

ИЗУЧЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ
ЭРОДИРОВАННЫХ ПОЧВ

А. Ш. ГАЛСТЯН, Б. Н. СИМОНЯН

Выявлены закономерности действия ферментов в различных типах почв в зависимости от степени их эродированности, характера эрозии и применяемых противоэрозионных мероприятий. Определены степени потерь питательных элементов и ферментов при эрозии почв.

Ключевые слова: эрозия почв, ферментативная активность.

Эрозия почв наносит огромный ущерб народному хозяйству нашей страны. В условиях горного пересеченного рельефа интенсивное развитие эрозионных процессов приводит к снижению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур [1, 2, 4—7, 17]. В условиях континентального климата нашей республики, сильной расчлененности рельефа, резкого колебания относительных высот и интенсивности ливневых осадков эрозионные процессы развиваются очень сильно и около 50% почв Армении эродированы [22]. Поэтому борьба с эрозией почв является одной из важнейших государственных задач в развитии сельскохозяйственного производства.

Для предотвращения смыва почв необходимо разностороннее исследование эрозионных процессов с целью противоэрозионной организации территории и применения комплекса почвозащитных мероприятий. Исследованиями установлено, что метод ферментативных реакций является точным и быстрым для диагностики эродированных почв, характеристики их биологической активности и выявления направления процессов в зависимости от характера эрозии [15, 16]. Многие вопросы ферментативной активности эродированных почв пока недостаточно изучены. Особый интерес представляет использование активности ферментов при классификации этих почв, установлении их эрозионноопасности, выявлении роли ферментов в процессах мобилизации питательных элементов, потери ферментов при различных степенях эрозии почв и восстановлении автономности генетических горизонтов при затухании эрозии. Изучение этих вопросов будет способствовать дифференцированному применению противоэрозионных мероприятий и эффективному использованию эродированных почв.

Материал и методика. Исследования проводили на различной степени эродированных горных бурых полупустынных, каштановых, черноземных, коричневых лесных остепненных, лугово-степных и горно-луговых почвах Армении. Влияние противоэрозионных мероприятий на ферментативную активность почв изучали в почвенно-эрози-

онных опорных пунктах отдела эрозии почв НИИ почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР в Абовянском, Сисианском и Спитягском районах. Степень эродированности определяли на основании морфологических показателей по Соболеву [18] и содержания гумуса по Заславскому [12].

В пределах наиболее характерных в эрозионном отношении площадей закладывали ключевые разрезы и прикопки с учетом экспозиции и крутизны склонов. Для почвенно-биохимических исследований брали индивидуальные и смешанные образцы почв по генетическим горизонтам и послонно через каждые 10 и 20 см. Активность ферментов почв определяли по Галстяну [8, 9], гумус—по Тюрину, общий азот—по Кьельдаю, фосфор—по Гинзбург, калий—спеканием по Смиту, подвижный азот—по Тюрину и Кононовой. P_2O_5 —по Мачигину (в карбонатных почвах) и Арренусу (в бескарбонатных). K_2O —по Масловой. Результаты анализов подвергали математической обработке методом вариационной статистики [8, 11].

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что эродированность почв можно изучать с помощью ферментативной активности, которая рассматривается в качестве диагностического показателя степени их смывости [14—16]. Установлено, что активность инвертазы, фосфатазы и дегидрогеназ в эродированных почвах изменяется в соответствии со степенью их смывости и находится в тесной связи между собой и с содержанием гумуса. Множественная корреляция между этими показателями для верхних слоев почв (0—20 см) составляет $R_4=0,92+0,06$ и для гумусового горизонта— $R_4=0,74+0,12$. С содержанием гумуса наиболее тесно связана активность инвертазы, которая является наиболее характерным показателем степени эродированности почв. Предложена градация, согласно которой к слабоэродированным относятся почвы, у которых активность инвертазы, по сравнению с неэродированной, уменьшается до 30, среднеэродированным—на 30—60 и сильноэродированным—более 60%.

Неэродированные целинные почвы отличаются целостностью генетических горизонтов, сравнительно высоким содержанием гумуса, поглощенных оснований и питательных элементов. При развитии эрозии уменьшается мощность генетических горизонтов, содержание гумуса, агрохимических и биохимических показателей (табл. 1). В слабоэродированной почве, по сравнению с неэродированной, потеря азота составляет 4,2, фосфора—22,8 и калия—40,5 т/га, в среднеэродированной соответственно 9,8, 56,1, 60,2, сильноэродированной—20, 92, 151 т/га.

Установлено, что неэродированные почвы различных генетических типов характеризуются определенным уровнем ферментативной активности, обусловленным растительным покровом, микрофлорой и почвенной фауной. В зависимости от особенностей почвообразования в пределах подтипов почв каждый генетический горизонт имеет определенную ферментативную активность, которая вниз по профилю снижается [8]. В результате смыва на дневную поверхность выходят нижележащие горизонты с относительно низкой ферментативной активностью. Поэтому эродированные почвы, лишённые верхних, богатых органическим веществом слоев, имеют более низкую ферментативную активность.

Таблица 1

Активность ферментов и содержание питательных веществ в эродированных типичных черноземах (Талинский район)

Степень эродированности, № разреза	Горизонты, глубина, см	%			Валовые запасы, т га			Швертаза, мг глюкозы	Фосфатаза, мг Р	Целлюлозазаза, мг Тэфф	Уреазы, мг NH ₃	Каталаза, см ³ O ₂	
		гумус	N	P	K	N	P						K
Неэродированный, 360	A ₀ 0-9	7,9	0,37	1,07	1,72	5,0	14,2	23,2	47,6	3,0	8,3	7,7	13,2
	A ₁ 9-20	7,2	0,28	1,05	1,76	4,6	17,3	29,0	33,4	2,3	6,1	6,6	8,4
	B ₁ 20-54	6,0	0,27	0,87	1,72	13,8	44,4	87,7	14,3	1,9	5,6	4,1	5,8
	B ₂ 54-80	2,0	0,13	0,74	1,45	5,1	28,9	56,6	7,6	1,3	1,0	2,6	2,3
	BC 80-105	1,3	0,07	0,62	0,70	2,6	23,3	26,3	0,3	1,0	0,0	0,5	1,4
Слабоэродированный, 361	A ₁ 0-11	7,0	0,31	0,87	1,72	5,1	14,4	28,4	37,7	2,6	4,0	4,1	11,6
	B ₁ 11-43	5,2	0,28	0,81	1,61	10,4	38,9	77,3	13,2	2,1	1,9	3,6	9,9
	B ₂ 43-71	2,6	0,18	0,81	1,11	7,6	34,0	46,6	3,9	1,4	0,8	3,1	3,2
	BC 71-96	1,1	0,10	0,48	0,80	3,8	18,0	30,0	1,5	0,3	0,4	2,1	1,6
Среднеэродированный, 362	B ₁ 0-31	4,7	0,28	0,74	1,51	13,0	34,4	70,2	18,4	2,3	2,3	4,6	8,1
	B ₂ 31-54	2,2	0,15	0,57	1,31	5,2	19,7	45,2	4,9	1,4	0,4	4,4	4,4
	BC 54-80	1,2	0,08	0,48	1,21	3,1	17,9	47,2	1,1	0,4	0,4	2,8	1,0
Сильноэродированный, 364	B ₂ 0-26	2,6	0,18	0,66	1,00	7,0	25,7	39,0	3,9	1,7	0,7	4,9	4,3
	BC 26-50	1,8	0,11	0,29	0,90	4,0	10,4	32,4	3,3	0,5	0,3	3,5	0,9

Смыв почвы приводит к безвозвратной потере ферментов, очень важных для биохимических процессов почв (табл. 2). Так, например, с 1 га слабоэродированных почв потеря инвертазы в среднем по всем типам составила 223, среднеэродированных — 371, а сильноэродированных — 627 катал [13]. На всей территории республики потеря составила 371 млн катал. Установлена также потеря каталазы, которая

Таблица 2

Потеря инвертазы по степени эродированности почв (в каталах)

Тип почвы	Слабоэродированные			Среднеэродированные			Сильноэродированные			Общая эродированность почв	
	потеря			потеря			потеря			тыс. га	потеря, млн.
	тыс. га	из 1 га	всего, млн.	тыс. га	из 1 га	всего, млн.	тыс. га	из 1 га	всего, млн.		
Горно-луговые	70,0	400	28	34,2	704	24	19,7	948	19	123,9	71
Лугово-степные	91,2	370	34	59,7	556	33	24,0	803	19	174,9	86
Коричневые лесные	116,3	149	17	107,8	284	51	53,1	423	22	277,2	70
Черноземы и лугово-черноземные	150,0	214	32	72,9	452	33	23,3	643	15	246,2	80
Каштановые	80,4	116	9	106,8	259	28	59,0	347	20	246,2	57
Бурые полупустышные	38,0	54	2	30,5	116	4	8,6	170	1	77,1	7
Итого	545,9	223	122	411,9	371	153	187,7	627	96	1145,5	371

составила $48 \cdot 10^{10}$ катал. причем 60% ($28,6 \cdot 10^{10}$ катал) приходится на черноземные, лугово-черноземные и коричневые лесные почвы.

Выявлено, что неэродированные почвы имеют однородную ферментативную активность ($V=10-20\%$). Если на территории имеются почвы различной степени смывости, то вариация активности ферментов достигает 70%, а при одинаковой степени эродированности она сравнительно небольшая ($V=20-35\%$).

Рельеф местности (экспозиция, крутизна, форма склонов) играет важную роль в формировании поверхностного стока и смыва почв. Из этих факторов на ферментативную активность почв больше влияет экспозиция склона. На южных экспозициях ферментативная активность почв несколько ниже, чем на северных. Однако снижение ее в зависимости от степени эродированности почв на различных экспозициях происходит одинаково. В слабоэродированных почвах, по сравнению с неэродированной, снижение активности инвертазы составляет 20—30, среднеэродированных—39-53 и сильноэродированных—69-86%.

Интенсивность эрозионных процессов зависит также от крутизны склона, с увеличением которого возрастает смыв почвы и уменьшается ферментативная активность.

На ферментативную активность эродированных почв заметно влияет и форма склонов. Обыкновенные черноземы на выпуклой части склона сильнее подвержены эрозии, чем на вогнутой. Активность инвертазы здесь составляет $M=22,9 \pm 0,87$, $n=10$, $V=12,0\%$, что соответствует среднеэродированным черноземам, а на вогнутой—слабоэродированным ($M=31,9 \pm 2,72$, $n=10$, $V=27,0\%$). Коэффициент вариации активности инвертазы сравнительно высокий, так как на нижней части склона наблюдается намытость почвы, создающая большую пестроту.

При затухании процессов эрозии в почвах происходит постепенное повышение активности ферментов и восстановление плодородия. Амидазы и оксидоредуктазы действуют интенсивнее, чем карбогидразы, изменяется их соотношение, следовательно и направленность биохимических процессов. По-видимому, этим нужно объяснить тот факт, что в почвах с затухшими эрозионными процессами часто обнаруживается сравнительно высокое содержание подвижных питательных веществ. Повышение содержания подвижного азота происходит за счет расщепления азотсодержащих органических соединений под действием амидаз. В результате потенциальное плодородие эродированных почв снижается быстрее эффективного. Повышение степени подвижности азота в эродированных почвах указывает на необходимость регулярного внесения удобрений [5, 16, 20].

Большие потери активной части почвы при эрозии приводят к нарушению веками сформировавшегося в ней режима. В смытых почвах с затухшей эрозией биохимические процессы изменяются в направлении восстановления нарушенного равновесия, приближаясь

к таким в зональных почвах (рис.). В эродированных разностях почв в связи с выходом на поверхность нижележащих горизонтов и включением их в активную сферу почвообразования наблюдается повышение биологической активности. По плодородию и биологической активности почвы этих горизонтов заметно отличаются от таковых неэродированной почвы и, по-видимому, их необходимо рассматривать как новообразованные генетические горизонты.



Рис. Активность ферментов чернозема в зависимости от степени и интенсивной эрозии. I—действующая, II—затухшая; почвы: 1—среднеэродированные, 2—сильноэродированные, 3—очень сильноэродированные.

Затухание эрозионных процессов в основном происходит под действием антропогенных факторов, среди которых решающую роль играют противоэрозионные агро-, лесо- и лугомелиоративные мероприятия [19, 21]. Установлено, что лугомелиоративные мероприятия значительно повышают ферментативную активность и плодородие эродированных каштановых почв. В среднеэродированных каштановых почвах под воздействием многолетних трав (житняк) при ежегодном внесении минеральных удобрений (12 лет) активность инвертазы и уреазы, а также их соотношение приблизились к уровню этих показателей в неэродированной почве [15]. Запрет выпаса пастбищ на среднеэродированных темно-каштановых почвах, особенно при ежегодном внесении минеральных удобрений, приводит к повышению активности ферментов до уровня зональных почв. Бессистемное использование пастбищ усиливает сток и смыв почвы, что приводит к снижению ферментативной активности и переходу среднеэродированных почв в сильноэродированные.

В регулировании поверхностного стока в целях предотвращения развития эрозии и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур важное место занимают противоэрозионные агротехнические мероприятия. Правильный подбор сельскохозяйственных культур, их

чередование, размещение, удобрение и способы обработки почвы приводят к ослаблению эрозионных процессов на склоновых пашнях [4, 17, 21] и повышению ферментативной активности.

Исследования показали, что лесомелиоративные мероприятия способствуют полному прекращению эрозионных процессов, повышению плодородия почвы и ее биологической активности. Под лесными насаждениями активность ферментов в 1,5—2,0 раза выше, чем в контрольном варианте. Лесонасаждения положительно влияют также на ферментативную активность почв прилегающих к ним полей.

При предотвращении эрозии со временем формируется новый профиль почвы с автономными генетическими горизонтами, которые по биологической активности, физико-механическим свойствам и уровню плодородия приближаются к зональным. Следовательно, их не следует относить к эродированным вариантам, а необходимо рассматривать как новую стадию почвообразования, приводящую к формированию зональных почв.

Таким образом, эрозионные процессы почв можно изучить с помощью метода ферментативных реакций. Сравнительное изучение неэродированных и в различной степени эродированных почв показало, что активность отдельных ферментов можно использовать в качестве диагностического показателя степени их смывости. Установлены потери инвертазы, каталазы и питательных элементов в зависимости от степени эродированности почв. Ферментативная активность почв зависит от характера эрозии. В условиях затухшей эрозии наблюдаются повышение активности ферментов и усиление мобилизации подвижных питательных элементов. Активность ферментов показывает направленность биохимических процессов в эродированных почвах.

Институт почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР

Поступило 14.VII 1980 г.

ԷՐՈԶՈՑՎԱՆ ԸՈՂԵՐԻ ՖԵՐՄԵՆՏԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա. Ե. ԳԱՍՏՅԱՆ, Բ. Ն. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

Ուսումնասիրվել է տարբեր հողատիպերի ֆերմենտային ակտիվությունը՝ կապված նրանց էրոզացվածությունից, աստիճանից, էրոզիոն պրոցեսների բնույթից և կիրառվող հակաէրոզիոն միջոցառումներից: Ֆերմենտների ակտիվությունը կարելի է օգտագործել որպես էրոզացված հողերի փոփոխող գույանիշ: Այն արտահայտում է կենսաքիմիական պրոցեսների ուղղությունը և նրա միջոցով կարելի է բացահայտել հողերի էրոզավտանգությունը: Հողվածում ցույց է տրված էրոզիայի հետևանքով հողից ակտիվ նյութերի և սննդային տարրերի հեռացման մակարդակը:

Regularities of enzymes effect in different types of soils depending on their erodiness, character of erosion and application of erosion-control measures have been revealed. The degrees of losses of nutrient elements and enzymes under soil erosion have been defined.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Авунджян Э. С.* Сельское хозяйство Армении, 9, 1978.
2. *Авунджян Э. С.* Тр. ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, 13, Ереван, 1978.
3. *Агрохимические методы исследования почв.* М., 1975.
4. *Айрипетян Э. М., Аракелян А. Л., Григорян О. А., Багдасарян Дж. С.* Тр. ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, 7, Ереван, 1973.
5. *Айрипетян Э. М., Кардумян Э. А.* Известия с.-х. наук МСХ АрмССР, 2, 1975.
6. *Аладжян М. С.* Тр. ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, 13, Ереван, 1978.
7. *Аладжян М. С.* Биолог. ж. Армении, 32, 7, 1979.
8. *Галстян А. Ш.* Ферментативная активность почв Армении, Ереван, 1974.
9. *Галстян А. Ш.* Почвоведение, 2, 1978.
10. *Григорьев Г. И., Коновалова А. С.* Тр. Горьковского сельскохозяйственного ин-та, 55, Горький, 1973.
11. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта. М., 1965.
12. *Заславский М. Н.* Почвоведение, 10, 1969.
13. *Номенклатура ферментов.* М., 1979.
14. *Симонян Б. Н., Галстян А. Ш.* Биолог. ж. Армении, 27, 4, 1974.
15. *Симонян Б. Н., Галстян А. Ш.* Сб.: Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв, М., 1976.
16. *Симонян Б. Н., Галстян А. Ш.* Биолог. ж. Армении, 33, 3, 1980.
17. *Симонян М. М.* Тр. ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, 7, Ереван, 1973.
18. *Соболев С. С.* Защита почв от эрозии и повышение их плодородия. М., 1961.
19. *Хачикян Л. А., Шур-Багдасарян Э. Ф., Симонян Б. Н.* Тр. ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, 10, Ереван, 1975.
20. *Шикуда Н. К., Платникова В. Т., Горбачев А. Е.* Агрохимия, 4, 1972.
21. *Шур-Багдасарян Э. Ф.* Тр. ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, 7, Ереван, 1973.
22. *Эдилян Р. А.* Мат-лы первой межреспубликанской конф. по землеустройству Закавказских республик, Молдавской ССР и южных областей РСФСР по проблемам рационального использования земельных ресурсов и борьба с эрозией почв, Ереван, 1972.