

БИОХИМИЯ

А. Ш. Галстян

Об инактивации ферментов в почве

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. С. Давтяном 23/XI 1962)

Вопросы инактивации ферментов в почве слабо изучены. В литературе имеются данные лишь по изменению активности почвенных ферментов под влиянием органических и неорганических соединений (1-5).

Выяснено, что некоторые из них ингибируют действие ферментов, другие активизируют. Применение ингибиторов дает возможность выявить и определить природу активных групп ферментов и характерные особенности их действия в почве.

Изучение вопросов естественной инактивации будет способствовать познанию интенсивности и направленности ферментативных процессов в почве, для оценки ее биологической активности. Исходя из этого, мы пытались выяснить некоторые вопросы инактивации ферментов в почве. С этой целью ферментативные препараты инвертазы, амилазы, уреазы и пероксидазы вносили в различные типы почв и следили за ходом их инактивации:

а) горный, выщелоченный, тяжелосуглинистый чернозем — Лорийская степь; гумус по Тюрину 8,7%, рН водной суспензии 5,5; активность ферментов (на 1 г почвы за сутки, пероксидаза за 30 мин.): инвертаза — 32,8 мг глюкозы, амилаза — 4,1 мг мальтозы, уреазы — 3,5 мг аммиака, пероксидаза — 0,1 коэффициент экстинкции пурпургалина;

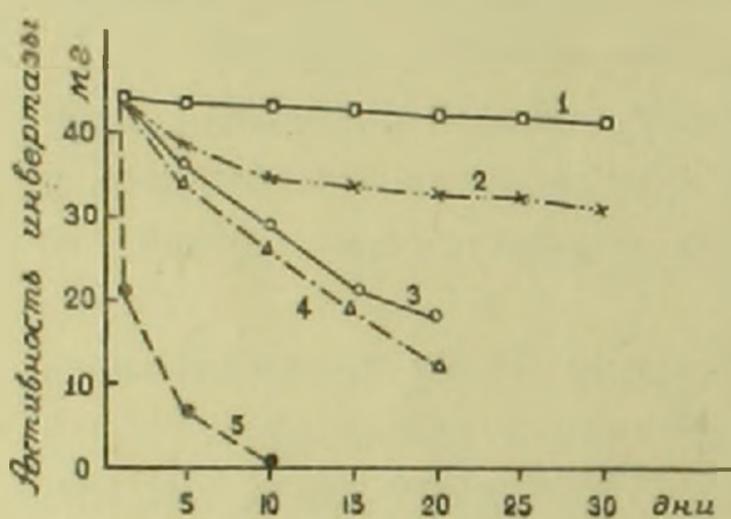
б) горный, карбонатный, среднесуглинистый чернозем, Ленинанканское плато; гумус 5,1%, рН 7,6, карбонатность 4,0%; активность ферментов: инвертаза — 18,4 мг глюкозы, амилаза — 2,5 мг мальтозы, уреазы — 1,5 мг аммиака, пероксидаза — 0,25 к. э. пурпургалина;

в) каштановая, карбонатная, суглинистая, Спитакский район; гумус 3,4%, рН 8,2, карбонатность 7,6%; активность ферментов: инвертаза — 12,4 мг глюкозы, амилаза — 1,2 мг мальтозы, уреазы — 0,9 мг аммиака, пероксидаза — 0,27 к. э. пурпургалина;

г) солончак содовый, сульфатно-хлоридно-натриевый, целинный, Октемберянский район; общее содержание солей 3%, гумус 0,44%, рН 10; активность инвертазы, амилазы, уреазы и пероксидазы равна нулю.

Образцы почв брались летом из пахотного слоя из-под озимой пшеницы. Почвы очищали от камней и корней, определяли исходную активность их ферментов, которая учитывалась при проведении опытов. Затем в кристаллизаторах к почвам (100 г) отдельно добавлялись ферментные препараты с определенной исходной активностью. Опыты проводились при комнатной температуре. Влажность почвы сохранялась близко к полевой влагоемкости. Во избежание роста водорослей к почвам добавлялся толуол — в качестве антисептика. Определение активности ферментов в почвах и в препаратах производилось через каждый пятый день со дня постановки опытов.

Ферментативный препарат инвертазы приготавливался из прессованных дрожжей (6). Перед внесением в почву устанавливалась его исходная активность. Активность инвертазы определялась учетом редуцирующих сахаров по Бертрану. В течение опыта активность ферментного препарата инвертазы изменялась незначительно (фиг. 1). В то время как такая же активность инвертазы, внесенной в почвы, инактивировалась в различной степени.



Фиг. 1. Изменение активности инвертазы. 1—ферментативный препарат; 2—выщелоченный чернозем; 3—карбонатный чернозем; 4—каштановая почва; 5—солончак.

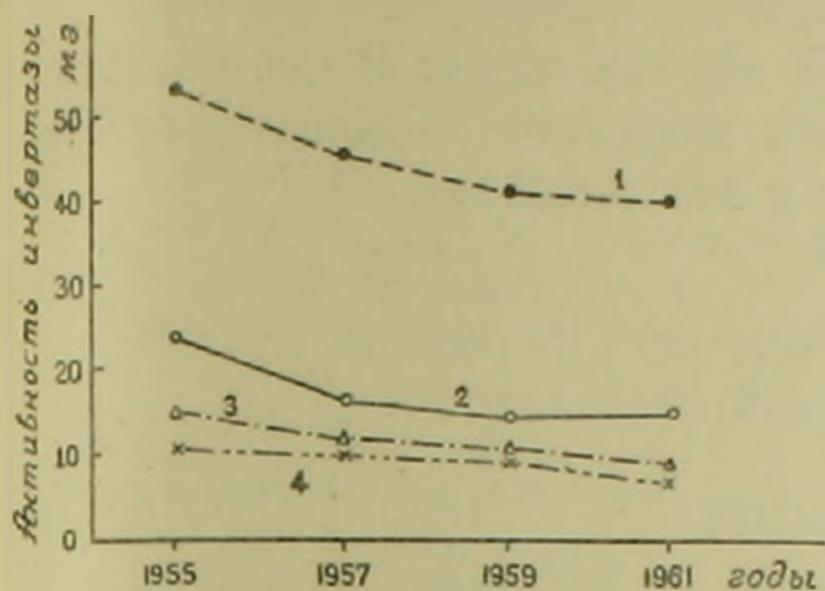
Сравнительно медленная инактивация инвертазы происходит в выщелоченном черноземе. Это в основном обусловлено активной реакцией самой почвы — рН 5,5. Она по своему значению очень близка к оптимальной рН действия инвертазы в почве, которая находится в кислой зоне рН 4,5—5,0. Отсутствие карбонатности и засоленности почвы способствует накоплению инвертазы, поэтому выщелоченные черноземы имеют сравнительно высокую активность. В связи с содержанием карбонатов, следовательно, и высокой рН инвертаза инактивируется быстро. В карбонатном черноземе и в каштановой почве ход инактивации инвертазы почти одинаковый, рН этих почв очень близки и находятся в щелочной зоне. Быстрая инактивация инвертазы происходит в солончаке, этому способствует высокий показатель рН—10 и значительное содержание солей. Кроме того, в результате высокого содержания натрия эта почва сильно диспергирована и имеет очень плохие механические свойства. Поэтому в естественных условиях в ней инвертаза не накапливается.

Активность инвертазы самих почв (контрольные) в течение опыта почти не изменялась. Вообще активность инвертазы почвы очень медленно инактивируется (фиг. 2). В течение семи лет активность инвертазы в сухой почве инактивировалась на 25—40%.

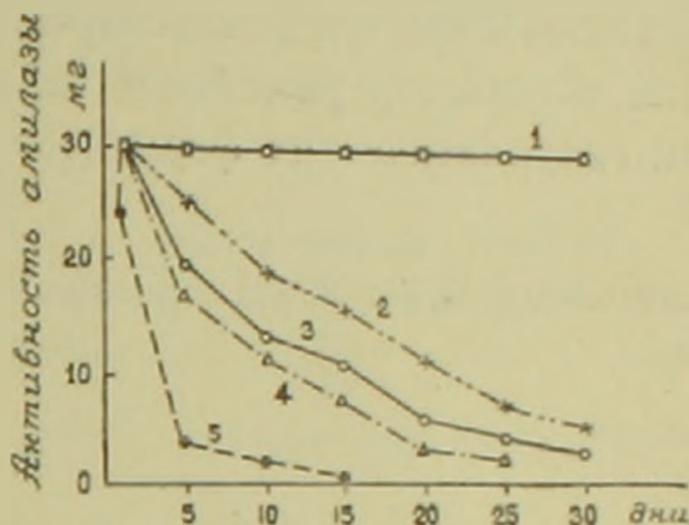
Из карбогидраз в почвах изучалась также инактивация амилазы. Ферментативный препарат амилазы подготавливался из ячменного солода (6). Суммарная активность α и β амилазы в почвах и в ферментативной вытяжке определялась с помощью 2% крахмального клейстера. В течение

опыта амилаза в препарате инактивировалась незначительно, а в почвах очень сильно (фиг. 3).

Характер инактивации амилазы в почве сходен с инвертазой. Оптимальная рН действия амилазы также лежит в кислом интервале рН 5,6—6,0. Поэтому в выщелоченном черноземе инактивация амилазы происходит сравнительно медленно, а в солончаке быстро.



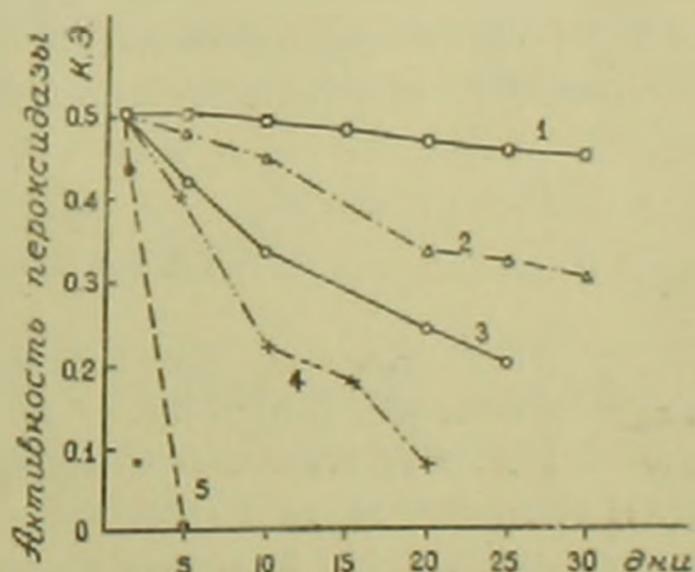
Фиг. 2. Инактивация инвертазы в сухой почве. 1—черноземовидная; 2—темно-каштановая; 3—каштановая; 4—бурая.



Фиг. 3. Изменение активности амилазы. 1—ферментативный препарат; 2—выщелоченный чернозем; 3—карбонатный чернозем; 4—каштановая почва; 5—солончак.

Наши исследования показали, что внесенная в почву уреазы, полученная из сои (6), инактивируется быстрее, чем инвертаза и амилаза. Это, по-видимому, связано с содержанием сульфгидрильных и амминных группировок в молекуле уреазы, которые легко подвергаются воздействию окислителей и ионов тяжелых металлов. Однако характер инактивации уреазы в почве тождествен с инвертазой и амилазой. Следовательно, гидролитические ферменты в почвах имеют одинаковое поведение.

Совершенно иная картина наблюдается для пероксидазы, препарат которой приготовлялся из хрена (6). В выщелоченном черноземе инактивация пероксидазы происходит быстрее, чем в карбонатных почвах (фиг. 4). В солончаке пероксидаза инактивируется быстрее. Этому способствуют анионы солей почвы, которые блокируют железо простетической группы пероксидазы и подавляют ее действие.



Фиг. 4. Изменение активности пероксидазы; 1—ферментативный препарат; 2—каштановая почва; 3—карбонатный чернозем; 4—выщелоченный чернозем; 5—солончак.

Таким образом, инактивация ферментов в почве зависит от ее физико-химических свойств: рН, карбонатности, засоленности и т. д. Особое значение имеет рН почвы, если она по значению близка к оптимальной рН действия фермента, то инактивация происходит медленно. В случае большого интервала между рН почвы и оптимальной рН действия фермента — инактивация происходит быстро. Карбонатность почвы

подавляет действие гидролитических ферментов, но активизирует окислительных. Засоленность почвы способствует быстрой инактивации ферментов в почве.

Установлено, что инвертаза, амилаза, уреазы и пероксидаза почвы более устойчивы, чем соответствующие ферменты, внесенные извне. В выщелоченных почвах гидролитические ферменты инактивируются сравнительно медленно, чем пероксидаза, а в карбонатных — наоборот. Это обстоятельство свидетельствует о том, что при оценке общей биологической активности различных типов почв необходимо определять действие как гидролитических ферментов, так и окислительных.

Институт почвоведения
и агрохимии МП и ЗСХИ Армянской ССР

Ա. Շ. ԳՍԼՍՅԱՆ

Հողերում ֆերմենտների ինակտիվացման մասին

Հողի ֆերմենտների ինակտիվացումը կախված է նրա ֆիզիկո-քիմիական հատկություններից՝ рН-ից, կարբոնատությունից, աղակալածությունից, մեխանիկական կազմից և այլն: Երբ հողի рН իր նշանակությամբ մոտ է ֆերմենտի գործունեության օպտիմալ рН, ապա սովորաբար ֆերմենտի ինակտիվացումը տեղի է ունենում դանդաղ: Հողի рН նշանակության և ֆերմենտի գործունեության օպտիմալ рН միջև մեծ տարբերության դեպքում ինակտիվացումը տեղի է ունենում արագ:

Հողի կարբոնատությունը ճնշում է հիդրոլիտիկ ֆերմենտների գործունեությունը և ակտիվացնում է օքսիդազներից՝ պերօքսիդազային: Հողի աղակալածությունը, հատկապես սոդայով, որը ստեղծում է բարձր рН, ինակտիվացնում է շատ ֆերմենտներ:

Հողի մեջ ֆերմենտային պրեպարատներ ավելացնելու միջոցով պարզված է, որ հողի սևիական ֆերմենտներն ավելի կայուն են, քան դրսից ավելացվածները: Լվացված սևահողերում հիդրոլիտիկ ֆերմենտների ինակտիվացումն ընթանում է դանդաղ, իսկ պերօքսիդազայինը՝ արագ: Կարբոնատային հողերում գոյություն ունի հակառակ պատկեր: Այս փաստից ելնելով տարբեր հողատիպերի բիոլոգիական ակտիվությունը պնահատելիս պետք է որոշել ինչպես հիդրոլիզների, այնպես էլ օքսիդազների գործունեությունը:

ЛИТЕРАТУРА — Կ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Ք Յ ՈՒ Ն

¹ H. H. Конрад, Soil Science, vol. 50, 1940 ² H. Куш, Zeit für Pflanz. Düngung, Bodenkunde, B 81, 1958. ³ H. Куш, Studie Univ. Balcs-Bolyai, Ser. biol., Cluj, vol. 3, 1958. ⁴ H. Куш и И. Петерфи, Почвоведение, № 8, 1960. ⁵ А. Ш. Галстян, ДАН АрмССР, 24, № 1 (1957). ⁶ А. Н. Белозерский и Н. И. Проскуряков, Практическое руководство биохимии растений, М., 1951.