

С. М. МАШТАКОВ, Т. Н. КУЛАКОВСКАЯ и С. М. ГОЛЬДИНА

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ И ИНТЕНСИВНОСТЬ ДЫХАНИЯ КАК ПОКАЗАТЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ

(Представлено академиком А. Л. Курсановым 4 VI 1954)

Работами В. Ф. Купревича доказана возможность исследования почвы как биологического тела путем изучения активности некоторых ферментов, содержащихся в ней (¹, ²). Источником почвенных ферментов, как известно, являются населяющие почву живые организмы (², ³), среди которых, помимо высших растений, значительную роль играет микрофлора почвы. Клетки микроорганизмов, обладая огромной суммарной поверхностью, выделяют в окружающую среду значительное количество активных ферментов, влияющих как на изменение органических и минеральных компонентов почвы, так и на взаимоотношения почвенной микрофлоры. Поскольку каждый тип почвы отличается не только абсолютным количеством микроорганизмов, но и специфическим их видовым составом (³, ⁴), то и активность ферментов в различных почвах бывает неодинаковой. Она значительно колеблется в зависимости от численности и качества микроорганизмов, населяющих тот или иной образец почвы. Чем энергичнее жизнедеятельность микрофлоры, чем выше активность происходящих в почве биологических процессов, тем выше активность почвенных ферментов (¹).

Об интенсивности биологических процессов почвы можно судить не только по активности почвенных ферментов (каталазы, инвертазы, уреазы). Для этой цели существенный интерес, по нашему мнению, представляет также определение интенсивности дыхания почвы, поскольку выделение углекислоты из почвы зависит главным образом от жизнедеятельности живых организмов, населяющих почву, среди которых значительную роль играет микрофлора почвы. Хотя выделение CO_2 почвой происходит также в результате жизнедеятельности корней растений и почвенной фауны, а также в результате химических процессов, тем не менее интенсивность газообмена прежде всего определяется количеством микроорганизмов в почве. Чем больше микроорганизмов в почве, тем выше интенсивность дыхания почвы (⁵, ⁶).

В связи с этим в своих исследованиях по изучению биологической активности почвы мы определяли не только активность некоторых ферментов почвы, но в ряде случаев и интенсивность ее дыхания. Для этого взятые образцы почвы немедленно просеивались через сито с отверстиями 1 мм, затем навеска (10 г) почвы в марлевом мешочке помещалась над баритовой водой в замкнутом сосуде емкостью 1 л. Сосуды с баритовой водой и почвой помещались в термостат при 30° в течение 24 час., после чего раствор барита оттитровывался щавелевой кислотой. Таким путем устанавливалось количество выделившейся из почвы CO_2 , которое выражалось в миллиграммах на 1 кг сухой почвы в 1 час. Активность ферментов (каталазы и инвертазы) определялась по прописи В. Ф. Купревича (¹).

Из работ, выполненных под руководством И. С. Лупиновича (⁷), известно, что окультуренные торфяно-болотные почвы Минской болотной опытной станции содержат (на единицу веса почвы) больше микроорга-

низмов, чем минеральные. При пересчете же на единицу органического вещества почвы соотношения получаются обратные. Органическое вещество торфяных почв содержит значительно меньшее

Таблица 1

Количество микроорганизмов, активность ферментов и интенсивность дыхания в торфяной и минеральной почве

	На 1 г абс.-сух. почвы		На 1 г орган. вещества	
	торфяная почва	минеральная почва	торфяная почва	минеральная почва
Количество микроорганизмов (в млн.)				
На мясо-пептагаре . . .	3,952	1,085	5,001	23,412
На крахм.-аммиачн. среде	11,331	2,464	13,303	43,101
Споровые формы . . .	1,430	0,642	2,528	12,280
Денитрификаторы . . .	1,335	0,530	1,944	9,323

Активность ферментов

Каталаза (в мг 0,1-н КМпО ₄ на 1 г сух. почвы)	0,25	0,05	0,28	1,20
Инвертаза (в мг инвертного сахара на 1 г сух. почвы)	52,9	21,9	28,2	61,9
Интенсивность дыхания (в мг СО ₂ на 1 кг сух. почвы в 1 час) .	24,5	9,7	28,0	254,0

же закономерность: активность инвертазы и интенсивность дыхания соответственно снижались по мере углубления в почву (табл. 2).

Цифры табл. 1 и 2 показывают, что активность почвенных ферментов и интенсивность дыхания почвы находятся в прямой зависимости как между собой, так и от численности микроорганизмов, населяющих почву. Чем больше количество микроорганизмов в почве, тем выше активность ферментов и интенсивность дыхания почвы.

Это положение подтверждается также нашими наблюдениями за изменением биологической активности торфяно-болотной почвы, подготовленной для посева зерновых культур. Наблюдения проводились на Минской болотной опытной станции в весенний период 1953 г. в три срока: 11, 16 и 29 IV. Температура воздуха и почвы по указанным срокам изменялась в сторону увеличения следующим образом. Средняя температура воздуха и поверхности почвы была в первой декаде апреля 4,9—4,6; во

число микроорганизмов, чем органическое вещество минеральных почв (табл. 1). Определяя активность ферментов и интенсивность дыхания образцов окультуренной торфяной и минеральной почв, взятых на Минской болотной опытной станции, мы получили соотношения, соответствующие показателям, характеризующим микробиологическое население этих почв (см. табл. 1).

Известно также, что на торфяно-болотных почвах количество микроорганизмов резко уменьшается по мере продвижения вглубь почвы (8). Наши определения биологической активности различных горизонтов низинной торфяно-болотной почвы Дричинского массива (Минской обл.) * показали такую

Таблица 2

Активность инвертазы и интенсивность дыхания разных горизонтов торфяно-болотной почвы (27 VIII 1953 г.)

Горизонты почвы	ид торфа	Инвертаза в мг инвертного сахара	Дыхание в мг на 1 кг сух. почвы в 1 час
2—7 см	Осоковый со злаками . . .	518,5	138,0
7—35 "	Древесно-тростниковый . . .	236,5	78,0
35—78 "	То же	21,5	36,0

* Образцы почвы были любезно предоставлены нам Ф. П. Вавуло.

второй декаде 5,2—6,0 и в третьей 7,3—8,3°, соответственно. В результате повышения температуры окружающей среды создавались более благоприятные условия для развития почвенных микроорганизмов, вследствие чего биологическая активность почвы повышалась (см. табл. 3).

В дальнейших исследованиях мы сделали попытку установить влияние фосфорно-калийных удобрений на биологическую активность почвы и на урожай овса. Приводим результаты одного из опытов, проведенных нами в 1953 г. на целинной торфяной почве Минской болотной опытной станции. Удобрения вносились в делянки площадью 1 м² в виде суперфосфата и хлористого калия из расчета: Р₂О₅ 90 кг и К₂О 120 кг на гектар. После внесения удобрений был произведен посев овса (24 IV). Биологическая активность почвы определялась по инвертазе. Результаты были получены следующие (см. табл. 4).

Данные табл. 4 показывают, что по большинству вариантов опыта внесение в почву минеральных удобрений как порознь, так и совместно (РК) способствует увеличению активности инвертазы. При этом наибольшая активность инвертазы наблюдалась при совместном внесении суперфосфата и хлористого калия, затем при внесении одного суперфосфата и, наконец, при внесении одного хлористого калия. В полном соответствии с полученными результатами был получен и урожай зерна овса (табл. 4), что указывает на неодинаковую степень плодородия почвы по различным вариантам опыта.

Приведенные здесь результаты вполне подтверждают высказанное положение (1, 2), что путем определения активности почвенных ферментов можно дать объективную оценку суммарной биологической активности почвы и в некоторой мере степени ее плодородия. При этом оценка биологической активности почвы может быть произведена не только путем определения активности ферментов, но, как видно из приведенных

Таблица 3

Изменение биологической активности почвы и количества нитратов в пахотном горизонте торфяной почвы (0—30 см) в зависимости от сроков взятия образцов

Сроки	Каталаза в мл 0,1-н KMnO ₄	Дыхание в мг СО ₂ на 1 кг сух. почвы в 1 час	Нитраты в мг на 1 кг сух. почвы
11 IV	0,25	24,5	135,4
16 IV	0,34	35,2	147,0
29 IV	—	46,0	142,5

Таблица 4

Активность инвертазы и урожай овса на торфяной почве в зависимости от удобрений

Сроки определений	Без удобре- ний	РК	Р	К
-------------------	-----------------------	----	---	---

Активность инвертазы (в мг инв. сах. на 1 г сух. почвы)

24 IV (посев)	126,7	189,6	151,9	126,7
20 V (начало кущения) . .	101,5	102,2	95,2	108,5
19 VI (начало стеблевания)	77,3	94,5	96,5	93,8
30 VII (полная спелость) .	82,9	91,5	87,0	68,7

Урожай зерна

В г на 1 м ²	190	284	237	212
В % к контролю	100	149,4	124,7	111,5

здесь данных, и путем изучения интенсивности дыхания почвы.

В заключение считаем необходимым отметить, что в наших исследованиях обнаруживались и такие факты, которые находились в некотором противоречии с указанными выводами. Так например, нами было неоднократно установлено, что активность ферментов и интенсивность дыхания были явно больше в целинной торфяно-болотной почве, чем в хорошо разложившейся окультуренной почве. Наблюдались также случаи, когда на фоне увеличения активности каталазы и интенсивности дыхания резко

уменьшалась активность инвертазы. Для объяснения указанных явлений потребуются дальнейшие исследования, но эти факты все же не умаляют значения определений активности ферментов и интенсивности дыхания как показателей сравнительной биологической активности различных образцов почвы.

Институт мелиорации
водного и болотного хозяйства
Академии наук БССР

Поступило
2 VI 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. Ф. Купревич, ДАН, 79, № 5, 863 (1951). ² В. Ф. Купревич, Тр. конф. по вопросам почв. микробиологии, 124 (1953). ³ Е. Н. Мишустин, там же, стр. 7. ⁴ Е. Н. Мишустин, Природа, 10, 24 (1953). ⁵ Г. Люндергорд, Влияние климата и почвы на жизнь растений, М., 1937. ⁶ Б. Н. Макаров, Природа, 9, 81 (1951). ⁷ Ф. П. Вавуло, Тр. конф. по вопросам почв. микробиологии, 247 (1953). ⁸ И. С. Лупиневич, Т. Ф. Голуб, Торфяно-болотные почвы и их плодородие, Изд. АН БССР, 1952.