

А. Ш. Галстян

## Влияние удобрений на активность каталазы в почве

(Представлено Г. С. Давтяном 27. V. 1957)

Биологическая активность почвы имеет большое значение для ее плодородия. Она может быть изучена с помощью ферментативных реакций. Наиболее характерным показателем биологической активности почвы является активность каталазы и инвертазы<sup>(1)</sup>.

Поскольку активность каталазы является одним из характерных показателей биологической активности почвы, то необходимо выяснить, как отражаются на ее активности различные агротехнические приемы: обработка почвы, полив, внесение удобрений и т. д. Интересно выяснить, во всех ли случаях активность каталазы является отзывчивым показателем биологической активности почвы. С этой целью нами изучалось влияние минеральных и органических удобрений на активность каталазы в почве. Исследования проводились на образцах почв, взятых с полевых и вегетационных опытов, проводимых Лабораторией агрохимии АН АрмССР.

Средние образцы почвы составлялись путем смешивания шести индивидуальных образцов, взятых на глубину пахотного слоя по диагонали делянки. Активность каталазы определялась газометрически. Навеска просеянной почвы (1г) вносилась в стеклянную банку емкостью 100 см<sup>3</sup>, добавлялось около 0,5 г мела и 5 мл 3% перекиси водорода. Количество выделившегося молекулярного кислорода отсчитывалось при температуре 18—20 °С через полминуты, в течение первой минуты и затем на второй минуте. Контролем служила стерилизованная сухим жаром (при 180°С) почва.

Полевой опыт по удобрению озимой пшеницы был заложен в Спитакском районе на каштановой, карбонатной, среднесуглинистой почве. Опыт был заложен по пятерной схеме. удобрения вносились под вспашку—азот в виде 33% аммиачной селитры, фосфор—18% обыкновенного суперфосфата и калий в виде 55% хлористого калия. Результаты определения активности каталазы по вариантам опыта приводятся в табл. 1.

Приведенные данные по активности каталазы в различных вариантах опыта показывают, что при взаимодействии перекиси водорода с почвой удобренных вариантов выделяется меньше молекулярного кислорода, чем в случае взаимодействия с почвой не удобренного

Таблица 1

Влияние минеральных удобрений на активность каталазы в почве (I.VII.1956 г.)

| № | Варианты полевого опыта | Выделение $O_2$ в $cm^3$ в течение |        |        |
|---|-------------------------|------------------------------------|--------|--------|
|   |                         | 0,5 мин.                           | 1 мин. | 2 мин. |
| 1 | Без удобрения           | 9,8                                | 15,9   | 23,4   |
| 2 | $N_{60} P_{60}$         | 7,6                                | 12,9   | 19,7   |
| 3 | $N_{10} K_{60}$         | 8,4                                | 14,9   | 22,9   |
| 4 | $P_{60} K_{60}$         | 8,0                                | 14,2   | 20,5   |
| 5 | $N_{60} P_{60} K_{60}$  | 7,9                                | 13,8   | 20,4   |

варианта. Следовательно минеральные удобрения снижают активность каталазы в почве. Наибольшее снижение активности каталазы в почве имеет место в варианте, где вместе с аммиачной селитрой внесен суперфосфат. Инактивирование каталазы в почве очевидно происходит под действием кислотных остатков вносимых солей.

Исследованием влияния нитрата натрия на активность каталазы крови было выяснено, что нитратные анионы сильно ингибируют ее активность (2). Затем было установлено также торможение нитратом действия каталазы у ряда растений: кок-сагыза, сахарной свеклы, махорки (3), чая (4). Наши же исследования показали инактивацию каталазы в почве под влиянием удобрений. Причем было выяснено, что торможение действия каталазы в почве происходит не только под влиянием минеральных удобрений, но и органических (табл. 2).

Опыт по изучению влияния органических удобрений на урожай кукурузы был заложен на светло-бурой, карбонатной, среднесуглинистой, малокультуренной почве (Шаумянский район). Результаты исследования показали, что органические удобрения как отдельно, так и совместно с минеральными снижают активность каталазы в почве. Это объясняется тем, что органические удобрения, в частности навоз, содержат значительное количество нитратных, фосфатных и других анионов. Кроме того при минерализации органического удобрения концентрация анионов в почве возрастает, что и вызывает инактивацию каталазы.

Из данных табл. 2 видно, что самая высокая активность каталазы обнаруживается в почве контрольного варианта, где количество нитратов на 1 кг сухой почвы составляет 8,7 мг, а самая низкая—в варианте НРК, где количество нитратов доходит до 63,2 мг. Такое сильное торможение действия каталазы в почве, как было сказано выше,

Таблица 2

Влияние органических и минеральных удобрений на активность каталазы в почве (30.VII.1956 г).

| № | Варианты                      | Выделение $O_2$ в $cm^3$ в течение |        |        | Колич. нитратов в мг на 1 кг сух почвы |
|---|-------------------------------|------------------------------------|--------|--------|--|
|   |                               | 0,5 мин.                           | 1 мин. | 2 мин. |  |
| 1 | Без удобрения                 | 2,9                                | 3,7    | 4,9    | 8,7                                    |
| 2 | Навоз 40 т/га                 | 1,4                                | 2,3    | 3,6    | 13,5                                   |
| 3 | Навоз 40 т/га<br>Рс 300 кг/га | 1,2                                | 2,0    | 3,2    | 14,3                                   |
| 4 | Навоз 20 т/га<br>Торф 20 т/га | 1,9                                | 2,6    | 3,5    | 22,4                                   |
| 5 | Навоз 5 т/га<br>Торф 40 т/га  | 1,3                                | 2,3    | 3,8    | 14,0                                   |
| 6 | $N_{100} P_{100} K_{80}$      | 0,4                                | 1,0    | 1,7    | 63,2                                   |

\*) Рс — обыкновенный суперфосфат.

связано не только с нитратными анионами, но и фосфатными, и хлоридными.

С целью выяснения действия различных анионов и катионов на каталазную активность почвы был поставлен лабораторный опыт на каштановой, карбонатной почве из Ноемберянского района.

Соли были добавлены к почве соответственно их грамэквивалентам (на 1 кг почвы приходилось приблизительно от 0,1 до 0,3 г азота). После добавления солей почва тщательно смешивалась и оставлялась в течение месяца. Затем в образцах определялась активность каталазы.

Результаты анализов приводятся в табл. 3.

Таблица 3

Влияние некоторых солей на активность каталазы в почве

| № | Соли           | Колич. добавл. соли в г на 1 кг почвы | Выделение $O_2$ в $cm^3$ в течение |        |        |
|---|----------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------|--------|
|   |                |                                       | 0,5 мин.                           | 1 мин. | 2 мин. |
| 1 | Без добавления | —                                     | 6,7                                | 11,9   | 19,7   |
| 2 | $NH_4NO_3$     | 0,800                                 | 4,9                                | 8,0    | 12,9   |
| 3 | $NH_4C$        | 0,535                                 | 4,5                                | 8,1    | 12,2   |
| 4 | $(NH_4)_3PO_4$ | 0,496                                 | 4,4                                | 7,9    | 12,0   |
| 5 | $(NH_4)_2SO_4$ | 0,660                                 | 4,2                                | 7,2    | 11,6   |
| 6 | $KNO_3$        | 1,010                                 | 5,1                                | 9,3    | 15,6   |
| 7 | $NaNO_3$       | 0,850                                 | 5,3                                | 9,5    | 16,3   |
| 8 | $Ca(NO_3)_2$   | 0,820                                 | 5,2                                | 9,2    | 16,2   |

Приведенные данные показывают, что добавленные соли все без исключения снижали активность каталазы в почве. Причем из изучен-

ных анионов наибольшее тормозящее действие каталазы в почве оказывают сульфаты, наименьшее—нитраты. Последнее, по-видимому, можно объяснить тем, что после добавления солей в почву количество нитратов уменьшается, что происходит в результате сравнительно большего использования их микроорганизмами и процесса денитрификации. Катионы почти не влияют на каталазную активность почвы.

Торможение действия каталазы анионами имеет химическое объяснение (5). По современным представлениям каталаза является двухкомпонентным ферментом, простетическая группа которого содержит атом железа (6). Железо в простетической группе—гематине имеет шесть координационных связей, из коих одна замещена гидроксильной группой и составляет гидроксил гематина, обладающего в некоторой степени основными свойствами.

Разложение перекиси водорода каталазой происходит в результате ее реакции с гидроксидом гематина. Поскольку перекиси водорода присущи свойства слабой кислоты, то при взаимодействии с каталазой образуется промежуточное перекисное соединение, которое восстанавливается другой молекулой перекиси водорода.

При наличии анионов, которые имеют большое химическое сродство с атомом железа, гидроксильный ион вытесняется, тем самым анионами блокируется железо гематина и исключается возможность образования промежуточных перекисных соединений, т. е. не происходит присоединения перекиси к ферменту, что приводит к инактивации каталазы. Таким образом блокирующее свойство анионов по отношению к атому железа гематина приводит к снижению каталазной активности почвы.

Однако торможение действия каталазы под влиянием различных анионов вовсе не означает, что внесенные органические и минеральные удобрения снижают биологическую активность почвы. Теперь агрохимической наукой твердо установлено, что применение удобрений является одним из решающих рычагов повышения плодородия почвы. А высокоплодородные почвы обладают высокой биологической активностью. Значит здесь необходимо искать другой показатель биологической активности. Ибо исходя из особенности инактивации каталазы под влиянием удобрений мы не можем ее действие считать показателем биологической активности почвы при исследованиях вопросов удобрения.

Лаборатория агрохимии  
Академии наук Армянской ССР

**Պարսպանախուրթերի ազդեցությունը կատալազայի  
ակտիվության վրա հողի մեջ**

Կատալազայի ակտիվությունը հանդիսանում է հողի բիոլոգիական ակտիվությունը բնորոշող ցայտուն ցուցանիշներից մեկը: Անհրաժեշտ է իմանալ թե կատալազայի գործունեության վրա ինչպես են ազդում տարբեր ազդեցությունների կողմից միջոցառումները, որոնք կիրառվում են հողի բերրիությունը բարձրացնելու նպատակով: Այս աշխատանքում ուսումնասիրվել է հանքային և օրգանական պարարտանյութերի ազդեցությունը կատալազա ֆերմենտի ակտիվության վրա հողում:

Ուսումնասիրությունների տվյալների հիման վրա պարզվել է, որ կիրառվող հանքային և օրգանական պարարտանյութերն իջեցնում են կատալազայի ակտիվությունը հողի մեջ:

Վերջինս բացատրվում է նրանով, որ հողը մոծված պարարտանյութերի մեջ եղած թթվային անիոնները միանում են կատալազայի հեմինային խմբի երկաթի ատոմի հետ, դուրս մղելով նրա հետ կապված հիդրօքսիլային խմբին: Այսպիսով հեմինային խումբը զրկվում է ջրածնի պերօքսիդի հետ փոխազդելու հնարավորությունից: Հիմնականում այս երևույթի հետևանքով էլ տեղի է ունենում կատալազայի ինակտիվացումը հողի մեջ:

Սակայն կատալազայի ինակտիվացումը բոլորովին էլ չի նշանակում, որ կիրառվող պարարտանյութերն իջեցնում են հողի բիոլոգիական ակտիվությունը: Ընդհակառակը, այժմ ապացուցված է, որ պարարտանյութերի կիրառումը հանդիսանում է հզոր միջոցառում հողի բերրիության բարձրացման գործում: Իսկ բերրի հողերն ունենում են բարձր բիոլոգիական ակտիվություն: Հետևաբար ելնելով պարարտանյութերի ազդեցության տակ կատալազայի ինակտիվացման փաստից, չի կարելի նրա գործունեությունը գիտել, որպես հողի բիոլոգիական ակտիվության ցուցանիշ պարարտացման հարցերի ուսումնասիրության ժամանակ:

**ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ**

<sup>1</sup> В. Ф. Купревич, ДАН СССР, 79, № 5 (1951). <sup>2</sup> А. А. Культюгин и Н. С. Ко-  
нашенков, Биохимия, 4, вып. 2 (1939). <sup>3</sup> Л. К. Островская, Биохимия, 15, вып. 1 (1950).  
<sup>4</sup> М. А. Бокучава, ДАН СССР, 60, № 3 (1948). <sup>5</sup> Д. М. Михлин и З. С. Броновицкая,  
ДАН СССР, 65, № 3 (1949) <sup>6</sup> Дж. Б. Самнер и Г. Ф. Сомерс, Химия ферментов и  
методы их исследования, ИЛ, М., 1948.