

## ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ОСНОВНОСТИ

С. А. АБРАМЯН

Выявлена взаимосвязь между активностью ферментов, степенью основности, ее природой и содержанием обменного натрия в насыщенных основаниями почвах. Предложена градация уровня биологической активности почв в зависимости от содержания обменного натрия.

Изучение ферментативной активности почв имеет важное значение для познания биохимических основ процесса почвообразования, формирования их плодородия и оценки биологической активности [1, 6, 7, 10, 12—15]. Для биодиагностики и индикации различных генетических типов и низких таксономических единиц почв по активности ферментов необходимо выяснить особенности их действия, связь с основными свойствами почв и установить градации активности.

Настоящая работа посвящена изучению ферментативной активности насыщенных основаниями почв в зависимости от их основности, ее природы и состава поглощенных катионов.

*Материал и методика.* Исследования проводились на черноземах, каштановых, лугово-бурых орошаемых, бурых полупустынных, пойменно-луговых почвах, солонцах-солончаках и их мелнированных вариантах. Активность ферментов определялась унифицированными методами [5]. Активность инвертазы выражалась в мг глюкозы на 1 г почвы за сутки, фосфатазы—мг Р на 100 г почвы за 30 мин, уреазы—мг  $\text{NH}_3$  на 1 г почвы за сутки, АТФазы—мг Р на 100 г почвы за час, дегидрогеназы—мг трифенилформазана (ТФФ) на 100 г почвы за сутки, каталазы— $\text{cm}^3 \text{O}_2$  на 1 г почвы за минуту. Поглощенные основания—кальций, магний—в бескарбонатных почвах определялись по Шолленбергеру, в карбонатных по Иванову; калий, натрий—по Масловой. Гумус—по Тюрину, рН—потенциометрически [2, 5].

*Результаты и обсуждение.* Состав и соотношение поглощенных катионов относятся к числу основных факторов, определяющих процесс иммобилизации ферментов почвой. В насыщенных основаниями почвах—черноземах, каштановых, лугово-бурых орошаемых, пойменных—создаются благоприятные условия для иммобилизации ферментов и их действия. Это связано с условиями почвообразования, приводящими к формированию почв с определенным соотношением обменных оснований: кальций—60—80% от суммы, магний—10—30, калий—2—5, натрий—до 5%. Почвы, имеющие такой состав, в пределах тила, отличаются значительной биологической активностью (табл. 1). Среди насы-

Таблица 1

Ферментативная активность насыщенных оснований почв

Почва, место, № разреза	Горизонт, см	Гумус, %	pH, H <sub>2</sub> O	Инвертаза, мг глюкозы	Фосфатаза, мг P	Уреаза, мг NH <sub>3</sub>	ATФаза, мг P	Дегидроге- назы, мг TФФ	Каталаза, см <sup>3</sup> O <sub>2</sub>
Чернозем выше- лочный, Се- ванский р-он 494	A <sub>1</sub> 0—12	11,6	6,6	74,6	14,6	8,8	20,7	16,8	6,4
	A 12—28	8,0	6,6	39,8	10,6	4,3	8,9	6,6	4,0
	B <sub>1</sub> 28—46	4,6	6,8	26,4	8,4	2,0	2,2	2,8	2,0
	B <sub>2</sub> 46—68	3,0	7,2	18,6	5,2	0,8	1,8	1,0	1,5
	BC 68—87	1,4	8,0	8,6	2,4	0,0	2,0	0,4	1,3
	C 87—115	0,9	8,2	2,8	0,0	0,0	0,8	0,1	0,4
Темно-каштановая, Абовянский р-он 493	A 0—16	3,4	8,2	36,4	7,8	3,8	6,2	8,3	7,0
	B <sub>1</sub> 16—34	2,3	8,1	22,0	5,4	2,8	4,0	6,2	5,4
	B <sub>2</sub> 34—62	1,8	8,3	12,8	3,0	1,3	2,4	1,3	3,1
	BC 62—80	1,2	8,4	4,0	1,6	1,0	1,8	0,6	2,0
	C 80—100	0,5	8,4	1,2	0,6	0,3	1,9	0,4	1,1
Буряя полупу- стынная, солон- цеватая, Шаумян- ский р-он 483	A 0—15	1,2	8,8	7,2	0,8	0,4	3,7	4,8	1,5
	B 15—41	0,9	8,9	3,4	0,4	0,3	3,4	3,2	1,2
	BC 41—51	0,7	8,5	0,8	0,2	0,1	0,8	0,1	0,2
	C 51—75	0,2	8,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0

щенных основаниями почв сравнительно высокой активностью ферментов обладают черноземы, имеющие благоприятные химические и физико-механические свойства. Этому способствуют также сравнительно большое содержание органического вещества, нейтральная и слабощелочная реакция среды и состав поглощенных оснований, значительную часть которых составляет кальций (табл. 2). Отношение поглощенного натрия к кальцию, магнию, калию, а также к их сумме намного меньше единицы—0,01—0,2.

Активное действие гидролаз и оксидаз обнаруживается в темно-каштановых и лугово-бурых орошаемых почвах [1]. Интенсивному действию оксидаз—каталазы и дегидрогеназ—способствует реакция среды, pH 7,7—8,2, связанная с их карбонатным режимом. Оптимум pH действия указанных ферментов лежит в слабощелочном интервале. Основность темно-каштановых и лугово-бурых орошаемых почв обусловлена преимущественно кальцием и магнием, способствующими нормальному протеканию гидролитических и окислительно-восстановительных ферментативных процессов. Отношение поглощенного натрия к остальным катионам и их сумме меньше единицы, 0,01—0,4.

Опыты показали, что бурые полупустынные солонцеватые почвы, по сравнению с несолонцеватыми, характеризуются сравнительно низкой ферментативной активностью. Это связано с изменением соотношения поглощенных оснований, при котором увеличивается содержание обменного натрия (15,3%). Отношение поглощенного натрия к остальным катионам и их сумме увеличивается—0,2—4,4. Следовательно, с возрастом обменного натрия, как антагониста кальция, активность ферментов снижается. При высокой насыщенности почвенного погло-

Поглощенные катионы насыщенных оснований почв

Почва, место, № разреза	Горизонт, см	Мэкв/100 г почвы					%, от суммы			
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	сумма	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>
Чернозем выщелоченный, Севанский р-он. 494	A <sub>1</sub> 0—12	52,6	8,6	1,8	0,9	63,9	82,3	13,5	2,8	2,2
	A 12—28	46,1	7,2	1,2	1,2	55,7	82,7	12,9	2,2	2,2
	B <sub>1</sub> 28—46	41,2	5,8	1,0	0,8	48,8	84,4	11,8	2,1	1,5
	B <sub>2</sub> 46—68	44,6	6,5	1,3	0,5	52,9	84,3	12,3	2,5	0,9
	BC 68—87	28,0	3,8	0,3	0,5	32,6	85,9	11,7	0,9	1,3
	C 87—115	24,5	4,2	0,7	0,9	30,3	80,9	13,9	2,3	2,7
Темно-каштановая, Абовянский р-он. 493	A 0—16	30,5	5,0	1,4	0,5	37,4	81,6	13,4	3,7	1,9
	B <sub>1</sub> 16—34	26,4	4,1	1,3	0,5	32,3	81,7	12,7	4,0	1,6
	B <sub>2</sub> 34—62	23,5	5,0	1,1	0,7	30,3	77,6	16,5	3,6	2,2
	BC 62—80	21,0	7,0	0,9	1,3	30,2	69,5	23,2	3,0	4,0
	C 80—100	17,0	6,0	1,1	1,5	25,6	66,4	23,4	4,3	5,3
	Бурая полупустынная, солонцеватая, Шаумянский р-он 483	A 0—15	21,0	4,4	1,1	4,8	31,3	67,1	14,1	3,5
B 15—41		20,8	5,4	0,7	5,7	32,6	63,8	16,6	2,1	17,5
BC 41—51		23,0	5,2	0,7	6,0	34,9	65,9	14,9	2,0	17,8
C 51—75		18,4	6,2	1,2	4,4	30,2	60,9	20,5	4,0	14,6

щающего комплекса натрием меняется природа основности почв и создаются крайне неблагоприятные условия для иммобилизации ферментов, так как он блокирует активные кислотные центры, участвующие в фиксации ферментов почвой. В солонцах-солончаках, где основность преимущественно вызвана воднорастворимым и поглощенным натрием, отношение которого к остальным катионам составляет 2,6—9,0, сильно подавляется биологическая активность. Ферменты с оптимумом pH в кислом интервале не иммобилизуются, а в щелочном — каталаза, АТФ-аза и дегидрогеназы — иммобилизуются очень слабо (табл. 3).

Уровень ферментативной активности пойменно-луговых почв также зависит от природы их основности, обусловленной соотношением обменных оснований в почвенном поглощающем комплексе. Активность гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов закономерно снижается с увеличением обменного натрия и основности, связанной с натрием и калием (табл. 3). Как видно из приведенных данных, несмотря на близкое значение их pH и содержания гумуса, пойменно-луговые почвы существенно отличаются по активности ферментов. Эти почвы имеют высокое содержание магния (до 44%) в составе обменных оснований, связанное с их карбонатным режимом и гидрохимическим составом почвенно-грунтовых растворов [11]. Опыты показали, что значительное содержание магния в составе обменных катионов не оказывает токсического действия на активность ферментов. Согласно литературным данным, содержание магния в почвенном поглощающем комплексе до 40% не снижает урожайность сельскохозяйственных растений [8, 9].

Таблица 3

Активность ферментов в зависимости от степени солонцеватости и природы основности почв (n=10)

Почва, угодье, место		Гумус, %	рН, H <sub>2</sub> O	Обменный Na <sup>+</sup>		Основность, HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> мэкв на 100 г почвы			Инвертаза, мг глюкозы	Фосфатаза, мг P	Уреаза, мг NH <sub>3</sub>	АТФаза, мг P	Дегидрогеназы, мг ТФФ	Каталаза, см <sup>3</sup> O <sub>2</sub>
				мэкв на 100 г почвы	% от емкости	общая	Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup> , Na <sup>+</sup>						
Поименно-луговая, пашня	район им. Камо	5,1	8,4	2,2	5,4	0,73	0,51	0,22	40,4	3,7	3,6	6,4	6,8	6,4
	Варденинский район	4,6	8,5	4,4	12,8	0,68	0,26	0,42	27,5	2,0	1,9	3,7	4,5	5,0
Бурья полу-пустынная	несолонцеватая, плод-овый сад	2,0	8,0	1,8	4,6	0,58	0,51	0,07	24,8	3,8	2,8	5,5	11,7	14,7
	слабосолонцеватая	1,7	8,5	3,1	10,2	0,68	0,26	0,42	18,2	3,2	1,9	5,4	9,7	6,0
	сильносолонцеватая	1,3	8,8	5,6	18,6	0,91	0,37	0,54	5,7	0,5	0,4	3,4	3,3	1,5
Солонец-солончак		0,8	10,0	13,9	55,6	11,93	0,44	11,49	0,0	0,0	0,2	2,0	0,5	1,1

Итак, в насыщенных основаниями почвах, в пределах типов, активность ферментов зависит от степени их солонцеватости и природы основности. Она закономерно снижается с увеличением содержания поглощенного натрия. Выявлено, что между активностью ферментов и содержанием поглощенного натрия в почве существует отрицательная коррелятивная связь (табл. 4).

Таблица 4  
Взаимосвязь между активностью ферментов и содержанием поглощенного натрия в почве (n=30)

Показатели		$r \pm m_r$	t
Ферменты	Поглощенный Na <sup>+</sup>		
Инвертаза	Na <sup>+</sup>	-0,90 ± 0,03	30,0
Фосфатаза	Na <sup>+</sup>	-0,89 ± 0,038	23,4
Уреаза	Na <sup>+</sup>	-0,81 ± 0,064	12,6
АТФаза	Na <sup>+</sup>	-0,78 ± 0,072	10,8
Дегидрогеназы	Na <sup>+</sup>	-0,89 ± 0,038	23,4
Каталаза	Na <sup>+</sup>	-0,70 ± 0,14	5,0

В результате проведенных исследований установлена градация уровня биологической активности насыщенных основаниями почв в зависимости от содержания обменного натрия, согласно которой почвы имеют высокий уровень биологической активности, если натрий составляет до 5% от суммы поглощенных катионов, средний—5—10, низкий—10—20, очень низкий—более 20.

Таким образом, ферментативная активность насыщенных основаниями почв зависит от основности и ее природы. Основность, обусловленная повышенным содержанием натрия, препятствует иммобилизации ферментов почвой.

Институт почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР

Поступило 11.IV 1979 г.

### ՀՈՂԵՐԻ ՖԵՐՄԵՆՏԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱՆՎԱՌ ՆՐԱՆՏ ՀԻՄՆԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

Ս. Ա. ԱՔՐԱՀԱՄՅԱՆ

Ուսումնասիրվել է փոխանակային հիմքերով հագեցված հողերի ֆերմենտային ակտիվությունը: Հոդում ֆերմենտների իմոբիլիզացումը կախված է կլանված կատիոնների կազմից և հիմնայնության բնույթից: Կլանված հիմքերից նատրիումի և ֆերմենտների միջև գոյություն ունի բացասական կոռելյատիվ կապ: Տրվում է հողի կենսաբանական ակտիվության գնահատման նախնական սանդղակ՝ ըստ կլանված նատրիումի:

# THE DEPENDENCE OF SOIL FERMENTATIVE ACTIVITY ON ITS BASIS

S. A. ABRAMIAN

The correlation between the activity of ferments, the degree of the base, its structure and the content of the exchangeable sodium in base saturated soils has been revealed. A gradation of biological soil activity level depending on exchangeable sodium content has been proposed.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абрамян С. А., Оганесян А. С., Баграмян А. Н., Галстян А. Ш. Биолог. ж. Армении, 31, 10, 1978.
2. Агрохимические методы исследования почв. М., 1975.
3. Ариунуикина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. МГУ, 1961.
4. Галстян А. Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван, 1974.
5. Галстян А. Ш. Почвоведение, 2, 1978.
6. Звягинцев Д. Г. Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. М., 1976.
7. Куревич В. Ф., Щербакова Т. А. Почвенная энзимология. Минск, 1966.
8. Папнян В. А. Тр. НИИ почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, 11, 1976.
9. Почвенный поглощающий комплекс и вопросы земледелия, под ред. О. К. Кедрова-Зихмана, М., 1937.
10. Хазиев Ф. Х. Почвенные ферменты. М., 1972.
11. Хтян Н. К. Почвы Армянской ССР. Ереван, 1976.
12. Durand G. Rev. Ecol. Biol. Sol., 2, 2, 1965.
13. Hofmann E. and Hofmann G. Z. Pflanzenernähr., Düng, Bodenn., 70, 1, 1955.
14. Kiss I. Talanjenzimen. Adendum (Harmadik resz) in Talajtan (M. I. Scapo, Editor). Bucharest, 1958.
15. Skujins J. J. Enzymes in soil. In: A. D. McLaren and L. H. Peterson (Editors) Soil Biochemistry, 1, 5, 1967.