

ՊԱՐԱՐՏԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՇԱՀԱՎԵՏ ԿԵՐԱՌՄԱՆ ՀՈՒՍՆԿԱՐՆԵՐԸ
ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ-ՈՒՄ

Ե. Ն. ԱԳԱԳՅԱՆ

Պարենաբն ծրագրի հաջող իրականացման նպատակով ներկայացված են աշնանացան պտուկների ու կարտոֆիլի մշակութային համալիր տեխնոլոգիայի սկզբունքները, ինչպես նաև տեխնիկական, բանջար-բուստանային, կերային կուլտուրաների խոտհարքների ու արոտների, խաղողի ու սլոզատու աչգիների բարձր բերք ստանալու համար օրգանական և հանրային պարարտանյութերի կիրառման լավագույն նորմաները:

PERSPECTIVES OF RATIONAL USE OF FERTILIZERS
IN THE ARMENIAN SSR

N. O. ABAKIAN

For successful realization of Food Programme the principles of implementation of industrial technology of cultivation of winter wheat and potato are offered, as well as the optimal norms of the use of organic and mineral fertilizers for getting high yields of vegetables, technical and forage crops, haylands and pastures, vineyards and orchards.

«Биол. ж. Армени», т. XXXVIII, № 4, 1985

УДК 631.465.811

РОЛЬ ФЕРМЕНТОВ В ОБРАЗОВАНИИ ПОДВИЖНЫХ
ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВЕ

А. Н. БАГРАМЯН, С. А. АБРАМЯН, Б. Н. СИМОНЯН, А. Ш. ГАЛСТЯН

Изучены формы азота, фосфора, серы и активность ферментов, осуществляющих их превращения в почве. Выявлено, что образование в почве подвижных питательных элементов из трудноусвояемых для растений форм происходит под действием внеклеточных ферментов.

Ключевые слова: почва, активность ферментов, питательные элементы.

В настоящее время особое значение приобретает познание сущности каталитических процессов, лежащих в основе обмена веществ и энергии в почве. Формирование плодородия почв связано с ферментативными процессами, в результате которых питательные вещества из трудноусвояемых форм переходят в доступные для растений и микроорганизмов формы. Разложение и синтез органических веществ в почве также осуществляются с участием внеклеточных ферментов. Этим объясняется большой интерес многих исследователей к изучению почвенных ферментов [1, 6—8, 11, 15—17].

В данной работе представлены результаты изучения форм азота, фосфора и серы, а также активности ферментов их обмена, играющих важную роль в формировании плодородия почв.

Материал и методика. Исследования проводили на следующих типах почв: горно-луговая дерновая, среднесуглинистая, гумус 15,7%, pH водной суспензии 5,0, сумма обменных катионов 23,0 мэкв на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями 61,7%; лугово-степная черноземовидная, среднесуглинистая, гумус, 13,8%, pH 6,3, сумма обменных катионов 53,0 мэкв, степень насыщенности основаниями 91,0%; чернозем выщелоченный, тяжелосуглинистый, гумус, 11,6%, pH 6,6, сумма обменных катионов 63,9 мэкв; чернозем обыкновенный, тяжелосуглинистый, гумус 5,0%, pH 8,0, сумма обменных катионов 51,1 мэкв; каштановая карбонатная, среднесуглинистая, гумус 3,0%, pH 8,0, сумма обменных катионов 32,8 мэкв; бурая полупустынная, среднесуглинистая, гумус 2,0%, pH 8,0, сумма обменных катионов 26,0 мэкв; орошаемая лугово-буряя, тяжелосуглинистая, гумус 2,5%, pH 8,1, сумма обменных катионов 29,5 мэкв; мелиорированный солонец-солончак, гумус 1,3%, pH 8, 2, сумма обменных катионов 29,5 мэкв; мелиорированный солонец-солончак, гумус 1,3% сумма обменных катионов 29,5 мэкв.

Формы азота и фосфора определяли общепринятыми методами [1], а серы—по Айдиняну и др. [5]. Активность ферментов определяли по унифицированным методам Галетяна [9].

Результаты и обсуждение. Азот—жизненно важный элемент питания растений, основным источником которого является почва [2, 10, 12—14]. Минеральный азот—нитраты, нитриты, соли аммония—непосредственно доступный растениям, составляет всего лишь 1—10% от общего (табл. 1). Преобладающая часть азота в почве находится в фор-

Таблица 1
Активность амидаз и протеазы и формы азота в различных типах почв

Почва	Горизонт, глубина, см	Формы азота, мг N на 100 г почвы							Mг NH ₃ на 1 г почвы			
		общий	нитраты	амиды	фосфор-валиты	леткопиро-лауемы	труднопиро-лауемы	ис-гидролиз-звемы	уреазы	г-гтамина-за	аспараги-нса	
Горно-луговая дерновая	A ₁ 0—10	718	0.4	9.6	7.6	21.8	237	460	6.0	15.7	14.0	4.0
Лугово-степная черноземовидная	A ₁ 0—10	542	0.6	8.0	10.8	20.7	123	398	4.5	9.2	10.2	3.8
Чернозем выщелоченный	A 0—12	371	2.5	3.4	3.6	11.2	107	262	3.7	7.7	9.2	3.8
Чернозем обыкновенный	A _n 0—25	297	3.9	3.8	4.0	8.7	91	197	3.0	5.9	7.2	2.9
Каштановая карбонатная	A _n 0—22	190	2.3	2.9	2.2	6.7	42	138	2.4	4.2	6.6	3.3
Буряя полупустынная	A 0—15	97	0.8	7.7	7.0	4.7	21	67	1.6	2.8	2.1	1.0
Орошаемая лугово-буряя	A _n 0—28	109	0.7	1.4	2.2	4.5	22	81	1.8	2.6	2.4	1.5
Мелиорированный солонец-солончак	A _n 0—25	56	0.9	3.8	0.8	4.0	16	35	0.8	1.0	1.2	0.8

ме органических соединений (90—99%), которые становятся доступными растениям лишь после их минерализации. Установлено, что в течение вегетационного периода минерализуется не более 3% азота от его общего содержания в почве. В почву с растительными остатками

и микробными телами поступает значительное количество белковых веществ и аминокислот. Процесс разложения азотсодержащих органических веществ происходит под действием ферментов азотного обмена—протеаз и амидаз—уреазы, глутаминазы и аспарагиназы.

Исследования показали, что отдельные типы почв обладают неодинаковой протеолитической активностью, что обусловлено различным содержанием органического вещества и общего количества микроорганизмов, их видовым составом. Высокая активность протеазы обнаруживается в горно-луговых и лесных почвах, затем черноземах, каштановых, бурых, низкая—в мелиорированных солонцах-солончаках. Активность протеазы почвы находится в очень тесной положительной коррелятивной связи с содержанием гумуса ($r=0,80\pm 0,12$), валовым ($r=0,99\pm 0,01$), легкогидролизуемым ($r=0,93\pm 0,05$) азотом и активностью амидаз ($r=0,80\pm 0,10$). Протеазы почвы гидролитическим путем расщепляют белковые вещества до пептидов и аминокислот. Амидазы и аминокислоты в результате гидролитического, окислительного и восстановительного дезаминирования в почве накапливают аммиак, являющийся источником питания растений.

Амидазы—уреазы, глутаминаза и аспарагиназа—проявляют высокую активность в горно-луговых почвах, затем черноземах и каштановых, умеренную—в бурых и низкую—в мелиорированных солонцах-солончаках. Установлена тесная положительная коррелятивная связь между активностью амидаз и содержанием гумуса (r от $0,82\pm 0,09$ до $0,94\pm 0,03$), валового азота (r от $0,81\pm 0,09$ до $0,90\pm 0,06$), легкогидролизуемого (r от $0,80\pm 0,10$ до $0,94\pm 0,09$), негидролизуемого ($r=0,83\pm 0,08$) и трудногидролизуемого ($r=0,80\pm 0,10$). С аммиачным азотом связь амидаз существенная ($r=0,64\pm 0,21$), а с нитратным и фиксированным—связи нет. Таким образом, из подвижных форм азота легкогидролизуемый, находящийся в тесной коррелятивной связи с активностью амидаз и протеаз, является показателем обеспеченности растений этим элементом.

Одним из важнейших элементов питания растений является фосфор, который в почве находится в виде различных соединений, неодинаково усвояемых ими [3]. Установлено, что содержание форм фосфора и активность фосфогидролаз в генетических типах почв неодинаковы (табл. 2). Горно-луговые и лугово-степные почвы богаты валовым фосфором и бедны его подвижными формами. Содержание органического фосфора в почвах колеблется в широких пределах. В горно-луговых почвах оно составляет до 80%, черноземах—65, каштановых—50, орошаемых лугово-бурых—30, мелиорированных солонцах-солончаках—16%. Органический фосфор в почве становится доступным для растений в результате действия фосфатаз, поэтому их активность находится в положительной достоверной связи с этой формой ($r=0,75\pm 0,11$). Положительная тесная взаимосвязь выявлена также между активностью фосфатаз и содержанием гумуса ($r=0,85\pm 0,06$). Между активностью фосфогидролаз и содержанием минерального и подвижного фосфора коррелятивная связь несущественная. В тех почвах, где неорганический фосфор преобладает над органическим, обнаруживается

Активность фосфатаз и формы фосфора в различных типах почв

Почва	Горизонт, глубина, см	Формы фосфора, мг Р на 100 г почвы				Мг Р на 100 г почвы			
		кальциевый	нейтральный	органический	подвижный	фосфатаза	АТФаза	АДФаза	АМФаза
Горно-луговая дерновая	A ₁ 0—10	161.0	30.2	130.8	2.0	26.5	8.1	16.4	7.2
Лугово-степная черноземовидная	A ₂ 0—10	163.5	25.6	137.9	2.7	15.6	12.6	13.5	9.1
Чернозем выщелоченный	A 0—12	90.0	38.0	52.0	5.7	14.6	20.7	22.0	20.0
Чернозем обыкновенный	A _п 0—25	70.0	24.3	45.7	2.0	12.5	14.0	13.4	12.8
Каштановая карбонатная	A _п 0—22	75.0	36.0	39.0	1.6	5.8	7.3	8.5	12.9
Бурья полупустынная	A 0—15	55.0	29.3	25.7	1.0	3.8	5.3	5.0	6.8
Орошаемая лугово-бурья	A _в 0—28	65.0	62.0	23.0	-1.2	3.4	3.3	4.3	3.2
Мелиорированный солончак-солончак	A _з 0—25	100.0	84.0	16.0	3.1	0.6	4.8	3.5	2.5

ся сравнительно низкая активность фосфогидролаз. Нуклеотидазы—АТФаза, АДФаза и АМФаза—сравнительно активно действуют в черноземах, каштановых и горно-луговых почвах, в остальных типах почв их активность низкая.

Таким образом, ближайшим резервом в питании растений фосфором являются фосфорорганические соединения почвы, которые превращаются в подвижную форму под действием фосфатаз.

Сера по своему физиолого-биохимическому значению является необходимым питательным элементом для растений. Содержание ее в почвах в среднем составляет 0,085%. Встречается она в окислительных и восстановленных формах в виде минеральных и органических соединений.

Опыты показали, что содержание общей, минеральной и органической серы в различных типах почв неодинаково (табл. 3). Содержание этих форм серы в почвах колеблется в широких пределах. Минеральная сера представлена сульфатами. В некоторых типах почв—горно-луговых, лугово-степных, черноземах—сера в основном (до 95%) находится в составе органических соединений. Поскольку растения используют лишь сульфатную форму серы, то ее органическая форма является потенциальным запасом и в доступную для растений форму переходит после мобилизации. Этот процесс осуществляется в результате действия соответствующих ферментов, в системе которых действует арилсульфатаза. Арилсульфатаза гидролитически расщепляет сероорганические соединения со сложной эфирной связью на сульфаты и соединения с гидроксильной функциональной группой, в результате чего сера из трудноусвояемой для растений формы переходит в легкоусвояемую.

Установлена тесная положительная коррелятивная связь между активностью арилсульфатазы, содержанием гумуса ($r=0,95 \pm 0,03$) и

Активность ферментов серного обмена и формы серы в различных типах почв

Почва	Гори- зонт, глубина, см	Формы серы, мг S на 100 г почвы				Арилсульфатаза, мг SO ₄ на 10 г	Цистеиндегидро- геназа, мТФФ на 10 г	Сульфатоксидаза, мг SO ₄ на 100 г	Сульфатредуктаза, мг SO ₄ на 100 г	Сульфитоксидаза, мг SO ₃ на 1 г	Сульфитредуктаза, мг SO ₃ на 10 г
		валент- ная	минераль- ная	органиче- ская	воднора- створимая						
Горно-луговая дерново- лугово-степная черно- земовидная	A ₂ 0-10	155	10	145	0.7	22.8	1.2	5.8	1.4	17.2	15.8
Чернозем выщелоченный	A ₂ 0-10	164	14	150	1.0	19.7	2.4	7.0	2.0	21.2	22.9
Чернозем обыкновенный	A ₂ 0-25	129	25	114	3.0	13.8	14.6	10.9	4.6	18.8	20.4
Каштановая карбоновая	A ₂ 0-22	10	40	60	4.2	10.2	15.5	13.0	8.7	21.5	29.8
Буряя полупустынная	A ₂ 0-15	105	48	57	5.0	2.4	4.8	14.3	11.6	15.0	18.4
Оршаемая лугово-бурая	A ₂ 0-28	107	32	75	4.2	7.4	5.8	28.8	18.6	23.4	27.7
Мелиорированный со- лоонец-солончак	A ₂ 0-25	14	116	19	5.3	5.9	6.8	28.0	21.4	22.4	30.9

органической формой серы ($r=0,77\pm 0,14$) и достоверная отрицательная связь с оксидоредуктазами—сульфидоксидазой ($r=-0,72\pm 0,17$), сульфатредуктазой ($r=-0,81\pm 0,12$). Между ферментами, осуществляющими окисление сульфидов и восстановление сульфатов, а также окисление и восстановление сульфитов, обнаруживается положительная достоверная коррелятивная связь ($r=0,95\pm 0,03$ и $r=0,85\pm 0,10$ соответственно). Положительная достоверная связь установлена между содержанием минеральной серы и активностью сульфидоксидазы ($r=0,68\pm 0,19$) и сульфатредуктазы ($r=0,79\pm 0,13$).

Таким образом, внесклеточные ферменты почвы играют важную роль в мобилизации доступных для растений форм питательных элементов из труднодоступных. Основная часть азота, фосфора и серы в почвах находится в форме органических соединений, которые под действием соответствующих ферментов переходят в доступную для растений форму. Эти процессы можно регулировать антропогенными воздействиями, что приводит к повышению плодородия почв.

Институт почвоведения и агрохимии
МСХ Армянской ССР

Поступило 18.I 1985 г.

ՅԵՐՄԵՆՆԵՐԻ ԿԵՐԸ ՀՈՂՈՒՄ ԵԱՐԺՈՒՆ ԱՆՆԳԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ԱՌՍՋԱՑՄԱՆ ԿՈՐԾՈՒՄ

Ա. Ն. ՈՒՂՐԱՄԵԱՆ, Ս. Ա. ԱՐԲԱՆՄԵԱՆ Բ. Ն. ՍԻՄԵՆՅԱՆ, Ա. Ե. ԳԱՍՏՅԱՆ

Աստվածաիրաված է աղոտի, ֆոսֆորի և ծծմբի ձևերը և նրանց ձևափո-
խող ֆերմենտների ակտիվությունը տարբեր տիպի հողերում:

