

УДК 631.465

АГРОХИМИЯ

А. Ш. Галстян, З. В. Антонян

**О превращении цистеина в почве**

(Представлено академиком АН Армянской ССР В. О. Казаряном 28/I 1981)

В метаболизме серы важным соединением является цистеин, который входит в состав белков и, следовательно, ферментов (1-4). Основным источником цистеина в почве является поступающая в нее биомасса. До настоящего времени превращение цистеина в почве не изучено. Выяснение этого вопроса представляет определенный интерес, поскольку сера является одним из важных элементов питания растений.

Исследования показали, что в почве происходит интенсивное превращение цистеина в цистин. Эта реакция по характеру является каталитической и осуществляется биологическими и неорганическими катализаторами (2,3). В ферментной системе почвы выявлены дегидрогеназы, окисляющие серу сульфгидрильной группы цистеина в дисульфидную группу цистина. Прибавление к почве коферментов НАД<sup>+</sup> и НАДФ<sup>+</sup> приводит к повышению скорости реакции дегидрирования цистеина, что свидетельствует о ее ферментативном характере. В качестве акцептора водорода при этой реакции приняли бесцветную соль тетразолия (2,3,5-трифенилтетразолий хлористый, ТТХ, E<sub>h</sub>=0,26), которая восстанавливается в красные соединения трифенилформазанов (ТФФ). Для разработки метода определения активности цистеиндегидрогеназы были установлены соотношение почвы и субстрата, оптимальные условия реакции среды (рН), температуры и время инкубации. Активность цистеиндегидрогеназы определяли в свежих воздушно-сухих, очищенных от растительных остатков и камней образцах почв. Почву просеивали через сито с отверстиями диаметром в 0,25 мм.

*Ход анализа.* Навески (1 г) почвы помещали в конусообразные колбы емкостью 100 мл с притертыми стеклянными пробками или в химические стаканы емкостью 50 мл, добавляли 10 мг углекислого кальция и тщательно перемешивали, затем прибавляли 1 мл 0,3 М раствора субстрата дегидрирования (цистеина) и 1 мл 1%-ного раствора 2,3,5-трифенилтетразолия хлористого. Воздух из колб или эксикатора, куда помещают химические стаканы, эвакуировали при раз-

ряжении 10—12 мм рт. ст. Колбы или эксикатор осторожно встряхивали и ставили в термостат при 30° на 2 часа. Контролем служила стерилизованная почва (при 180° в течение 3 часов) и субстраты без почвы. После истечения времени взаимодействия субстрата с почвой в колбы или в стаканы добавляли 25 мл этилового спирта, встряхивали 5 мин, полученный окрашенный раствор трифенилформаза фильтровали и фотоколориметрировали на приборе ФЭК-56М. Использовали 5-миллиметровые кюветы и светофильтр с пропусканием лучей с длиной волны 500—600 нм. Активность цистеиндегидрогеназы выражали в миллиграммах ТФФ на 10 г почвы за 2 часа. Ошибка определения до 5%.

Опыты показали, что интенсивность процесса дегидрирования цистеина в различных типах почв неодинаковая. Активность цистеиндегидрогеназы почвы в значительной степени зависит от кислотности среды, оптимум рН ее действия находится в слабо основном интервале рН 8,0—8,5. Активность цистеиндегидрогеназы в насыщенных основаниями почвах более высокая, чем в ненасыщенных (таблица). В карбонатной каштановой почве реакция дегидрирования цистеина протекает с наибольшей скоростью. Причем стерилизованные карбонатные почвы обладают значительной дегидрирующей способностью, что указывает на участие неорганических катализаторов в этой реакции при высоких значениях рН. Реакция дегидрирования цистеина по профилю почв имеет своеобразный характер. В средних горизонтах некоторых типов почв обнаруживается более активное дегидрирование цистеина, чем в гумусовом (рис. 1). Это связано с процессом иллю-

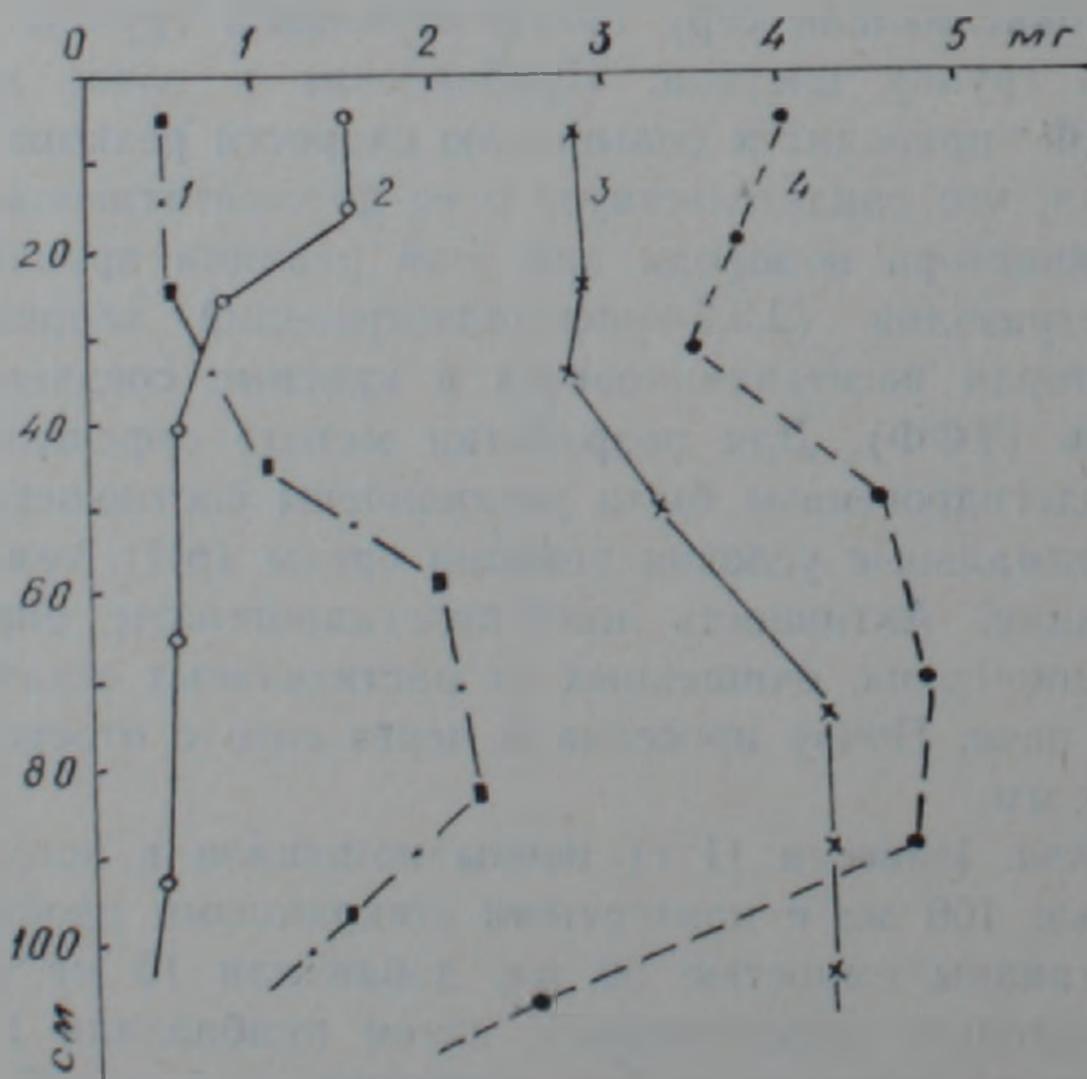


Рис. 1. Активность дегидрирования цистеина по профилю различных типов почв: 1—лугово-черноземная; 2—лесная бурая; 3—чернозем выщелоченный; 4—орошаемая лугово-бурая

Почва, угодье	Гумус, %	pH, H <sub>2</sub> O	Общая сера, мг на 100 г почвы	Активность цистеиндегидрогеназы, мг ТФФ
Горно-луговая дерновая, пашня	15,7	5,2	145	0,7
Лугово-степная черноземовидная, сенокос	13,7	5,8	164	0,9
Лугово-черноземная, пашня	7,1	5,6	101	0,6
Коричневая лесная, лес	7,9	6,9	87	3,3
Чернозем выщелоченный, пашня	7,1	6,8	108	10,4
Каштановая карбонатная, пашня	3,2	7,9	100	25,5
Бурая полупустынная, целина	2,2	8,2	75	4,8
Солонец-солончак содовый сульфатно-хлоридный	0,6	10,0	185	2,5

вирования и содержанием в этих горизонтах карбонатов, приводящих к повышению pH среды до 8,0—8,5, вследствие чего активируется каталитическая реакция дегидрирования цистеина в метаболизме серы. Если почва по всему профилю не содержит карбонатов, например, бурая лесная, то наиболее высокая активность превращения цистеина в цистин наблюдается в верхнем гумусовом горизонте и постепенно уменьшается по профилю. В отличие от окислительно-восстановительных процессов превращения сернистых соединений по профилю почв гидролитические, осуществляемые арилсульфатазой, с глубиной ослабевают и в нижнем горизонте доходят до нуля (5).

В опытах по определению скорости реакции дегидрирования цистеина в ненасыщенных основаниями почвах наблюдалось выделение сероводорода. Этот факт говорит о втором пути превращения цистеина в почве под действием цистеинлиаза, которая осуществляет негидролитическое расщепление C—S связи, в результате чего образуются пируват и аланин (2,4). Образование аланина в почве, по-видимому, происходит за счет переаминирования между пируватом и другими свободными аминокислотами (4) или за счет гидрирования возникшей двойной связи при лиазной реакции (2). Этот процесс изучали с помощью хроматографического анализа (рис. 2). После выдерживания почвы с цистеином извлекали из реакционной смеси аминокислоты 80%-ным этиловым спиртом и гидратом окиси аммония, фильтровали и полученный фильтрат (0,1 мл) наносили на хроматограммы. Опыты показали, что в карбонатной каштановой почве, где активность цистеиндегидрогеназы высокая, аланин не образуется. Значительное накопление аланина происходит в целинном выщелоченном черноземе и горно-луговой почве, следовательно, здесь активно действует цистеинлиаза. Причем необходимо отметить, что по сравнению с каштановыми почвами черноземы и горно-луговые очень богаты сероорганическими соединениями, а в горно-луговой почве почти вся сера представлена в форме органических соединений (5).

Таким образом, в почве в результате реакции дегидрирования цистеин превращается в цистин. Этот процесс осуществляется неорганическими и биологическими катализаторами с участием цистеинде-

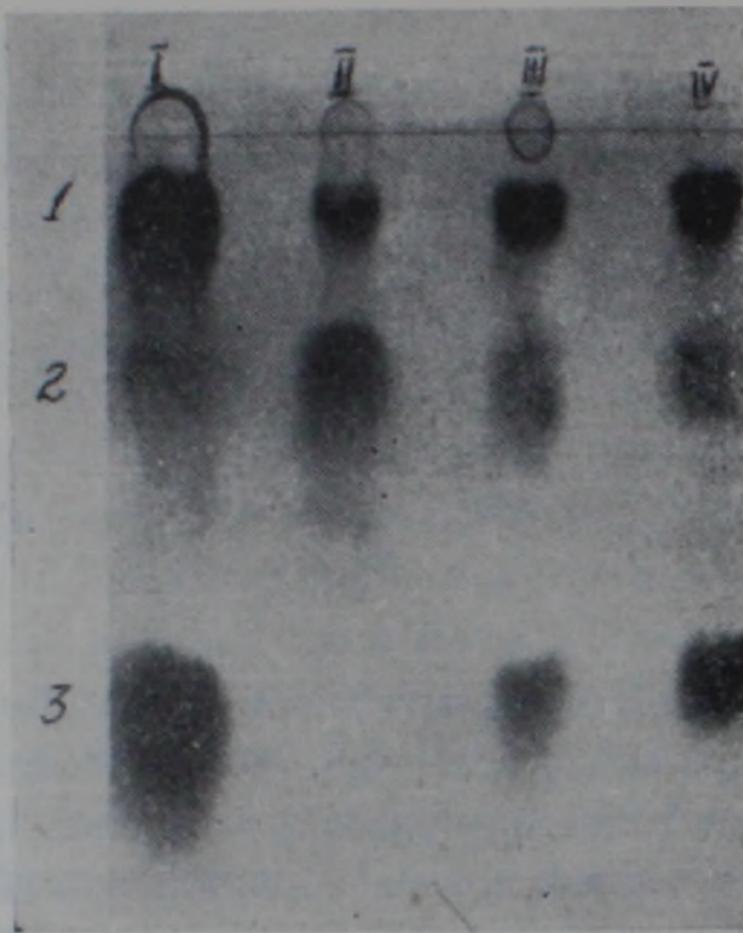


Рис. 2. Превращение цистеина в почве: I—метчики; II—каштановая карбонатная; III—чернозем выщелоченный; IV—горнолуговая дерновая; 1—цистин; 2—цистеин; 3—аланин

гидрогеназы. Разработана методика определения активности этого фермента. В почве под действием цистеинлиазы из цистеина отщепляется сероводород. Познание этих процессов поможет регулированию режима серы в системе почва—растение.

Институт почвоведения и агрохимии  
МСХ Армянской ССР

Ա. Շ. ԳԱԼՍՅԱՆ, Զ. Վ. ԱՆՏՈՆՅԱՆ

### Հողում ցիստեինի փոխարկման մասին

Բացահայտված է, որ հողում ցիստեինը անաէրոբ պայմաններում փոխարկվում է ցիստինի: Այս ուսումնասիրության կատարիչների բնույթ ունի և իրագործվում է կենսաբանական ու անօրգանական կատալիզատորների միջոցով: Հողի ֆերմենտային սիստեմում հայտնաբերված է ցիստեինդեհիդրոգենազայի ակտիվություն, որի օպտիմում pH-ը գտնվում է թույլ հիմնային միջավայրում (pH 8,0—8,5): Մշակված է այդ ֆերմենտի ակտիվության որոշման մեթոդը: Պարզված է, որ հիմքերով հագեցած հողերը՝ հատկապես կարբոնատային տարատեսակները, շահագեցածների համեմատությամբ ցիստեինի

փոխարկման բարձր կատալիտիկ սկտիվություն ունեն: Հիմքերով շահեցած հողերում ցիտեինիազայի ազդեցության տակ ցիտեինից անջատվում է ծծմբաջրածին: Այս հարցերի ուսումնասիրությունը հնարավորություն կտա պարզելու ծծմբի նյութափոխանակությունը հող-բույս սիստեմում:

#### ЛИТЕРАТУРА—ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> М. Диксон, Э. Уэбб, Ферменты, ИЛ, М., 1966. <sup>2</sup> Л. Янг, Дж. Мой, Метаболизм соединений серы, ИЛ, М., 1961. <sup>3</sup> А. Майстер, Биохимия аминокислот, ИЛ, М., 1961. <sup>4</sup> Н. И. Шевякова, Метаболизм серы у растений в условиях засоления, Автореф. канд. дис., М., 1979. <sup>5</sup> А. Ш. Галстян, Г. В. Базоян, ДАН АрмССР, т. 59, № 2 (1974).