

УДК 663.521 / . 49:631.582/ . 81:631.461

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПОД КАРТОФЕЛЕМ И ЛЬНОМ В БЕССМЕННЫХ ПОСЕВАХ И В СЕВООБОРОТЕ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ

А. М. ЛЫКОВ, А. Ф. САФОНОВ, Т. ЗАКУАН, М. А. ЗОЛОТАРЕВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Рассматривается активность ферментов каталазы, инвертазы, полифенолоксидазы и пероксидазы в почве длительного опыта Тимирязевской академии под картофелем и льном в бессменных посевах и севообороте при длительном применении минеральных, органических удобрений и известкования.

Повышение плодородия дерново-подзолистых почв неразрывно связано с активизацией биохимических процессов, лежащих в основе почвообразования. Ферментативная активность является интегральной характеристикой функциональной деятельности почвенной биоты и потенциальной способности к осуществлению различных биохимических превращений [7].

В многочисленных опытах установлено, что с повышением содержания гумуса возрастает ферментативная активность почвы [3, 4, 10]. Однако некоторые исследователи, например [2], считают, что и высокая, и низкая биогенность почвы не способствует накоплению значительного количества гумуса. В первом случае это обусловлено интенсификацией процессов полной минерализации, во втором — низкой биохимической активностью микроорганизмов. Наиболее интенсивно процесс гумификации идет при некоторой средней биохимической активности почвы.

В задачу наших исследований входило изучить ферментативную активность почвы в севообороте и в бессменных посевах картофеля и льна при длительном применении минеральных и органических удобрений с целью обоснования оптимальных параметров плодородия дерново-подзолистой почвы.

Методика

Исследования проводили в 1985—1986 гг. в длительном опыте Тимирязевской академии, заложенном в 1912 г. Почва участка дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая. Ферментативную активность слоев почвы 0—20 и 20—40 см определяли в 3 срока (1-й — середина мая, 2-й — начало июля, 3-й — перед уборкой льна и картофеля) в бессменных посевах и в севообороте пар — озимая рожь — картофель — ячмень с подсевом клевера — клевер — лен.

Варианты удобрения следующие: без удобрений (0); NPK; NPK + навоз; навоз

на известкованном фоне и без извест. Нормы минеральных удобрений составляли 100N150P120K, навоза — 20 т/га. Известь вносили по полной гидролитической кислотности.

Активность ферментов каталазы, инвертазы определяли в 1 г воздушно-сухой почвы, очищенной от растительных остатков по А. Ш. Галстяну [5], полифенолоксидазы и пероксидазы — по Л. А. Карягиной и Н. А. Михайловской [8].

Содержание гумуса в почве длительного опыта представлено в табл. 1.

Результаты

В почвенных процессах большую роль играют ферменты класса гидролаз, расщепляющие сложные органические соединения с участием воды. С их действием связан переход высокомолекулярных органических веществ в доступные для растений и микроорганизмов формы. К этой группе ферментов относится инвертаза, участвующая в разложении полисахаридов, которые поступают в почву с растительными остатками.

Активность инвертазы в почве под картофелем и льном к середине вегетации повышалась (табл. 2). Это объясняется, с одной стороны, увеличением температуры при достаточном увлажнении почвы, с другой —

Содержание гумуса (С, %) в слое почвы 0—20 см (числитель)
и 20—40 см (знаменатель). 1985 г.

Вариант удобрения	Картофель				Лен			
	бесменно		севооборот		бесменно		севооборот	
	без Са	Са	без Са	Са	без Са	Са	без Са	Са
0	0,37	0,38	0,64	0,81	0,67	0,70	0,64	0,64
	0,13	0,13	0,52	0,14	0,43	0,14	0,37	0,13
NPK	0,52	0,52	0,72	0,86	0,81	0,94	0,84	0,95
	0,11	0,37	0,36	Не опр.	0,38	0,52	0,52	0,28
NPK+навоз	0,67	0,80	Не опр.		0,97	1,01	1,14	0,80
	0,13	0,29			0,37	0,51	0,32	0,29
Навоз	0,63	0,63	То же		0,69	0,97		Не опр.
	0,38	0,39			0,39	0,64		

повышением количества корневых выделений, поступающих в почву по мере развития растений. К концу вегетации активность инвертазы снижалась до уровня первого срока определения.

Каталитическое действие инвертазы в слое почвы 0—20 см во все сроки определения было больше, чем в слое 20—40 см. Этот факт ука-

Т а б л и ц а 2

Активность инвертазы (мг глюкозы за 24 ч на 1 г) в слоях почвы 0—20 и 20—40 см под картофелем и льном. Среднее за 1985—1986 гг.

Вариант удобрения	Срок определения	Картофель				Лен			
		бесменно		севооборот		бесменно		севооборот	
		0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40
0	1	0,88	0,44	1,02	0,60	1,32	0,94	0,79	0,60
	2	2,41	2,11	2,46	1,92	2,29	1,84	2,78	2,88
	3	0,97	0,63	1,20	0,78	1,23	0,82	0,95	0,64
	Среднее	1,42	1,06	1,56	1,10	1,61	1,20	1,51	1,37
Са	1	0,88	0,56	1,20	0,70	1,18	1,00	1,17	0,94
	2	2,28	2,00	2,38	2,00	2,76	2,32	3,30	3,65
	3	1,29	0,54	1,81	1,28	1,52	1,06	1,78	0,93
	Среднее	1,48	1,03	1,80	1,33	1,82	1,46	2,08	1,84
NPK	1	0,61	0,58	1,23	0,30	1,35	0,66	1,34	1,34
	2	2,13	1,72	2,62	1,82	2,32	2,07	3,01	2,78
	3	1,49	0,89	1,38	0,74	1,85	0,89	2,04	1,12
	Среднее	1,41	1,06	1,74	0,95	1,84	1,21	2,13	1,75
NPK+Са	1	0,92	0,56	1,94	1,08	1,73	1,06	1,56	1,04
	2	2,56	2,25	2,88	2,62	2,96	2,30	3,78	3,30
	3	1,78	0,98	1,92	0,88	2,07	1,18	1,34	0,93
	Среднее	1,75	1,26	2,25	1,53	2,25	1,51	2,23	1,76
NPK + навоз	1	0,70	0,28	1,70	0,63	1,55	0,55	1,96	0,75
	2	2,28	1,91	3,02	2,10	2,03	1,96	2,97	2,78
	3	1,00	0,65	1,44	0,64	1,56	1,12	1,34	0,90
	Среднее	1,33	0,95	2,05	1,12	1,71	1,21	2,09	1,48
NPK+навоз + Са	1	1,10	0,98	2,31	1,30	1,74	1,00	1,96	0,94
	2	2,33	2,02	3,18	2,40	2,74	2,10	3,30	2,82
	3	1,56	0,96	2,66	1,20	2,24	1,45	2,94	1,31
	Среднее	1,66	1,32	2,72	1,63	2,24	1,52	2,73	1,69
Навоз	1	1,28	0,49			1,54	0,74		
	2	2,40	1,91			2,80	2,37		
	3	1,14	1,08			1,58	0,56		
	Среднее	1,61	1,16			1,97	1,22		
Навоз + Са	1	0,96	0,48			1,60	0,83		
	2	2,71	2,18			2,52	2,02		
	3	1,08	0,54			1,91	0,80		
	Среднее	1,58	1,07			2,01	1,22		

П р и м е ч а н и е . Здесь и в последующих таблицах Са — известь.

зывает на положительную связь между ее активностью и содержанием гумуса в почве. Однако следует отметить, что содержание гумуса в слое 20—40 см было в несколько раз меньше, чем в верхнем слое, в то время как активность инвертазы в нижнем слое уменьшалась в среднем за вегетацию только на 20—40 % .

При длительном возделывании картофеля и льна бесценно активность инвертазы была существенно ниже, чем в севообороте, во всех вариантах удобрения, за исключением контроля. Чередование культур оказывало благоприятное действие на активность инвертазы, что объясняется различиями в качественном состоянии поступающего с растительными остатками и корневыми выделениями органического вещества в почву и, в первую очередь, его подвижной части.

Наибольшие колебания активности инвертазы почвы под картофелем между бесценными посевами и севооборотом обнаружены в начале, а подо льном — в середине вегетации. Под картофелем в севообороте в этот период на удобренных делянках активность инвертазы была в 2 раза выше, чем при его бесценном возделывании. Это способствовало лучшему росту растений картофеля в начальный период вегетации при чередовании культур.

Подо льном в первый срок определения активность инвертазы в севообороте мало отличалась от таковой в бесценных посевах и только к середине вегетации различия становились более выраженными. Следовательно, на активность инвертазы наряду со способом выращивания заметное влияние оказывают сама культура и технология ее возделывания.

Известкование положительно сказывалось на активности инвертазы под обеими культурами в течение всей вегетации. Особенно ярко это было выражено в вариантах с применением минеральных удобрений. Однако в опытах А. М. Галстяна, А. И. Чундеровой и др. (цит. по [3]) получены иные результаты, согласно которым максимальная активность инвертазы наблюдалась при pH 4,2—4,5, по мере уменьшения кислотности почвы активность фермента снижалась. Однако в полевых условиях устранение кислотности способствует повышению численности микроорганизмов в почве и улучшению условий для жизнедеятельности растений, поставляющих в почву с корневыми выделениями органическое вещество. Поэтому с повышением плодородия почвы активность инвертазы растет, т. е. корреляция между этими показателями положительная. Установлено, что активность инвертазы является самым отзывчивым показателем плодородия почвы [6].

В наших исследованиях длительное применение минеральных удобрений и навоза способствовало повышению активности инвертазы почвы под картофелем и льном в севообороте. В бесценных посевах льна отмечалась некоторая тенденция к ее увеличению, однако под картофелем она оставалась на том же уровне, что и на неудобренных делянках. Следовательно, внесение удобрений не устраняло угнетающего действия бесценного возделывания картофеля на этот показатель.

Важную роль в трансформации органического вещества почвы играют ферменты класса оксидоредуктаз, среди которых мы изучали каталазу, полифенолоксидазу и пероксидазу.

Активность каталазы в течение вегетации под обеими изученными культурами изменялась незначительно (табл. 3). Это было обусловлено тем, что температурный оптимум активности каталазы находится в интервале 0—10 °C [9], а в течение вегетации почва прогревалась до более высоких температур, что угнетало действие фермента.

В течение всей вегетации активность каталазы в слое почвы 0—20 см была выше, чем в слое 20—40 см. Разница обусловлена неодинаковым уровнем содержания органического вещества в этих слоях. Однако полного соответствия между содержанием органического вещества и активностью каталазы по слоям почвы не обнаружено. Так, если содержание гумуса в нижнем слое было в 2 с лишним раза ниже, чем в верхнем, то активность каталазы снижалась не более чем на 30 %. Такое не-

соответствие объясняется наличием в почве неферментативных катализаторов, например солей железа и марганца.

В бессменных посевах и севообороте существенных различий каталазной активности почвы не выявлено.

На известкованных делянках подо льном отмечалась тенденция к повышению активности каталазы.

Длительное применение минеральных удобрений не привело к существенному изменению активности каталазы по вариантам опыта. Отме-

Т а б л и ц а 3

Активность каталазы (O_2 , cm^3 за 1 мин на 1 г) в слоях почвы 0—20 см и 20—40 см под картофелем и льном. Среднее за 1985—1986 гг.

Вариант удобрения	Срок определения	Картофель				Лен			
		бессменно		севооборот		бессменно		севооборот	
		0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40
0	1	1,24	1,0	1,08	0,82	1,24	0,96	1,12	1,11
	2	1,12	0,76	1,18	0,74	1,17	0,95	1,05	1,20
	3	0,90	0,54	1,23	0,79	1,06	1,02	0,66	0,86
	Среднее	1,08	0,77	1,16	0,78	1,16	0,98	0,94	1,06
Ca	1	1,09	1,04	1,20	0,72	1,61	0,96	1,30	0,98
	2	1,22	1,00	1,22	0,95	1,17	0,95	1,25	1,13
	3	0,98	0,79	1,06	0,82	1,06	1,02	1,10	1,05
	Среднее	1,10	0,94	1,16	0,83	1,28	0,98	1,22	1,05
NPK	1	0,94	0,72	1,11	0,74	1,16	1,00	1,10	1,00
	2	1,03	0,73	1,20	0,78	1,10	1,09	0,85	0,87
	3	1,24	0,66	1,28	1,00	0,99	1,16	0,72	1,12
	Среднее	1,07	0,70	1,20	0,84	1,08	1,08	0,89	1,00
NPK+Ca	1	1,06	0,68	1,19	0,79	1,28	0,98	1,45	0,99
	2	1,12	0,64	1,15	0,98	1,18	1,00	1,63	0,85
	3	1,16	0,78	1,10	0,80	1,05	0,88	1,30	1,00
	Среднее	1,11	0,70	1,15	0,88	1,17	0,95	1,46	0,95
NPK+навоз	1	1,26	0,76	1,37	0,78	1,39	0,94	1,26	1,11
	2	1,17	0,85	1,27	0,90	1,12	0,80	0,89	0,69
	3	1,28	0,95	1,22	0,91	0,78	0,90	1,10	0,63
	Среднее	1,24	0,85	1,29	0,86	1,10	0,88	1,08	0,81
NPK+навоз+ +Ca	1	0,89	0,60	1,25	0,85	1,21	0,88	1,22	0,61
	2	1,02	0,92	1,26	0,96	1,02	0,88	1,00	0,58
	3	1,05	0,89	1,35	1,06	1,24	0,95	1,05	0,55
	Среднее	0,99	0,80	1,29	0,96	1,16	0,90	1,09	0,58
Навоз	1	1,22	0,80			0,99	0,82		
	2	1,28	0,94			1,60	1,45		
	3	1,32	0,76			0,88	0,78		
	Среднее	1,27	0,83			1,16	1,02		
Навоз+Ca	1	0,94	0,99			1,78	1,01		
	2	1,12	0,91			2,23	1,70		
	3	1,11	1,01			1,69	1,04		
	Среднее	1,06	0,97			1,90	1,25		

чалось некоторое повышение ее под картофелем на унавоженных делянках.

Таким образом, длительное возделывание культур в бессменных посевах и севообороте, а также применение известкования, минеральных и органических удобрений не оказали большого влияния на активность каталазы, что свидетельствует об устойчивости каталитического действия данного фермента, обусловленного генезисом почвы.

Активность полифенолоксидазы, которая связана с процессом гумусообразования, мало изменялась в течение вегетации под обеими культурами (табл. 4). Это указывает на благоприятный температурный и водный режим почвы по срокам определения.

Активность полифенолоксидазы в пахотном слое была в 2—4 раза выше, чем в подпахотном (напомним, кстати, что эта разница по инвертазе и каталазе составляла в среднем 30 %).

Влияние культуры на активность полифенолоксидазы проявлялось слабо. Однако следует отметить, что в слое почвы 0—20 см под картофе-

лем ее каталитическое действие было ниже. Это объясняется тем, что частое рыхление почвы в течение вегетации под картофелем приводит к усилению минерализации органического вещества. Почва подо льном в течение вегетации не обрабатывается, что способствует созданию лучших условий для гумификации органического вещества. В слое почвы 20—40 см активность фермента была выше подо льном только в бессменном

Т а б л и ц а 4

Активность полифенолоксидазы (мг бензохинона на 1 г)
в слоях почвы 0—20 и 20—40 см под картофелем и льном. Среднее за 1985—1986 гг.

Вариант удобрения	Срок определения	Картофель				Лен			
		бессменно		севооборот		бессменно		севооборот	
		0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40
0	1	0,12	0,05	0,10	0,05	0,34	0,18	0,22	0,10
	2	0,20	0,10	0,22	0,19	0,14	0,09	0,22	0,10
	3	0,22	0,12	0,49	0,18	0,29	0,12	0,27	0,17
	Среднее	0,18	0,09	0,27	0,14	0,26	0,13	0,24	0,12
Ca	1	0,40	0,10	0,55	0,20	0,51	0,20	0,51	0,28
	2	0,46	0,19	0,44	0,12	0,42	0,19	0,71	0,34
	3	0,42	0,16	0,62	0,20	0,60	0,25	0,76	0,39
	Среднее	0,43	0,15	0,54	0,17	0,51	0,21	0,66	0,34
NPK	1	0,22	0,05	0,15	0,08	0,42	0,14	0,20	0,10
	2	0,38	0,08	0,40	0,18	0,20	0,08	0,24	0,12
	3	0,20	0,12	0,18	0,09	0,40	0,12	0,25	0,12
	Среднее	0,27	0,08	0,24	0,12	0,34	0,11	0,23	0,11
NPK+Ca	1	0,33	0,15	0,64	0,25	0,62	0,30	0,55	0,24
	2	0,42	0,15	0,70	0,26	0,57	0,22	0,60	0,24
	3	0,47	0,26	0,35	0,12	0,96	0,21	0,76	0,33
	Среднее	0,41	0,19	0,56	0,21	0,72	0,24	0,64	0,27
NPK + навоз	1	0,38	0,08	0,64	0,15	0,52	0,18	0,65	0,22
	2	0,40	0,15	0,48	0,23	0,30	0,14	0,69	0,25
	3	0,38	0,20	0,71	0,22	0,34	0,13	0,71	0,25
	Среднее	0,39	0,14	0,61	0,20	0,39	0,15	0,68	0,24
NPK+навоз+ +Ca	1	0,46	0,18	0,92	0,32	0,68	0,39	1,11	0,28
	2	0,65	0,30	0,92	0,44	0,78	0,28	1,32	0,32
	3	0,70	0,36	0,92	0,38	0,82	0,44	1,20	0,32
	Среднее	0,60	0,28	0,92	0,38	0,76	0,37	1,21	0,31
Навоз	1	0,32	0,10			0,54	0,31		
	2	0,41	0,18			0,65	0,24		
	3	0,44	0,15			0,72	0,26		
	Среднее	0,39	0,14			0,64	0,27		
Навоз+Ca	1	0,75	0,22			0,82	0,38		
	2	0,68	0,52			0,86	0,32		
	3	0,72	0,30			0,95	0,40		
	Среднее	0,72	0,35			0,88	0,37		

посеве. В севообороте же сказывалось выравнивающее последствие предшествующих культур.

При бессменном возделывании картофеля активность полифенолоксидазы оказалась значительно меньше, чем в севообороте. Наибольшие различия наблюдались в вариантах с внесением навоза.

Повышение активности полифенолоксидазы подо льном в севообороте по отношению к бессменным посевам наблюдалось только в вариантах с совместным внесением NPK и навоза. Следовательно, внесение навоза и чередование содержания почвы в рыхлом (под пропашной культурой и в пару) и более уплотненном (под культурами сплошного сева) состоянии способствует повышению активности полифенолоксидазы.

Периодическое известкование почвы усиливало активность полифенолоксидазы во всех вариантах. Это подтверждают и данные других авторов [3].

Как раздельное, так и совместное применение минеральных и органических удобрений под картофель и лен способствовало повышению активности фермента, что обусловлено увеличением притока органического вещества в почву.

Активность пероксидазы в почве под картофелем и льном уменьшалась от весны к осени (табл. 5). Однако темпы этого изменения были невысокие. Так, под картофелем максимальное снижение активности пероксидазы составило 42 % в варианте без удобрений, а подо льном — 56 % в варианте с NPK. В остальных вариантах оно равнялось 10—20 %. Этот факт свидетельствует о том, что минерализация органического вещества происходит в течение всей вегетации.

Активность пероксидазы в подпахотном слое была ниже, чем в пахотном, на 10—55 % и изменялась в более узком интервале, так как

Таблица 5

Активность пероксидазы (мг бензохинона на 1 г) в слоях почвы 0—20 см и 20—40 см под картофелем и льном. Среднее за 1985—1986 гг.

Вариант удобрения	Срок определения	Картофель				Лен			
		бессменно		севооборот		бессменно		севооборот	
		0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40
0	1	1,05	0,88	0,95	0,85	1,0	0,32	0,86	0,66
	2	0,82	0,64	0,72	0,61	0,96	0,42	0,80	0,52
	3	0,61	0,77	0,81	0,60	0,73	0,45	0,76	0,55
	Среднее	0,83	0,75	0,83	0,69	0,90	0,40	0,81	0,58
Ca	1	0,96	0,65	1,24	0,95	1,0	0,86	1,17	0,74
	2	0,76	0,57	0,90	0,58	0,86	0,78	1,04	0,64
	3	0,86	0,52	0,88	0,57	0,68	0,62	0,65	0,70
	Среднее	0,86	0,58	1,0	0,70	0,85	0,75	0,95	0,69
NPK	1	1,02	0,88	1,16	0,88	1,08	0,91	1,08	0,50
	2	0,88	0,70	0,81	0,68	0,94	0,68	0,94	0,56
	3	0,92	0,78	0,78	0,68	0,48	0,68	0,60	0,57
	Среднее	0,94	0,79	0,92	0,75	0,83	0,76	0,87	0,54
NPK + Ca	1	0,98	0,87	1,21	1,12	1,00	0,57	0,88	0,74
	2	0,84	0,64	0,89	0,61	0,88	0,65	0,99	0,91
	3	0,88	0,60	1,00	0,60	0,62	0,53	0,79	0,58
	Среднее	0,90	0,70	1,03	0,78	0,83	0,58	0,89	0,74
NPK + навоз	1	1,10	0,55	1,36	0,98	1,07	1,03	1,30	0,90
	2	0,86	0,69	1,20	0,65	0,98	0,77	1,28	0,86
	3	1,07	0,81	1,27	0,58	0,82	0,58	0,86	0,80
	Среднее	1,01	0,68	1,28	0,74	0,96	0,79	1,15	0,85
NPK + навоз + Ca	1	1,36	0,76	1,49	0,91	1,24	0,82	1,28	0,90
	2	0,72	0,69	1,16	0,65	1,00	0,88	1,43	1,02
	3	0,94	0,72	1,26	0,65	0,83	0,60	1,39	0,77
	Среднее	1,00	0,72	1,30	0,74	1,02	0,77	1,37	0,90
Навоз	1	1,18	0,76			1,02	0,78		
	2	0,89	0,70			1,13	0,76		
	3	0,88	0,75			0,56	0,46		
	Среднее	0,98	0,74			0,90	0,67		
Навоз + Ca	1	1,28	1,00			1,16	0,85		
	2	1,10	0,71			1,35	0,78		
	3	1,10	0,78			1,01	0,84		
	Среднее	1,16	0,86			1,17	0,82		

нижний слой практически не подвергался воздействию агротехнических приемов.

Несмотря на большие различия в биологии картофеля и льна и в технологии их возделывания, по активности пероксидазы почвы под их посевами различались мало. Поскольку методика определения позволяет выявить не актуальную, а потенциальную активность фермента, то отсутствие существенных различий между вариантами указывает на наличие равной минерализационной способности органического вещества почвы под этими культурами.

Почва бессменных посевов с известкованных и неизвесткованных деленок обладала одинаковой активностью пероксидазы, в то время как в севообороте на известкованном фоне отмечалось некоторое ее увеличение.

Длительное применение полного минерального удобрения не оказало влияния на активность пероксидазы, а внесение навоза совместно с NPK повышало ее.

Ферменты полифенолоксидаза и пероксидаза участвуют в превращении гумусовых веществ в почве. Первый фермент играет большую роль в синтезе гумусовых веществ, второй — в их минерализации. Так как эти процессы в почве проходят одновременно, то темпы накопления гумуса определяются соотношением активности полифенолоксидазы и пероксидазы, условно названным коэффициентом гумусонакопления [1].

В табл. 6 приведен расчет соотношения активности этих ферментов в среднем за вегетацию. Он показывает, что гумус лучше сохраняется и

Таблица 6

Коэффициент гумусонакопления (%) в слоях почвы 0—20 и 20—40 см под картофелем и льном

Вариант удобрения	Картофель				Лен			
	бесменно		севооборот		бесменно		севооборот	
	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40	0—20	20—40
О	21,7	12,0	32,5	20,3	28,9	32,5	29,6	20,7
Са	50,0	25,8	54,0	24,3	60,0	28,0	69,5	49,3
NPК	28,7	10,1	26,1	16,0	40,9	14,5	26,4	20,4
NPК + Са	45,6	27,1	54,4	26,9	86,7	41,4	71,9	36,5
PK + навоз	38,6	20,6	47,6	27,0	40,6	19,0	59,1	28,2
NP K + навоз+Са	60,0	38,9	70,8	51,4	74,5	48,0	88,3	34,4
Навоз	39,8	18,9			71,1	40,3		
Навоз + Са	62,1	40,7			75,2	45,1		

накапливается подо льном, чем под картофелем. Роль севооборота в гумусонакоплении проявляется слабо под культурой сплошного сева и несколько заметнее — под пропашной. Известкование способствует созданию благоприятных условий для гумусообразования. Внесение минеральных удобрений практически не влияет на процессы гумусонакопления в почве. Применение навоза отдельно и совместно с NPК значительно улучшает условия для образования гумуса.

Выводы

1. Длительное применение удобрений, севооборота и периодическое известкование оказало неодинаковое влияние на ферментативную активность дерново-подзолистой почвы под картофелем и льном.

2. При внесении минеральных удобрений активность ферментов существенно не изменялась. Навоз способствовал ее повышению.

3. Известкование положительно влияло на активность полифенолоксидазы и инвертазы, а активность каталазы и пероксидазы оставалась неизменной. Такая же картина наблюдалась и в случае применения севооборота.

4. Активность инвертазы и полифенолоксидазы подо льном была выше, чем под картофелем, что указывает на лучшие условия для накопления гумуса под культурой сплошного сева.

5. В подпахотном слое почвы (20—40 см) ферментативная активность оказалась ниже, чем в верхнем слое (0—20 см). Наиболее сильно снижалась активность полифенолоксидазы, а активность инвертазы, каталазы и пероксидазы оставалась на относительно высоком уровне.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрономическая микробиология. — Л.: Колос, 1976. — 2. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. — Л.: Наука, 1980. — 3. Алиев С. А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв. — Баку: ЭЛМ, 1978. — 4. Васильева Л. Ферментатив-

ная активность серых оподзоленных почв при сельскохозяйственном использовании. — Тр. Харьк. СХИ, 1978, т. 255, с. 51—59. — 5. Г а л с т я н А. Ш. Определение активности ферментов почв/Метод. указания. — Ереван, 1978. — 6. Егиазарян Л. Т. Активность инвертазы как диагностический показатель однородности почвы при выбо-

ре участка под полевые опыты. — В сб.: Проблемы и методы биол. диагностики и индикации почв. М.: Наука, 1976, с. 147—156. — 7. Звягинцев Д. Г. Биология почв и их диагностика. — В сб.: Проблемы и методы биол. диагностики и индикации почв. М.: Наука, 1976, с. 175—189. — 8. Карягина Л. А., Михайловская Н. А. Методика определения пероксидазы

и полифенолоксидазы. — Изв. АН БССР, сер. с.-х. наук, 1986, № 2, с. 40—41. — 9. Купревич В. Ф., Щербакова Т. А. Почвенная энзимология. — Минск: Наука в техника, 1966. — 10. Хазиев Ф. Х. Основы системно-экологического анализа ферментативной активности почвы. Экологические условия и ферментативная активность почв. — Уфа, 1979, с. 3—17.

Статья поступила 27 мая 1987 г.

SUMMARY

Enzymatic activity of soddy-podzolic light loam did not change under long-term application of mineral fertilizers, but it increased under application of manure. Liming and crop rotation resulted in higher activity of polyphenoloxidase and invertase, while that of catalase and peroxidase remained at the same level. Under flax conditions for humus accumulation are more favourable than under potatoes.

In subsurface layer (20—40 cm) activity of polyphenoloxidase falls sharply, while that of invertase, catalase, and peroxidase is slightly reduced.