

О ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ МЕЛИОРИРОВАННЫХ
СОЛОНЦОВ-СОЛОНЧАКОВ АРАРАТСКОЙ РАВНИНЫ

С. А. АБРАМЯН, А. С. ОГАНЕСЯН, А. Н. БАГРАМЯН, А. Ш. ГАЛСТЯН

Изучалась ферментативная активность солонцов-солончаков при их освоении. Выявлены закономерности действия ферментов в зависимости от изменения реакции среды, содержания солей, состава обменных катионов почвенного поглощающего комплекса. Активность ферментов можно использовать в качестве диагностического показателя мелниорированности солонцов-солончаков при их освоении.

Гидроморфные солонцы-солончаки распространены в зоне лугово-бурых орошаемых почв Араратской равнины и занимают площадь около 30 тыс. га. Освоение этих почв имеет большое народнохозяйственное значение для нашей республики. В мелиоративном отношении этот объект сложный и трудный, что обусловлено почвенно-гидрологическими условиями и особенно содовым характером засоления почв и грунтов [1—6]. Для освоения засоленных почв Араратской равнины Институт почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР на основании результатов изучения их генетических особенностей разработал метод химической и опреснительной мелиорации (серной кислотой или железным купоросом), который успешно применяется на практике и дает положительные результаты [5—12].

Освоение солонцов-солончаков многоэтапный и сложный процесс, зависящий от ряда факторов: соблюдения технологии мелиорации, действующих дренажных систем и агротехники возделываемых сельскохозяйственных культур [7, 10—12]. Поэтому при освоении засоленных почв возникает необходимость периодически диагностировать их мелиоративное состояние и направленность почвообразовательного процесса. Для этой цели наряду с другими методами может быть использован метод ферментативных реакций [13].

В настоящей работе была поставлена задача изучить ферментативную активность солонцов-солончаков при их освоении, выявить закономерности действия ферментов в зависимости от изменения свойств почв, в частности состава обменных катионов почвенного поглощающего комплекса, возможность диагностирования мелиорированности почвы по активности ферментов.

Материал и методика. Исследования проводились на солонцах-солончаках при их освоении (Ерасхаунская ОМС Института почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР)

и для сравнения—на зональных лугово-бурых орошаемых почвах (с. Айкаван. Октябрьский район), занятых под люцерной. Образцы мелнирванной почвы отбирались буром постойно, через каждые 25 см до метровой глубины, а лугово-бурую орошаемой—по генетическим горизонтам. Одновременно из пахотного слоя различных участков изучаемых почв отбиралось 10—20 образцов для статистической обработки данных.

Почвенные образцы высушивались при комнатной температуре в тени, очищались от корней и камней, просеивались через сито с диаметром отверстий 0,25 мм. Ферментативная активность определялась унифицированными методами [14]. Активность инвертазы выражалась в мг глюкозы, уреазы—мг NH_3 на 1 г почвы за сутки, фосфатазы—мг P на 100 г почвы за 30 мин, дегидрогеназы—мг трифенилформазана (ТФФ) на 10 г почвы за сутки, АТФазы—мг P на 100 г почвы за час, каталазы— $\text{см}^3 \text{O}_2$ на 1 г почвы за мин. Гумус определялся по Тюрину, рН—потенциометрически [15]. Поглощенные катионы— Ca^{2+} и Mg^{2+} —по Иванову [16], Na^+ , K^+ —по Анапину [17].

Результаты и обсуждение. Ранними исследованиями Галстяна [13] было установлено, что гидроморфные солонцы-солончаки характеризуются очень низкой ферментативной активностью. В содовом солонце-солончаке активность многих гидролитических ферментов не обнаруживается (табл. 1). Внеклеточные гидролазы в засоленных

Таблица 1

Ферментативная активность солонцов-солончаков до и после мелнирации
и лугово-бурой орошаемой почвы

Почва, № разреза	Глубина, см	Гумус, %		рН, H_2O	Инвертаза, мг глюкозы	Фосфатаза, мг P	Уреаза, мг NH_3	АТФаза, мг P	Дегидрогеназы, мг ТФФ	Каталаза, $\text{см}^3 \text{O}_2$
		Гумус, %	Сумма солей, %							
Немелнирванная 456	0—25	0,5	3,79	10,2	0,0	0,0	0,1	3,4	0,2	1,0
	25—50	0,4	2,21	10,1	0,0	0,0	0,2	0,5	0,3	2,0
	50—75	0,3	2,31	9,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	1,4
	75—100	0,3	1,21	9,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	1,6
Мелнирванная 1974 г. 458	0—25	0,8	0,08	7,9	5,1	0,3	1,0	4,0	2,3	4,1
	25—50	0,4	0,07	8,0	0,8	0,2	1,0	1,4	0,3	2,9
	50—75	0,3	0,07	7,9	0,0	0,1	0,5	0,8	0,5	1,6
	75—100	0,3	0,09	7,9	0,0	0,0	0,5	0,3	0,4	1,8
Мелнирванная 1968 г. 457	0—25	1,3	0,25	7,6	13,6	0,8	1,0	6,3	3,1	5,6
	25—50	0,9	0,11	7,7	2,1	0,5	1,0	2,4	2,0	3,4
	50—75	0,7	0,15	7,9	1,4	0,2	0,5	1,0	1,2	2,9
	75—100	0,3	0,14	8,2	0,7	0,0	0,5	1,2	0,8	2,2
Лугово-бурая орошаемая, с. Айкаван 468	A _n 0—30	2,1	0,13	8,1	23,0	3,4	2,8	4,8	12,0	13,8
	B ₁ 30—52	1,7	0,11	8,2	12,8	2,8	2,1	2,7	9,8	10,8
	B ₂ 52—74	1,1	0,12	8,2	6,5	1,6	1,4	2,0	7,7	7,2
	B ₃ 74—98	1,0	0,11	8,3	3,6	0,9	0,8	1,8	3,9	5,4
	B ₄ C 98—120	0,9	0,11	8,3	1,4	0,6	0,5	2,2	1,8	1,6

почвах быстро инактивируются под влиянием высокой щелочности и значительного количества растворимых солей (разрез 456). Высокая насыщенность почвенного поглощающего комплекса натрием, достигающая 80% суммы обменных катионов, препятствует иммобилизации ферментов почвой, ибо кислотные центры, связывающие молекулы ферментов, заняты этим катионом. Ферменты, оптимум рН действия которых находится в кислом интервале, в солонцах-солончаках не им-

мобилизуются. Каталаза, АТФаза и дегидрогеназы, оптимум рН которых находится в щелочном интервале, иммобилизуются очень слабо.

После химической и опреснительной мелиорации при сельскохозяйственном освоении солонцов-солончаков наблюдается повышение их биологической активности [10—13]. Накопление ферментов и повышение их активности происходит по профилю почвы (разрез 457).

Как известно, при химической и опреснительной мелиорации необходимо обеспечить полное рассоление почвы с доведением содержания солей до уровня их в практически незасоленных зональных лугово-бурых орошаемых почвах Араратской равнины (разрез 468), где поглощенный натрий составляет менее 2 мэкв на 100 г почвы (табл. 2).

Таблица 2

Состав поглощенных оснований солонцов-солончаков до и после мелиорации и лугово-бурой орошаемой почвы

Почва, № разреза	Глубина, см	Мэкв/100 г					% от суммы			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Сумма	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
Немелиорированная 456	0—25	2,0	1,5	1,4	12,6	17,5	11,4	8,6	8,0	72,0
	25—50	3,5	1,0	0,7	15,2	20,4	17,2	4,9	3,4	74,5
	50—75	4,5	2,5	0,7	11,5	19,2	23,4	13,0	3,7	59,9
	75—100	6,0	8,5	0,3	5,7	20,5	29,3	41,4	1,5	27,8
Мелиорированная, 1974 г. 458	0—25	11,0	6,0	0,7	0,5	18,2	60,4	33,0	3,9	2,7
	25—50	9,0	4,5	0,4	0,5	14,4	62,5	31,2	2,8	3,5
	50—75	8,5	5,0	0,4	0,5	14,4	59,0	34,7	2,8	3,5
	75—100	9,5	7,5	0,4	0,3	17,7	53,7	42,4	2,2	1,7
Мелиорированная, 1968 г. 457	0—25	16,5	9,3	1,1	2,6	29,5	56,0	31,5	3,7	8,8
	25—50	11,5	11,2	1,0	1,9	25,6	44,9	43,8	3,9	7,4
	50—75	14,5	10,8	0,7	1,3	27,3	53,1	39,5	2,6	4,8
	75—100	8,5	13,2	0,4	0,3	22,4	38,0	58,9	1,8	1,3
Лугово-бурая орошаемая, с. Ай-каван 468	A 0—30	21,4	8,8	1,5	1,4	33,1	64,7	26,6	4,5	4,2
	B ₁ 30—52	20,1	9,4	1,3	1,0	31,8	63,2	29,6	4,1	3,1
	B ₂ 52—74	18,4	7,5	0,9	1,2	28,0	65,7	26,8	3,2	4,3
	B ₃ 74—98	19,6	8,2	0,8	1,5	30,1	65,1	27,2	2,7	5,0
	B ₄ C 98—120	17,8	10,0	0,3	2,4	30,5	58,4	32,8	0,9	7,9

Эти почвы биологически активны, по всему профилю обнаруживается интенсивное действие изучаемых ферментов, свидетельствующее о высокой окультуренности. После химической и опреснительной мелиорации содержание солей, рН среды и поглощенный натрий снизились до уровня этих показателей в лугово-бурых орошаемых почвах. Почвенный поглощающий комплекс мелиорированных почв по сравнению с немелиорированными насыщен обменным кальцием и магнием, содержание калия существенных изменений не претерпевает.

Опыты показали, что иммобилизация ферментов в мелиорированных почвах зависит от срока их сельскохозяйственного освоения и чередования возделываемых культур. Для освоения этих почв, их окультуривания наиболее эффективной культурой-освоителем является люцерна, которая способствует накоплению органического вещества, микрофлоры и ферментов, улучшению водно-физических свойств благода-

ря оструктуривающей и агрегирующей способности [5, 7, 10, 12]. За пять лет сельскохозяйственного освоения после химической мелиорации солонцов-солончаков активность инвертазы по сравнению с исходной (0) составила 5,1, за десять лет—13,6 мг глюкозы на 1 г почвы.

В мелиорированных почвах снижение количества поглощенного натрия до уровня его в лугово-бурых орошаемых способствует иммобилизации ферментов и распространению их действия до метровой глубины, что является характерным показателем окультуривания. Если при химической мелиорации не достигается полное опреснение почвы, то это выражается в активности ферментов (табл. 3). В недомелиориро-

Таблица 3
Ферментативная активность мелиорированных почв

Почва, № разреза	Глубина, см	Гумус, %	Сумма со- лей, %	pH, H ₂ O	Инвертаза, мг глюко- зы	Фосфатаза, мг P	Уреаза, мг NH ₃	АТФаза, мг P	Дегидроге- назы, мг ТФФ	Каталаза, см ³ O ₂
Недомелиори- рованная, 480	0—25	0,7	0,6	9,0	0,0	0,0	0,9	3,6	3,1	1,5
	25—50	0,4	0,6	9,8	0,0	0,0	0,6	0,7	2,0	1,6
	50—75	0,4	0,5	9,8	0,0	0,0	0,3	0,8	1,2	1,1
	75—100	0,3	0,5	9,7	0,0	0,0	0,1	0,9	0,8	1,2
Слабомелиори- рованная, 475	0—25	0,8	0,6	8,4	3,9	0,2	0,6	3,9	0,6	2,9
	25—50	0,4	0,2	8,8	0,0	0,6	0,2	2,5	0,6	2,1
	50—75	0,3	0,3	9,1	0,0	0,1	0,1	0,4	0,5	2,0
	75—100	0,4	0,4	9,3	0,0	0,1	0,0	1,9	0,5	2,0
Мелиорирова- ная, 464	0—25	1,2	0,1	8,0	11,7	0,8	1,7	6,0	3,2	6,3
	25—50	0,7	0,1	8,0	2,4	0,2	1,5	2,5	0,9	3,1
	50—75	0,4	0,1	8,2	1,0	0,1	1,3	1,2	0,5	3,0
	75—100	0,3	0,1	8,3	0,7	0,1	0,8	1,4	0,3	0,2

ванной почве с содержанием поглощенного натрия в верхнем слое 45% от суммы обменных катионов, а в метровом слое—в среднем 63,4% за пять лет освоения иммобилизации не произошло, и эта почва почти не отличается от исходного солонца-солончака (табл. 4). На участке этого же года освоения, где в верхнем слое поглощенный натрий составлял 7,7% (разрез 475), активность инвертазы—3,9 мг, но по профилю почв она не распространилась, так как поглощенный натрий в метровом слое в среднем составлял 20,8%, почва недомелиорирована. Иная картина отмечалась на мелиорированных почвах, где поглощенный натрий от суммы обменных катионов в метровом слое в среднем составлял 4,6%. Здесь наблюдалась значительная иммобилизация ферментов по их профилю (разрез 464).

В результате недомелиорированности почвы создается пестрота биологической активности. Варьирование активности инвертазы доходит до 55%, а поглощенного натрия—36,8%. На мелиорированной почве коэффициент вариации сравнительно низкий—31,8%, однако биологическая активность этих почв на данном этапе сельскохозяйственного освоения еще не достигла уровня однородности лугово-бурых орошаемых почв, где V=7--14% (табл. 5). Следовательно, на основании

Состав поглощенных оснований мелпорирированных почв

Почва, № разреза	Глубина, см	Мэкв, 100 г					% от суммы			
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Сумма	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
Недомелиори- рованная, 440	0-25	9,0	3,0	0,7	10,5	23,2	38,8	12,9	3,0	45,3
	25-50	5,0	0,5	0,4	13,4	19,3	25,9	2,6	2,1	69,4
	50-75	4,0	1,5	0,4	12,4	18,3	21,8	8,2	2,2	67,8
	75-100	4,5	1,5	0,4	15,8	22,2	20,3	6,7	1,8	71,2
Слабомели- оририро- ванная, 475	0-25	12,0	6,6	0,6	1,6	20,8	57,7	31,7	2,9	7,7
	25-50	16,3	6,4	0,7	3,1	26,5	61,5	24,2	2,6	11,7
	50-75	11,3	6,9	0,8	6,5	25,5	44,3	27,1	3,1	25,5
	75-100	11,2	8,9	0,8	12,1	33,0	33,9	27,0	2,4	36,7
Мелиорири- рованная, 464	0-25	13,5	9,0	1,1	2,2	25,8	52,3	34,9	4,3	8,5
	25-50	14,5	13,0	0,7	2,0	30,2	48,0	43,1	2,3	6,6
	50-75	13,5	12,0	0,4	0,4	26,3	51,3	45,7	1,5	1,5
	75-100	8,5	8,0	0,4	0,3	17,2	49,4	46,5	2,3	1,8

Таблица 5

Варьирование активности ферментов в мелпорирированных солонцах-солончаках и лугово-бурой орошаемой почве (n=20)

Показатели	Мелиорирированная			Лугово-бурая орошаемая		
	M±m	V	P	M±m	V	P
Инвертаза	5,3 0,5	31,8	9,4	22,2 0,6	8,6	2,7
Каталаза	5,0 0,5	33,0	10,0	13,3 0,3	7,5	2,3
Фосфатаза	0,8 0,06	26,0	7,5	3,7 0,2	14,1	5,4
Уреаза	1,0 -0,1	45,0	14,0	2,9 0,1	11,0	3,4
Дегидрогеназы	3,0 0,3	29,0	9,0	12,3 0,5	13,8	4,1
АТФаза	4,8 0,3	25,0	5,2	5,2 0,2	14,2	4,4

определения активности ферментов можно прогнозировать направление почвообразовательного процесса при освоении солонцов-солончаков.

Исследования показали, что общая каталитическая способность мелпорирированных почв, установленная по реакции разложения перекиси водорода, по сравнению с немелиорирированной почвой возрастает (табл. 6). На данном этапе сельскохозяйственного освоения она еще не приобрела полноты катализа лугово-бурых орошаемых почв. Характерным показателем окультуривания мелпорирированных почв является соотношение биологических и неорганических катализаторов. В солонцах-солончаках оно составляет 0,2, а в мелпорирированных—больше единицы, что приближает их к зональным лугово-бурым орошаемым почвам. Однако различие в каталитических свойствах почв характеризует степень их биологической активности.

Таким образом, сравнительное изучение ферментативной активности гидроморфных солонцов-солончаков до и после химической и опрес-

Каталитическая способность солонцов-солончаков до и после мелиорации
и лугово-бурой орошаемой почвы

Почва	Каталитическое свойство	O ₂ см ³ /мин		Соотношение каталитических свойств	
		0,5	1,0	биологическое	биологическое
				общее	неорганическое
Немелиорированная	общее неорганическое биологическое	3,9	5,9	0,17	0,20
		3,3	4,9		
		0,6	1,0		
Недомелиорированная	общее неорганическое биологическое	3,9	6,7	0,43	0,76
		2,4	3,8		
		1,5	2,9		
Мелиорированная	общее неорганическое биологическое	6,1	10,6	0,59	1,46
		2,8	4,3		
		3,3	6,3		
Лугово-бурая орошаемая	общее неорганическое биологическое	12,1	23,0	0,60	1,55
		7,3	9,0		
		4,8	14,0		

нительной мелиорации в различные периоды их освоения, а также зональных лугово-бурых орошаемых почв Араратской равнины позволило выявить закономерности действия ферментов в зависимости от изменения свойств почвы. Активность ферментов и их иммобилизация в почве в значительной степени зависят от реакции среды, состава поглощенных катионов. В этом отношении содержание поглощенного натрия имеет решающее значение, так как высокая доля его токсична и препятствует иммобилизации ферментов почвой. Наиболее оптимальные условия для действия почвенных ферментов создаются при содержании поглощенного натрия менее 5% от суммы обменных катионов и активной реакции среды не выше pH 8,3. При повышении реакции среды и доли натрия в поглощающем комплексе происходят осолонцевание почвы [18], снижение ферментов и уровня их иммобилизации.

Действие ферментов характеризует биологическую активность мелиорированных почв. После химической и опреснительной мелиорации солонцов-солончаков происходит изменение направленности почвообразовательного процесса в сторону формирования зональных лугово-бурых орошаемых почв. Активность ферментов и каталитические свойства почвы можно использовать в качестве диагностического показателя мелиорированности солонцов-солончаков при их освоении.

ՄԵԼԻՈՐԱՑՎԱԾ ԱՂՈՒՏ-ԱԼԿԱԼԻ ՀՈՂԵՐԻ ՖԵՐՄԵՆՏԱՑԻՆ
ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ս. Ա. ԱԲՐԱՀԱՄՅԱՆ, Ա. Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ, Ա. Ն. ԲՕՂՐԱՄՅԱՆ,
Ա. Շ. ԳԱԼՍՏՅԱՆ

Ուսումնասիրվել է իրացվող աղուտ-ալկալի հողերի կենսաբանական ակտիվությունը: Բնական վիճակում այդ հողերի կենսաբանական ակտիվությունը շատ ցածր է, որը քիմիական մելիորացումից հետո՝ գյուղատնտեսական իրացման ընթացքում բարձրանում է: Հողում ֆերմենտների ակտիվությունը կախված է կլանված նատրիումի պարունակությունից և հիմնայնության աստիճանից: Հողի կլանող կոմպլեքսում նատրիումի բարձր պարունակությունը ֆերմենտների ակտիվությունը ճնշում է և չի նպաստում նրանց կլանմանը: Այս պրոցեսների համար բարենպաստ պայմանները ստեղծվում են այն դեպքում, երբ կլանված հիմքերի կազմում նատրիումի պարունակությունը 50% -ից չի գերազանցում: Ֆերմենտների ակտիվությունը կարելի է դիտել որպես աղուտ-ալկալի հողերի մելիորացվածության աստիճանը ախտորոշող ցուցանիշ:

ON THE FERMENTATIVE ACTIVITY OF AMELIORATED
SOLONETZ-SOLONCHAKS

S. A. ABRAHAMIAN, A. S. OGANESSIAN, A. N. BAGRAMIAN,
A. Sh. GALSTIAN

The fermentative activity of solonetz-solonchaks has been investigated during their reclamation. Regularities of fermentative activity depending on the changes of the medium reaction, total amount of salts and composition of exchangeable bases have been evaluated. The fermentative activity can be used as a diagnostic index for the reclaimed soils.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Агабабян В. Г., Рафаэлян А. С. Тр. Ин-та почвоведения и агрохимии МСХ Арм ССР, 2, Ереван, 1963.
2. Оганесян К. А. Тр. Ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, 2, Ереван, 1963.
3. Оганесян К. А. Мат-лы Междунар. симп. по мелиорации почв содового засоления, Ереван, 1971.
4. Погосов П. С. Тр. Ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, 2, Ереван, 1963.
5. Петросян Г. П., Читчян А. И. Мат-лы Междунар. симп. по мелиорации почв содового засоления, Ереван, 1971.
6. Карпель А. Л. Орошение и мелиорация почв. М., 1977.
7. Инструкция по освоению содовых засоленных почв Араратской равнины Армянской ССР, Ереван, 1977.
8. Агабабян В. Г. Тр. Ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, 3, Ереван, 1967.
9. Пирузян С. С. Тр. Ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, 3, Ереван, 1967.
10. Петросян Г. П., Хачикян Л. А., Биологический журнал Армении, 23, 1, 1970.
11. Петросян Г. П., Хачикян Л. А. Изв. с/х науки МСХ АрмССР, 6, 1970.

12. Петросян Г. П., Хачикян Л. А., Саакян Э. Г. Известия с/х науки МСХ АрмССР, 9, 1971.
13. Галстян А. Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван, 1974.
14. Галстян А. Ш. Почвоведение. 2, 1978.
15. Агрохимические методы исследования почв. М., 1975.
16. Иванов Д. В. Азербайджанская центральная сельскохозяйственная опытная и селекционная станция им. Орджоникидзе. Агрохимический отдел. Тбилиси, 1928.
17. Ачанян Г. Т., Гукасян К. Г. Тр. Ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР 4, Ереван, 1968.
18. Меллорація солончаков в СССР. М., 1953.