

УДК 631.445.24:631.46:631.51:631.811

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СРЕДНЕСУГЛИНИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ РАЗНЫХ СИСТЕМАХ ЕЕ ОБРАБОТКИ И УДОБРЕНИЯ

А. И. ПУПОНИН, В. П. МАНЖОСОВ, В. Н. МАЙМУСОВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

В многолетнем трехфакторном полевом стационарном опыте изучали влияние разных систем обработки и удобрения на ферментативную активность почвы. Установлено, что значения активности инвертазы при всех системах обработки почвы и удобрения не выходили за пределы оптимальных. На активность окислительно-восстановительных ферментов (полифенолоксидазы, пероксидазы) эти системы не оказали существенного влияния.

Известно, что активность почвенных ферментов относится к важнейшим показателям биологической активности почвы, так как ферменты являются неотъемлемым и активным компонентом экосистемы и выполняют одну из основных ее функций — превращение веществ и энергии — и тем самым играют важную роль в создании окультуренной и высокоплодородной почвы [1, 9].

Ферментативное превращение углеводов в почве занимает особое место в почвенном метаболизме, во многом определяя энергетiku почвенных биохимических процессов, благодаря трансформации поступающего в почву органического материала и накопленной в нем энер-

гии, а также аккумуляции его в почве в форме гумуса, так как при этом образуются предгумусовые компоненты [3]. Наиболее полную и объективную характеристику ферментативной активности почвы дают гидролитические и окислительно-восстановительные ферменты [3]. Поэтому детальное и непрерывное изучение влияния разных систем обработки почвы и удобрения в условиях интенсивного земледелия на оптимизацию активности почвенных ферментов позволит приблизиться к разработке комплексных мер по управлению важными почвенными процессами, особенно связанными со скоростью и направлением трансформации органических веществ.

Методика

Исследования проводили в течение 14—16-го годов (1983—1985 гг.) трехфакторного полевого стационарного опыта $9 \times 7 \times 2$ в учхозе «Михайловское», заложеного Б. А. Доспеховым осенью 1969 г. методом расщепленных делянок. Фактор А — система обработки, фактор В — система удобрения, фактор С — гербициды.

Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая; согласно «Классификации и диагностике почв СССР» ее можно отнести к группе освоенных дерново-подзолистых почв [5].

Культуры зернопропашного севооборота чередовались во времени: занятый (бобово-злаковая смесь) пар — зерновые — зерновые — пропашные — зерновые — зерновые. С 1981 г. началась 3-я ротация севооборота: горохоовсяная смесь (1981 г.) — озимая пшеница (1982 г.) — ячмень (1983 г.) —

картофель (1984 г.) — ячмень (1985 г.) — овес (1986 г.).

Исследования выполняли в следующих вариантах систем обработки почвы (условное название): 1 — отвальная, контроль; 2 — комбинированная; 3 — фрезерная минимальная; 4 — фрезерная интенсивная; 5 — отвальная с фрезерованием; 6 — отвальная с дискованием; 7 — 3-ярусная и отвальная с фрезерованием. Более подробное описание этих систем обработки даны в [8].

Системы удобрения, изучаемые в опыте, следующие: 1 — без удобрений; 2 — 2NPK (ежегодно в среднем за 16 лет 116N132P112K); 3 — солома 6 т (в среднем за год 3,2 т) + 2NPK (в среднем за год 116N132P112K); 4 — навоз 15 т (в среднем за год 14,4 т) + 2NPK (111N138P112K).

Площадь делянки 1-го порядка составляет 1260 м², 2-го — 180 м², 3-го — 90 м². Размещение вариан-

Таблица 1

Активность инвертазы (мг глюкозы на 1 г за 24 ч) в слое почвы 0—20 см (числитель) и 20—30 см (знаменатель) в среднем за 14—16-й годы опыта

Система обработки почвы (фактор А)	Система удобрения (фактор В)				В среднем по фактору А
	без удобрений	2NPK	2NPK + солома	2NPK + навоз	
Отвальная (контроль)	1,91	2,26	2,46	1,92	2,14
	1,61	1,94	2,12	1,77	1,86
Фрезерная минимальная	2,68	3,06	3,44	2,95	3,04
	1,08	1,29	1,29	1,39	1,26
Фрезерная интенсивная	2,08	2,48	2,71	2,28	2,39
	1,29	1,50	1,43	1,50	1,43
Отвальная с фрезерованием	2,33	2,65	2,85	2,34	2,54
	1,75	1,71	1,86	1,80	1,78
Отвальная с дискованием	2,18	2,74	2,84	2,36	2,53
	1,53	1,96	1,94	1,73	1,79
Комбинированная	2,16	2,14	2,60	1,87	2,20
	1,94	2,09	2,13	1,72	1,97
3-ярусная и отвальная с фрезерованием	1,96	2,00	2,16	1,71	1,96
	1,58	1,79	1,86	1,44	1,67
В среднем по фактору В	2,18	2,48	2,72	2,20	
	1,54	1,75	1,80	1,62	

тов рендомизированное. Повторность опыта 3-кратная.

В вегетационные периоды 1983 и 1985 гг. количество осадков и сумма эффективных температур существенно не отличались от средних многолетних. Вегетационный период 1984 г. был прохладным и дождливым.

Результаты

Разные по способу, глубине и интенсивности системы обработки почвы и удобрения оказали неодинаковое влияние на активность энзимов в слое почвы 0—30 см.

Активность инвертазы, действующей на гликозильные соединения и гидролизующей сахарозу, рафинозу, генцианозу и стахиозу, а также катализирующей фруктозотрансферные реакции [7], резко дифференцировалась по слоям почвы (пахотный и подпахотный) при си-

стеме фрезерной минимальной обработки по сравнению с контролем (табл. 1).

Системы отвальной с фрезерованием и отвальной с дискованием обработки почвы обеспечили значительное ее повышение в пахотном слое, причем в подпахотном она сохранялась на уровне контроля.

Комбинированная, трехъярусная и отвальная с фрезерованием обработки по действию на инвертазную активность почвы практически не отличались от системы отвальной обработки.

Активность сахарозы с глубиной снижается, что, видимо, связано с характером поступления и распределения в почвенном профиле органических веществ, а также со снижением в более глубоких слоях почвы напряженности микробиологических и биохимических процессов.

Таблица 2

Активность полифенолоксидазы (мл 0,001 н. йода на 10 г за 2 мин) в слоях почвы 0—20 см (числитель) и 20—30 см (знаменатель) в среднем за 14—16-й годы опыта

Система обработки почвы (фактор А)	Система удобрения (фактор В)				В среднем по фактору А
	без удобрений	2NPK	солома + 2NPK	навоз + 2NPK	
Отвальная (контроль)	1,95	2,04	2,14	2,16	2,07
	1,97	1,95	2,12	2,12	2,04
Фрезерная минимальная	2,08	2,06	2,22	2,22	2,14
	1,95	2,03	2,05	2,05	2,02
Фрезерная интенсивная	2,05	2,04	2,20	2,13	2,10
	1,95	1,95	2,15	2,13	2,04
Отвальная с фрезерованием	2,14	2,04	2,01	2,05	2,06
	1,97	2,05	1,75	1,97	1,94
Комбинированная	1,92	2,02	2,06	1,98	2,00
	1,97	2,10	1,92	1,98	1,99
3-ярусная и отвальная с фрезерованием	2,04	2,15	2,22	2,18	2,15
	2,12	2,20	2,13	2,23	2,17
В среднем по фактору В	2,03	2,06	2,14	2,12	—
	1,99	2,05	2,02	2,08	—

Более высокая активность инвертазы в пахотном слое почвы в среднем по фактору В была отмечена в варианте солома+2NPK, что, очевидно, связано с наличием в растительных остатках до 85—90 % углеводов. Активность сахарозы в варианте навоз+2NPK была ниже, чем в варианте солома+2NPK, и приближалась к показателю в варианте без удобрений. Вероятно, это связано с повышенной иммобилизацией данного фермента органическим веществом почвы и частичной его инактивацией.

Активность инвертазы в пахотном слое почвы при системе фрезерной минимальной обработки была выше, чем при отвальной, в вариантах: без удобрений — на 40,3 %, 2NPK — на 35,4, солома+2NPK — на 39,8, навоз+2NPK — на 53,6 %.

Ферментативная активность пахотного слоя дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы считается

оптимальной, если активность инвертазы высокая (более 1 мг глюкозы), а активность пероксидазы низкая [6]. Согласно полученным данным, активность инвертазы при всех системах обработки почвы и удобрений находилась в пределах оптимальных значений.

На активность инвертазы как фермента углеводного обмена оказывали существенное влияние (при 5 % уровне значимости) влажность пахотного слоя (коэффициент корреляции $0,65 \pm 0,13$) и коэффициент структурности почвы ($-0,35 \pm 0,16$). Среднюю обратную корреляционную связь отмечали между активностью инвертазы и целлюлолитической способностью почвы при 90 днях экспозиции ($-0,40 \pm 0,16$).

Об интенсивности и направленности биохимических процессов окисления и трансформации органических остатков в почве судили по активности окислительно-восста-

Таблица 3
Активность пероксидазы (мл 0,01 н. йода на 1 г за 2 ч) в слоях почвы 0—20 см (числитель) и 20—30 см (знаменатель) в среднем за 14—16-й годы опыта

Система обработки почвы (фактор А)	Система удобрения (фактор В)				В среднем по фактору А
	без удобрений	2NPK	солома+ +2NPK	навоз+ +2NPK	
Отвальная (контроль)	4,66	4,88	4,48	4,52	4,64
	4,67	4,76	4,63	4,44	4,62
Фрезерная минимальная	4,60	4,63	4,41	4,25	4,47
	4,50	4,69	4,65	4,33	4,54
Фрезерная интенсивная	4,20	4,20	4,42	4,49	4,33
	4,05	4,38	4,31	4,26	4,25
Отвальная с фрезерованием	4,47	4,32	4,38	4,28	4,36
	4,39	4,43	4,28	4,44	4,38
Комбинированная	4,57	4,56	4,52	4,36	4,50
	4,30	4,36	4,46	4,18	4,32
3-ярусная и отвальная с фрезерованием	4,48	4,72	4,60	4,45	4,56
	4,70	4,60	4,54	4,44	4,57
В среднем по фактору В	4,50	4,55	4,47	4,39	
	4,44	4,54	4,48	4,35	

ЛИТЕРАТУРА

новительных ферментов — полифенолоксидазы и пероксидазы [4]. Принято считать, что полифенолоксидаза катализирует реакцию окисления моно-, ди- и трифенолов, образующихся в процессе распада растительных остатков, до хинонов в присутствии кислорода воздуха и конденсацию последних с продуктами жизнедеятельности микроорганизмов (аминокислотами), в результате чего формируются молекулы гумусовых веществ. Пероксидаза участвует в минерализации гумуса, активируя перекись водорода и окисляя полифенолы [2].

В рассматриваемом полевом стационарном опыте разные системы обработки почвы и удобрения за 14—16-летний период не оказали существенного влияния на активность этих ферментов (табл. 2 и 3).

Можно проследить лишь некоторые тенденции повышения активности полифенолоксидазы и снижения активности пероксидазы в пахотном слое почвы по мере увеличения норм удобрений и, следовательно, окультуренности почвы.

Таким образом, многолетнее применение системы обработки почвы в зернопропашном севообороте без оборачивания и перемешивания пахотного слоя (фрезерная минимальная) приводит к усилению активности инвертазы в слое 0—20 см и ее снижению в подпахотном (20—30 см) слоем как на неудобренном фоне, так и на фонах 2NPK, солома+2NPK и навоз+2NPK. Разные системы обработки дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы и удобрения не оказали существенного влияния на активность окислительно-восстановительных ферментов — полифенолоксидазы и пероксидазы.

1. *Асеева И. В., Судницын И. И., Павлючук Э.* Влияние потенциала почвенной влаги на ферментативную активность почв.— Экологическая роль микробных метаболитов / Под ред. Д. Г. Звягинцева.— М.: Изд-во МГУ, 1986, с. 28—41.— 2. *Возняковская Ю. М., Берестецкий О. А.* Почвенно-микробиологические процессы в севооборотах.— В кн.: Биологические основы плодородия почвы.— М.: Колос, 1984, с. 188—233.— 3. *Галстян А. Ш.* К оценке биологической активности почвы.— Тез. докл. V делегат. съезда Всесоюз. общ. почв.— Хим. и биол. почв.— Минск, 1977, вып. 2, с. 201—202.— 4. *Карягина Л. А.* Микробиологические основы повышения плодородия почв / Под ред. акад. АН СССР Е. Н. Мишустина.— Наука и техника, 1983.— 5. Классификация и диагностика почв СССР.— М.: Колос, 1977.— 6. *Кулаковская Т. Н.* Проблемы расширенного воспроизводства плодородия дерново-подзолистых почв в условиях возрастающей интенсификации сельского хозяйства (интегральная модель высокоплодородной почвы).— Вестн. с.-х. науки, 1982, № 9, с. 33—44.— 7. Практикум по агрохимии / В. Г. Минеев, Е. П. Дурынина, А. В. Кочетавкин и др.; Под ред. В. Г. Минеева.— М.: Изд-во МГУ, 1989.— 8. *Раськова Н. В.* Изменение ферментного комплекса почв под влиянием антропогенного фактора.— В кн.: Экологическая роль микробных метаболитов.— М.: Изд-во МГУ, 1986, с. 41—53.— 9. *Хазиев Ф. Х.* Системно-экологический анализ ферментативной активности почв.— М.: Наука, 1982.— 10. *Щербаков А. П., Гарц Й.* Длительное применение удобрений и биологическая активность почв.— Экологические последствия применения агрохимикатов (удобрения). Тез. докл. Всесоюз. рабоч. совещ. по междунар. программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера».— Пушкино, 1982, с. 13—14.

Статья поступила 2 апреля 1992 г.

SUMMARY

The effect of 7 systems of tillage and 4 systems of fertilization on enzymic activity of soil and on the yield of field crops was studied in long-term 3-factor field experiment. It has been found that in all tested systems of fertilization and tillage the values of invertase activity did not fall outside the optimum limits. These systems did not essentially effect the activity of oxidation-reduction enzymes.