

А. Ш. Галстян

К изучению биологической активности почвы

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. Х. Бунятыном 18/II 1963)

На основании исследований В. Ф. Купревича ⁽¹⁾ и Е. Гофмана ⁽²⁾ активность энзимов почвы рассматривалась как показатель ее биологической активности и плодородия. Этот взгляд сложился в результате изучения активности внеклеточных энзимов различных по плодородию почв. В качестве показателя биологической активности почвы были рекомендованы энзимы, в основном относящиеся к группе гидролаз.

Исследованиями Н. Кепфа ⁽³⁾, Я. Дробника ⁽⁴⁾ и др. отрицается роль активности энзимов как показателя биологической активности и плодородия почвы. Такой вывод был сделан на основании того, что ими не была обнаружена коррелятивная связь между активностью энзимов и дыханием почвы. Интенсивность дыхания была сопоставлена с активностью гидролитических энзимов почвы.

С целью выяснения возможности оценки биологической активности почвы с помощью ферментативных реакций в течение ряда лет мы изучали связь между действием ферментов и ее дыханием. Известно, что продуцирование углекислоты при дыхании обуславливается активностью оксидаз. Последнее наглядно видно при сравнении биологической активности различных типов почв (табл. 1). Почвы,

Таблица 1

Активность ферментов и интенсивность дыхания
различных типов почв

Почвы	Карбогидразы	Амидазы	Оксидазы	Дыхание
Горно- луговая	++++	++++	+	+
Чернозем	+++	+++	++	++
Каштановая	++	++	+++	+++
Бурая	+	+	++++	+++

Обозначения: ++++ очень высокая, +++ высокая, ++ средняя, + низкая.

обладающие высокой активностью гидролаз, имеют сравнительно низкую активность оксидаз и наоборот. Следовательно, при оценке общей биологической активности различных типов почв необходимо определить активность гидролаз, оксидаз и интенсивность дыхания. При оценке биологической активности внутри одного типа или подтипа почв можно ограничиваться определением лишь одной группы ферментов и интенсивностью дыхания. Такой подход можно принимать как третий этап в деле использования действия энзимов и дыхания при оценке биологической активности и плодородия почвы.

Активность энзимов и интенсивность дыхания можно использовать для разрешения некоторых практических вопросов. До сих пор при оценке различных агротехнических мероприятий и биологической активности почвы судили микробиологическими исследованиями. Однако микробиологические анализы сложны и трудоемки. В этом отношении оценка биологической активности почв определением энзимов и дыханием более практична. При оценке способов обработки почвы, мелиорации, окультуривания, удобрения и т. д. о биологической активности почвы можно судить с помощью определения активности инвертазы, уреазы, дегидраз и интенсивности дыхания. Этот вопрос безусловно требует дифференциального подхода.

Нашими исследованиями по сопоставлению активности энзимов почвы с урожайностью различных растений установлено, что плодородные почвы имеют высокую энзиматическую активность. То обстоятельство, что действие энзимов отражает степень биологической активности и плодородия почвы, можно использовать для выбора участка под полевые опыты. Одним из основных требований, от которого в значительной мере зависит точность полевого опыта, есть выбор участка. Почвенную пестроту иногда совершенно невозможно уловить не только по внешнему виду, но и химическими анализами. Применение быстрых и легких методов установления однородности плодородия почвы при выборе участка под полевые опыты имеет огромное практическое значение. В этом отношении использование активности почвенных энзимов может явиться основой для весьма быстрого и надежного метода.

Метод установления однородности плодородия почвы с помощью энзиматических реакций мы называем „биохимической съемкой“. Следует отметить, что самым отзывчивым показателем из энзимов почвы для этой цели является активность инвертазы. Это вытекает из существующей связи между урожаем растений и активностью инвертазы в почве (табл. 2).

$$r = \frac{\Sigma V_1 V_2}{\sqrt{\Sigma V_1^2 \cdot \Sigma V_2^2}} = \frac{4,60}{\sqrt{5,59 \cdot 4,25}} = \frac{4,60}{\sqrt{23,76}} = 0,9 \pm 0,06.$$

r — коэффициент корреляции, показывает степень сопряженности урожая пшеницы и активности инвертазы почвы;

V — отклонение отдельного определения от среднего арифметического — M .

Ошибка коэффициента корреляции (0,06) вычислена по формуле

$$m_r = \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}}$$

Для выявления пестроты плодородия почвы, обусловленной суммарным влиянием всех факторов, необходимо определение активности инвертазы на участке производить дробно. Для этого участок, отведенный под полевой опыт, делится на маленькие делянки. Размеры делянок различны: если опыт ставится на больших площадях, можно иметь 100 м² и более крупные делянки; а в случае небольших площадей 10—20 м². От трех до пяти мест пахотного слоя каждой делянки берется почва и приготавливается смешанный образец.

Таблица 2

Вычисление коэффициента корреляции между урожаем озимой пшеницы и активностью инвертазы почвы

Участок	Показатели из 50 м ²		Отклонение от среднего при определении		Произведение отклонений $V_1 V_2$	Квадраты отклонений при определении	
	урожай в кг	активность инвертазы	урожая V_1	активности V_2		урожая	активности инвертазы
1	8,4	14,5	−1,0	−0,9	0,90	1,0	0,81
2	8,8	14,8	−0,6	−0,6	0,36	0,36	0,36
3	9,1	15,2	−0,3	−0,2	0,06	0,09	0,04
4	8,7	14,5	−0,7	−0,9	0,63	0,49	0,81
5	9,2	15,8	−0,2	+0,4	−0,08	0,04	0,16
6	9,3	15,5	−0,1	+0,1	−0,01	0,01	0,01
7	10,4	16,5	+1,0	+1,1	1,10	1,0	1,21
8	10,8	16,1	+1,4	+0,7	0,98	1,96	0,49
9	10,2	16,0	+0,8	+0,6	0,48	0,64	0,36
Сумма	$\Sigma = 84,9$ $M_1 = 9,4$	$\Sigma = 138,9$ $M_2 = 15,4$	+2,9 −3,2	+3,2 −2,6	$\Sigma V_1 V_2 = 4,60$	$\Sigma V_1^2 = 5,59$	$\Sigma V_2^2 = 4,25$

Определение активности инвертазы можно производить в естественно влажной или воздушно-сухой почве. Очищенную от корней и камней почву (5 г) следует поместить в 50 мл колбу, прибавить 0,5 мл толуола, 10 мл 5-процентного раствора сахарозы и 10 мл ацетатного буфера рН 4,7. При 30°С колбы ставить в термостат на 24 часа. После инкубации содержимое колбы фильтруется до 100 мл в мерных колбах. Из фильтрата берется определенный объем (20 мл) и в нем редуцирующие сахара определяются по Бертрану. Активность инвертазы выражается в мг глюкозы на 1 г почвы за сутки. Полученные результаты анализов подвергаются математической обработке. При достоверности данных участок по плодородию однородный и его можно отнести под полевой опыт. В противном случае участок по плодородию

дию пестрый и не пригоден для постановки полевых опытов. Наши исследования проводились на каштановой и бурой почвах. Этот метод необходимо проверить и уточнить для других типов почв.

Следующий вопрос касается возможности использования активности ферментов и интенсивности дыхания, как показателей биологического фактора почвообразовательного процесса. До сих пор биологический фактор почвообразования не выражался каким-нибудь суммарным показателем, между тем как это очень важно для почвенных исследований. Среди факторов почвообразования биологический является ведущим, он обусловлен растительным покровом, микрофлорой и почвенной фауной. Все организмы, участвующие в почвообразовательном процессе, продуцируют энзимы, которые долгое время, сохраняя свою активность, осуществляют синтез и разложение органического вещества почвы. Это и есть сущность почвообразовательного процесса (²). Следовательно, активность почвенных энзимов и интенсивность дыхания могут быть суммарным показателем биологического фактора почвообразовательного процесса. Здесь мы приводим лишь несколько примеров общего порядка.

В условиях засоленных почв, которые почти лишены растительного покрова и очень бедны микрофлорой и фауной, биологический фактор подавлен, в результате чего развитие почвы также подавлено. Это положение наглядно отражается в активности энзимов: действие карбогидраз не обнаруживается, каталаза действует слабо, а иногда ее активность также не обнаруживается.

Почвообразовательный процесс в условиях полупустыни протекает сравнительно слабо. Почва полупустынной зоны бедна растительным покровом и микроорганизмами. Биологический фактор почвообразования в условиях полупустыни выражен слабо. Активность энзимов в этих почвах низкая.

В луговом процессе почвообразования биологический фактор выражен сильно. Последнее обусловлено богатым растительным покровом, микрофлорой и фауной данных почв, что весьма наглядно отражается на активности энзимов и интенсивности дыхания почв. Таким образом активность энзимов и интенсивность дыхания по профилям различных типов почв наглядно отражают интенсивность биологического фактора в почвообразовании и могут быть использованы как его показатель.

На основании наших исследований можно сделать следующие выводы:

а) при оценке общей биологической активности различных типов почв необходимо определить активность гидролаз, оксидаз и интенсивность дыхания; внутри одного типа или подтипа почв можно ограничиваться определением лишь одной группы энзимов и дыханием;

б) с помощью определения активности энзимов почвы можно выявить пестроту ее плодородия;

в) активность энзимов и интенсивность дыхания можно использовать как показатель биологического фактора почвообразовательного процесса.

Институт почвоведения и агрохимии
МПИ и ЗСХП Армянской ССР

Ա Շ ԳԱԼՍՅԱՆ

Հողի բիոլոգիական ակտիվության ուսումնասիրության մասին

Հողի բիոլոգիական ակտիվության ուսումնասիրությունը հնարավորություն է տալիս լուծելու մի շարք գործնական հարցեր: Փորձնական ճանապարհով հաստատված է, որ ինվերտազայի ակտիվությունը որոշելով կարելի է պարզել հողի բերրիության համասեռությունը: Այս եղանակը հնարավորություն է տալիս դաշտային փորձերի համար համապատասխան հողամասեր ընտրելու: Այն հողամասը, որը նախատեսվում է դաշտային փորձի համար պետք է բաժանել մի շարք հողաբաժնյակների և նրանցից վերցնել խառը նմուշ: Հողի նմուշները բերել օդաչոր վիճակի և նրանց մեջ որոշել ինվերտազայի ակտիվությունը, այն արտահայտել մգ դիուկոդայով 1 գ հողի վրա 24 ժամվա ընթացքում: Ստացված արդյունքները ենթարկել մաթեմատիկական մշակման: Եթե միջին քառակուսային սխալի տոկոսը հինգից դժուր է, նշանակում է հողը բոլոր բերրիության համասեռ է և կարելի է օգտագործել դաշտային փորձի տակ: Հինգ տոկոսից բարձր սխալը դեպքում հողամասի բերրիությունը խայտարեղ է և չի կարելի օգտագործել դաշտային փորձերի համար: Հողի բերրիության համասեռությունը որոշելու այս արագ և ճիշտ եղանակը կարող է փոխարինել հետախույսական դանքերին, սրունք նույնպես կիրառվում են այդ նպատակի համար և տևում են մեկից երկու տարի:

Տարբեր հողատիպերի բիոլոգիական ակտիվության ուսումնասիրություններից պարզվել է, որ արտաբջջային ֆերմենտների ակտիվությունը և շնչառության ուժգնությունը կարելի է դիտել որպես հողագոյացման պրոցեսի բիոլոգիական գործոնի ցուցանիշ:

Հողերի ընդհանուր բիոլոգիական ակտիվությունը ղեկավարելիս պետք է որոշել հիդրոլազների, օքսիդազների գործունեությունը և շնչառության ուժգնությունը: Նույն տիպի սահմաններում կարելի է սահմանափակվել միայն մեկ ֆերմենտի ակտիվության որոշումով:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

¹ В. Ф. Купревич, ДАН СССР, т. 79, № 5, 1951. - Е. Гофман, Umschau, Н 6, 1953. ² Н. Кенф, Zeit. für Pflanz. Düng. Bodenkunde 67 (112), Н 3, 1954. ³ Я. Дробник, Почвоведение, № 12; 1957. ⁴ В. Р. Вильямс, Почвоведение, земледелие с основами почвоведения, М., 1946.