом и нейтральном интервалах pH) и, наоборот, ухудшают условия иммобилизации и снижают активность каталазы, поскольку оптимум действия каталазы находится в щелочном интервале pH. Активность ферментов после внесения мелиорантов, подкисляющих почвенный раствор, изменяется в первые же сутки и в течение длительного периода сохраняется на том же уровне (рис. 1), несмотря на то, что значение реакции среды к концу срока наблюдения приближалось к первоначальному (pH 7,3±0,7 при внесении 9 т/га H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, в контроле pH 7,9±0,3).

Следует отметить, что изменения активности ферментов, вызываемые действием мелиорантов, весьма существенные, что указывает на





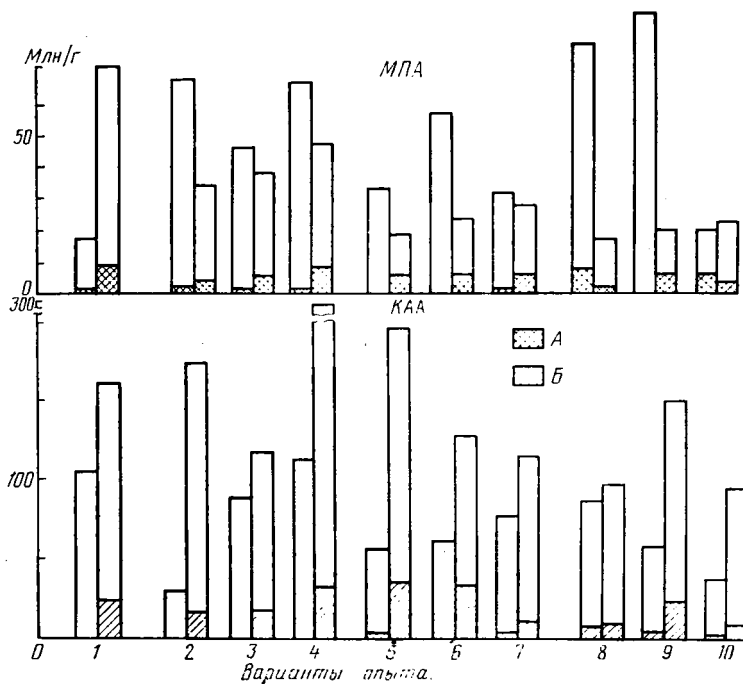


Рис. 3. Изменение численности (млн/г) и состава микроорганизмов на МПА и КАА в средненатриевом солонце при внесении мелиорантов (модельный опыт 2).

А — спорообразующие бактерии; Б — актиномицеты. Первый столбец в каждом варианте — срок взаимодействия мелиорантов с почвой 3 мес, второй столбец — 10 мес.

Наряду с активизацией микрофлоры, участвующей в мобилизации неорганического почвенного азота, увеличивается численность актиномицетов (рис. 3).

Таким образом, влияние химических мелиорантов на микрофлору солонцов заключается в перегруппировке микробных ценозов и появлении в них таких активных форм, как спорообразующие бактерии и актиномицеты. Указанные группы микроорганизмов, как известно, обладают более мощным ферментативным аппаратом, чем другие представители почвенной микрофлоры. Увеличение численности спорообразующих бактерий и актиномицетов свидетельствует об окультуривании солонцов и улучшении их свойств в процессе мелиорации, поскольку активное развитие данных групп микроорганизмов характерно для самых плодородных почв солонцовых комплексов темноцветных почв микрозападин.

### Выводы

1. Изучение биологических свойств целинных почв 3-компонентного солонцового комплекса Заволжья показало, что для каждого типа почвы характерен определенный уровень интенсивности микробиологических и ферментативных процессов. Биологические свойства почв солонцового комплекса постепенно ухудшаются в ряду: темноцветные почвы микрозападин — зональные светло-каштановые солончато-солончаковатые и солончаковые солонцы.

Биологическая активность пахотных солончаковых солонцов Заволжья определяется степенью окультуренности почвы и может быть существенно повышена за счет применения кальций- и кислотосодержащих химических мелиорантов.

2. Солончаковые солонцы Заволжья очень отзывчивы на мелиоративное воздействие (внесение гипса, фосфогипса, пирита и  $H_2SO_4$ ), что проявляется в улучшении в короткие сроки микробиологических и биохимических показателей: в составе микробных ценозов увеличи-

ваются абсолютное и относительное содержание спорообразующих бактерий и актиномицетов, возрастает активность инвертазы, снижается активность каталазы. По этим показателям они приближаются к плодородным темноцветным почвам микрозападин.

3. Полученные данные позволяют предположить возможность тестирования мелиоративного эффекта по некоторым микробиологическим (относительное содержание в составе микрофлоры бацилл и актиномицетов) и биохимическим (активность инвертазы) показателям. Однако при диагностике мелиоративного состояния солонцов по активности инвертазы следует учитывать, что ее активность в значительной степени увеличивается в результате подкисляющего действия данных мелиорантов. Это затрудняет тестирование мелиоративного эффекта в начальный период мелиорации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамян С. А., Оганесян С. А., Баграмян А. Н., Галстян А. Ш. О ферментативной активности мелиорированных солонцов — солончаков Араратской равнины. — Биол. журн. Армении, 1978, т. 31. № 10, с. 1025—1030. — 2. Галстян А. Ш. К оценке степени плодородия почвы ферментативными реакциями. — В сб.: Микроорганизмы в сельск. хоз-ве. М.: Изд-во МГУ, 1963, с. 327—335. — 3. Галстян А. Ш. Унификация методов определения ферментативной активности почв. — Почвоведение, 1978, № 2, с. 107—114. — 4. Галстян А. Ш. Итоги изучения биологической активности почв. — В сб.: Итоги науч.-исслед. работ по генезису, биохимии, мелиорации, агрохимии и эрозии почв. Ереван: Изд-во Айастан, 1983, с. 50—66. — 5. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. — М.: Изд-во МГУ, 1972. — 6. Ефремова Т. Н. Изучение жизнедеятельности почвенных микроорганизмов в условиях полупустыни. — Авто-  
реф. канд. дис. Л., 1978. — 7. Звягинцев Д. Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей. — Почвоведение, 1978, № 6, с. 48—54. — 8. Кудрина Е. С. Микробиологическая характеристика почв Аршань-Зельменского стационара. — Тр. ин-та леса, 1955, т. 28, с. 195—208. — 9. Михновская А. Д., Сулова Л. А. Об использовании микробиологических показателей для характеристики галогенных почв. — В сб.: Новые методы исследования почв солонцовых комплексов. М.: ВАСХНИЛ, 1982, с. 43—47. — 10. Непомилуев В. Ф., Мкртумян Н. Н. Микрофлора почв сухостепной зоны юго-востока европейской части СССР. — Изв. ТСХА, 1973, вып. 1, с. 130—137. — 11. Рыбалкина А. В., Кононенко Е. В. Активная микрофлора почв. — В кн.: Микрофлора почв европейской части СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1957, с. 174—247.

*Статья поступила 20 сентября 1985 г.*

#### SUMMARY

Some features of microbiological and fermentation activity of the trans-Volga solonetz virgin land complex soils were examined; as a result several data confirming the possibility of testing the land-reclaiming effect according to some microbiological and biochemical indices are given in this work.