

УДК 635.21

А. В. ЩУР, канд. сельскохозяйственных наук, доцент

Государственное учреждение высшего профессионального образования

«Белорусско-Российский университет»

В. П. ВАЛКО, канд. сельскохозяйственных наук, доцент

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Д. В. ВИНОГРАДОВ, доктор биол. наук, профессор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева»

A. V. SHUR, PhD (Agro), associate professor

Public Institution of Higher Education "Belarussian-Russian University"

V. P. VALKO, PhD (Agro), associate professor

Establishment of Education "Belarusian State Agricultural Technical University"

D. V. VINOGRADOV, PhD (Bio), professor

Federal Public Budgetary Educational Institution

"Ryazan State Agro-Technological University named after P. A. Kostychev"

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ НА РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

FERMENTATIVNY ACTIVITY OF THE SOIL AT VARIOUS LEVELS
OF AGROTECHNICAL INTERVENTIONS AT CULTIVATION OF POTATOES

Представлено влияние отвальной и безотвальной обработки почвы и различных вариантов внесения удобрений на ферментативную активность почвы.

Ключевые слова: картофель, обработка почвы, внесение удобрений, ферментативная активность почвы.

Influence of bladed and non-bladed processing of the soil and various options of application of fertilizers on fermentative activity of the soil is being presented.

Ke ywords: potatoes, processing of the soil, application of fertilizers, fermentative activity of the soil.

Введение

Ферменты — биологические катализаторы белковой природы, которые образуются живыми организмами, характеризуются мощностью, лабильностью и специфичностью действия. Им принадлежит важнейшая роль в обмене веществ. Ферментативная активность почвы определяет направленность и интенсивность биохимических процессов в почве и является одним из важнейших биологических показателей, определяющих почвенное плодородие.

Многие исследователи [1–9] отмечают, что объективным интегральным показателем суммарной биологической активности почвы является ее ферментативная активность. Поскольку без ферментов не происходит ни один биологический

процесс, связанный с образованием и разрушением гумуса, их активность рассматривается в качестве критерия оценки степени окультуренности почв, напряженности протекающих в них биологических процессов, т. е. всего комплекса параметров, объединенных в понятие «плодородие почвы». Поэтому, по их мнению, ферментативную активность следует использовать для объективного диагностирования почв.

Современная энзимология насчитывает шесть классов ферментов. В почве обнаружены все ферменты, но существенное значение имеют оксиредуктазы (каталаза, полифенолоксидаза и др.), так как в основе синтеза гумусовых компонентов почвы лежат окислительно-восстановительные процессы, в которых

участвуют соответствующие ферменты. Различные фенольные соединения растительных остатков после их окисления при участии оксидаз переходят в биологически активную хиноидную форму и впоследствии, в результате реакций конденсации, полимеризации и связывания с азоторганическими соединениями, образуют молекулы гуминовых кислот.

Однако сведений о взаимосвязи ферментативной активности, агрофизических свойств почвы, агротехнических мероприятий (обработка почвы с оборотом и без оборота пласта, удобрениями, наземной растительностью) очень мало, если не считать общих положений. Поэтому исследования в этом направлении представляются перспективными в том отношении, что позволят получить более полное представление о влиянии отдельных агротехнических приемов на продуктивность и устойчивость экосистем и оптимизировать антропогенное воздействие на почву.

Уровень ферментативной активности можно рассматривать как потенциальный резерв биологической активности почвы, который может полностью реализоваться в дальнейшем, а может в зависимости от каких-либо факторов не реализоваться совсем. Он создается не за один-два года, это результат всего предшествующего развития почвы, ее окультуривания, и обусловлен, прежде всего, содержанием органического вещества [3, 10, 11]. Поскольку биохимические показатели, с одной стороны, характеризуют потенциальную активность определенных физиолого-биохимических процессов, а с другой — являются результирующей величиной уже произошедших изменений в биогеоценозе, то эти показатели можно использовать для экологической характеристики почв. Они, как считает Д. Г. Звягинцев [3], не характеризуют интенсивность реально протекающих в природе процессов, а только указывают на потенциальную способность сохранять гомеостаз при меняющихся внешних воздействиях. Задача состоит в том, чтобы фиксировать изменения, которые происходят в ферментативном комплексе при сельскохозяйственном использовании почв для выяснения роли ферментов с разной устойчивостью и локализацией в почвенном метаболизме

и в целом в экологической стабильности биогеоценозов.

Объекты и методы исследований

Полевые опыты проводились по общепринятым методикам на опытном поле Гродненского государственного аграрного университета. Почва дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 40...60 см моренным суглинком. Агрохимическая характеристика была следующая: гумус — 1,94 %; P_2O_5 — 396 мг/кг; K_2O — 129 мг/кг; pH KCl — 6,27; сумма поглощенных оснований — 16,2 м-экв. на 100 г почвы.

На фоне различных способов обработки почвы (вспашка, дискование) изучали эффективность различных видов органических и минеральных удобрений. Размер деланки — 80 м². Повторность опыта — четырехкратная.

В ходе исследований использовались следующие удобрения:

органические — подстилочный навоз;
минеральные — мочевины, двойной суперфосфат, хлористый калий;
ассоциативные — азотобактерин.

Ферментативная активность в опытах определялась по методикам, апробированным в лаборатории почвенной энзимологии Института экспериментальной ботаники имени В. Ф. Купревича и БелНИИПА.

Метод определения активности фосфатазы основан на определении минерального фосфора, полученного в результате ферментативного гидролиза бета-глицерофосфата натрия, содержание которого определяется с применением молибденово-кислого аммония и эйконогена, где образующийся в процессе реакции фосфатно-молибденовый комплекс фотоколориметрически идентифицируется при длине волны 670 нм. Активность фосфатазы выражают в миллиграммах фосфора на 5 г почвы за 24 ч.

Протеолитическую активность почвы определяли по количеству кислоторастворимых продуктов, образующихся при гидролизе казеина 15 %-ном ТХУ, и раствором Фолина со спектрофотокolorиметрическим окончанием (SPEKTROMOM-204) при длине волны 700 нм, выраженную в тирозиновом эквиваленте. Активность протеазы выражают в миллиграммах тирозина на 5 г почвы за 18 ч.

В основу метода определения активности инвертазы положена реакция редуцирующих сахаров, образующихся при ферментативном гидролизе добавленного в почву раствора сахарозы с 305-динитросалициловой кислотой с последующим фотоколориметрическим окончанием окрашенных растворов при длине волны 508 нм. Активность инвертазы выражают в миллиграммах глюкозы на 1 г почвы за 4 ч.

Каталазную активность почвы определяли газометрическим методом, основанным на учете кислорода, выделившегося в результате каталитического действия почвы на перекись водорода, с использованием трис-буфера pH–7,2 и 3 %-ной H_2O_2 . Активность каталазы выражают в миллиграммах кислорода на 5 г почвы за 2 мин.

Активность пероксидазы и полифенолоксидазы определяли по методу Л. А. Корягиной, Н. А. Михайловской. В качестве субстрата использовался гидрохинон, который окислялся под действием пероксидазы в присутствии кислорода перекиси в 1,4-н-бензохинон, имеющий желтую окраску. Спиртовую вытяжку колориметрировали на фотоколориметре с синим светофильтром. Определение активности

полифенолоксидазы проводили таким же способом, за исключением того, что в реакционную среду не вносили перекись водорода. Активность пероксидазы и полифенолоксидазы выражают в миллиграммах бензохинона на 10 г почвы за 1 ч при 30 °С.

Отбор почвенных образцов для анализа проводился в следующие сроки:

- 1 — апрель;
- 2 — в период цветения культуры (июль);
- 3 — после уборки культуры (сентябрь).

Азоторганические соединения, поступающие в почву, претерпевают ряд сложных биохимических превращений, интенсивность которых характеризует активность протеолитических ферментов. Катализируя начальный этап мобилизации органического азота, протеазы играют ведущую роль в жизни почвы, так как обуславливают динамику накопления усвояемых форм азота [12].

Результаты и обсуждение

Проведенные анализы показали (табл. 1), что на опыте с оборотом пласта активность протеазы в апреле была достаточно высокой и находилась в пределах 1,49...2,02 мг. На участке без оборота она была несколько ниже — 1,54...1,80 мг.

Таблица 1

Влияние удобрений и способов обработки почвы на протеазную активность

Варианты	Протеаза, мг тирозина на 5 г почвы за 18 ч							
	с оборотом пласта				без оборота пласта			
	Апрель	Июль	Сентябрь	Среднее	Апрель	Июль	Сентябрь	Среднее
Контроль 40 т навоза	1,61	1,65	2,09	1,78	1,79	1,84	2,54	2,05
НРК + 40 кг	2,02	2,02	2,23	2,10	1,58	1,76	2,00	1,78
РС + ас. уд. + 40 т	1,81	3,07	2,19	2,40	1,79	2,62	2,02	2,14
НРК + ас. уд. + 40 т	1,68	2,10	2,10	1,96	1,80	2,23	2,21	2,08
Фон 80 т навоза	1,49	1,28	1,66	1,48	1,64	2,11	2,20	1,98
80 т навоза + НРК	1,80	1,55	1,55	1,63	1,74	3,86	2,55	2,71
80 т навоза + ас. уд.	1,86	1,76	1,55	1,72	1,73	2,61	2,59	2,31
80 т + НРК + ас. уд.	1,87	1,90	2,13	1,96	1,54	2,51	3,09	2,38

Внесение удобрений повышало этот показатель. Так, в опыте с оборотом пласта в июле он возрастал до 3,07 мг, без оборота — до 3,86 мг. Причем применение ассоциативных микроорганизмов положительно сказывалось на активности протеазы. Ее активность на навозном фоне (40 т/га) в вариантах РК + ас. уд. и НРК + ас. уд. в опыте с оборотом пласта была максимальной и составила, соответственно, 3,07 и 2,10 мг. В еще большей степени активность фермента возрастала на участке без оборота пласта.

К третьему отбору (сентябрь) в целом активность протеазы уменьшалась. Однако следует отметить, что внесение НРК способствует активизации данного фермента и достигает максимального значения. Опыт с оборотом пласта в период уборки на I навозном фоне (40 т/га) — 2,23 мг тирозина на 5 г почвы за 18 ч. На II навозном фоне (80 т/га) в сочетании с ассоциативными удобрениями активность фермента была несколько ниже (2,13 мг). На опыте без оборота пласта подобная закономерность также имела место.

Наивысшие показатели протеазной активности имели место в вариантах навоз (80 т) + ас. уд. (2,59 мг) и навоз (80 т) + NPK + ас. уд. (3,09 мг).

В целом показатели протеолитической активности были выше в опыте без оборота пласта на 16,2 и на 14,2 %.

Определение активности азотпревращающих ферментов дает возможность оценить роль биохимических процессов в мобилизации почвенного азота. Вероятно, особенности азотного режима сопряжены с изменением активности протеазы, что проявляется в положительной корреляции между активностью протеаз и нитрификационной активностью почвы ($r = 0,59$).

Показателем интенсивности минерализации фосфорсодержащих органических соединений в почве может служить уровень фосфатазной активности.

Наиболее существенное влияние на активность данного фермента оказывает органическое удобрение (рис. 1). Так, например, при внесении двойной нормы навоза (80 т) фосфатазная активность увеличилась с 0,49...0,50 до 0,60...0,62 у. е. и была максимальной именно на этих вариантах с оборотом и без оборота пласта.

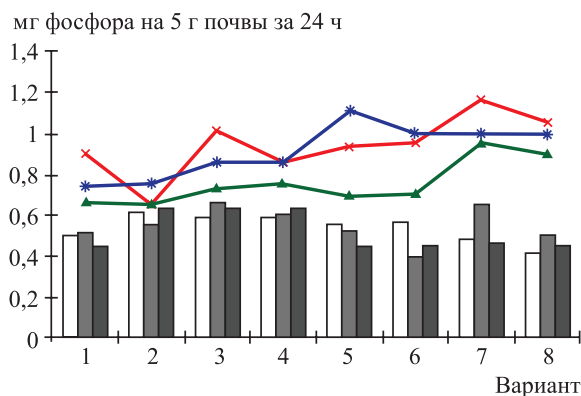


Рис. 1. Влияние удобрений и способов обработки почвы на фосфатазную активность:

- 1 — 40 т навоза; 2 — 40 т навоза + NPK;
 3 — 40 т навоза + PK + ас. уд.;
 4 — 40 т навоза + NPK + ас. уд.; 5 — 80 т навоза;
 6 — 80 т навоза + NPK; 7 — 80 т навоза + ас. уд.;
 8 — 80 т навоза + NPK + ас. уд.; с оборотом:
 □ — отбор в апреле; ■ — отбор в июле;
 ■ — отбор в сентябре; без оборота:
 ▲ — отбор в апреле; × — отбор в июле;
 * — отбор в сентябре

Применение ассоциативных удобрений на I навозном фоне (40 т/га) как в опыте с оборотом пласта, так и без оборота (варианты 3 и 4), а также на II навозном фоне (80 т/га) в опыте с оборотом пласта не сказывалось на усилении активности фосфатазы. Некоторое усиление фосфатазной активности имело место при внесении 80 т/га навоза в опыте без оборота пласта (с 0,50 у. е. на контроле до 0,58...0,59 в 7 и 8 вариантах). В апреле фосфатазная активность была несколько ниже, чем в июле и сентябре.

Фосфатаза является довольно лабильным ферментом. В почвенных условиях ее реакция подвержена влиянию многих факторов, тем более таких, как агротехнические мероприятия (применение удобрений и различных способов обработки почвы), агрофизические свойства почвы и особенности погодных условий вегетационного периода.

Подытоживая вышесказанное, можно заключить, что основное положительное влияние на изменение фосфатной активности почвы оказали органические удобрения и, в несколько меньшей степени, ассоциативные удобрения.

В отношении способа обработки почвы можно констатировать следующее (рис. 1): абсолютные показатели фосфатазной активности почвы в среднем по всем вариантам без оборота пласта были выше на 63 % по сравнению со вспашкой.

Инвертаза участвует в расщеплении дисахаридов, она играет важную роль в формировании предгумусовой фракции из разлагающейся растительной и микробной массы [4].

В исследованиях авторов отмечено, что активность инвертазы (в апреле) по вариантам опыта различалась несущественно и была в пределах 0,81...1,09 единиц по вспашке, 0,93...1,39 – по дискованию (рис. 2). Только в опыте без оборота пласта в варианте навоз (80 т) + NPK + ас. уд. она была несколько выше (1,39 ед.).

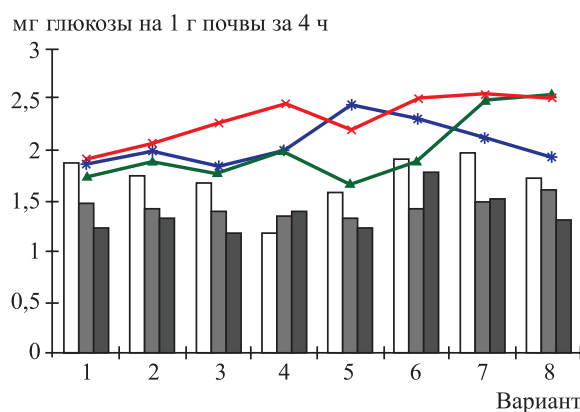


Рис. 2. Влияние удобрений и способов обработки почвы на инвертазную активность:

1 — 40 т навоза; 2 — 40 т навоза + NPK;
3 — 40 т навоза + PK + ас. уд.;
4 — 40 т навоза + NPK + ас. уд.; 5 — 80 т навоза;
6 — 80 т навоза + NPK; 7 — 80 т навоза + ас. уд.;
8 — 80 т навоза + NPK + ас. уд.; с оборотом:
□ — отбор в апреле; ■ — отбор в июле;
■ — отбор в сентябре; без оборота:
— отбор в апреле; — отбор в июле;
— отбор в сентябре

Более четкие закономерности получены в фазу цветения картофеля (июль); самая низкая инвертазная активность была на вариантах с внесением 80 т/га навоза — 0,98 единиц по вспашке и 1,12 единиц по дискованию. Дополнительное внесение NPK повышало данный показатель, соответственно, в 1,3 и 1,5 раза.

Внесение ассоциативных удобрений способствовало определенному росту инвертазной активности на всех вариантах, причем самые высокие показатели отмечены на вариантах 80 т + NPK + ас. уд. (1,46 у. е.) и 40 т + PK + ас. уд. (1,65 у. е.) — по дискованию и 1,34...1,41 у. е., соответственно, по вспашке.

Возможно, что данные органо-минеральные комплексы в совокупности с ассоциативными экологическими субстратами обладают более подвижным энергетическим материалом и расщепляются инвертазой активнее. Инвертазная активность была гораздо выше при дисковании по всем вариантам опыта и срокам отбора.

В процессе обмена веществ и энергии в почве важное место принадлежит окислительно-восстановительным ферментам. В основе синтеза гумусовых компонентов почвы лежат окислительно-восстановительные процессы, в которых участвуют такие ферменты, как каталаза,

полифенолоксидаза, пероксидаза. Различные фенольные соединения растительных остатков после их окисления при участии оксидаз переходят в биохимически активную хиноидную форму и впоследствии, в результате реакции поликонденсации, полимеризации и связывания с азоторганическими соединениями, образуют молекулы гуминовых кислот.

Роль каталазы в почве заключается также в том, что она разрушает ядовитую для организма перекись водорода, которая образуется в процессе дыхания живых организмов и в результате различных биохимических реакций окисления органического вещества.

Авторами отмечено, что каталазная активность имеет менее четкую реакцию по вариантам опыта. Весной (апрель) каталазная активность почвы при обоих способах обработки почвы была примерно одинаковой и составила в среднем: по вспашке — 4,31 и дискованию — 4,96 у. е. (рис. 3).

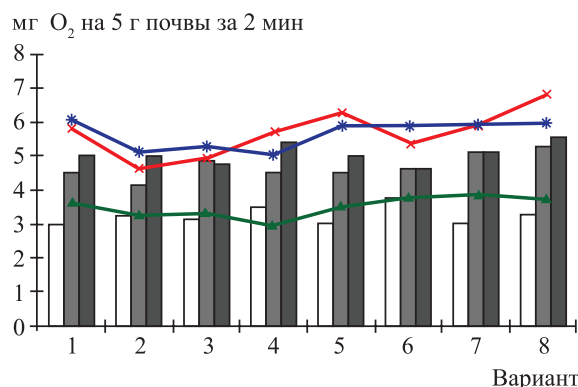


Рис. 3. Влияние удобрений и способов обработки почвы на каталазную активность:

1 — 40 т навоза; 2 — 40 т навоза + NPK;
3 — 40 т навоза + PK + ас. уд.;
4 — 40 т навоза + NPK + ас. уд.; 5 — 80 т навоза;
6 — 80 т навоза + NPK; 7 — 80 т навоза + ас. уд.;
8 — 80 т навоза + NPK + ас. уд.; с оборотом:
□ — отбор в апреле; ■ — отбор в июле;
■ — отбор в сентябре; без оборота:
— отбор в апреле; — отбор в июле;
— отбор в сентябре

Результаты образцов, отобранных в третий срок (после уборки культуры), показали, что каталазная активность снова возросла. В среднем по опыту на участке с оборотом пласта она составила 4,17, без оборота — 5,84 у. е., или увеличилась на 14,0 %.

Следует отметить, что применение ассоциативных удобрений в определенной

степени усиливало каталазную активность почвы, особенно в вариантах, где вносился навоз. Причем рост данного показателя был большим в вариантах с двойной дозой навоза. Так, каталазная активность в опыте с оборотом пласта в варианте 7 составила 3,50 у. е. в июле и 4,25 у. е. в сентябре, а в варианте 8 — соответственно, 4,00 и 4,50 у. е. В опыте без оборота пласта ассоциативные удобрения увеличивали данный показатель в еще большей степени. В варианте 7 он достигал 5,00 у. е. в июле и возрастал до 6,25 у. е. в сентябре, в варианте 8 — 4,50 и 7,25 у. е., соответственно.

Резюмируя вышеизложенное, можно заключить, что увеличение каталазной активности было большим в условиях обработки дискованием. Вероятно, это происходит вследствие того, что этот способ обработки создает более эффективный газообмен почвенной среды, оптимизирует «дыхание почвы» и способствует также более активному катализу минеральной части.

Дерново-подзолистая почва характеризуется довольно низкой пероксидазной и полифенолоксидазной активностью.

Пероксидаза почв предположительно, по мнению Ф. Х. Хазиева, Л. А. Корягиной и др. [4], участвует в процессах, имеющих важное значение для почвенного плодородия, таких как разложение гумусовых веществ почвы, фенольных веществ растительных остатков, в утилизации перекиси водорода, образующейся в процессах жизнедеятельности почвенной биоты. Обогащение почвы пероксидазой в значительной мере связано с жизнедеятельностью корней. Наиболее высокая пероксидазная активность наблюдается под травами, имевшими на протяжении вегетации больше живых корней на навеску почвы. После уборки пероксидазная активность быстро снижается, несмотря на попадание в почву большого количества отмерших остатков, что свидетельствует об участии живых корней в обогащении почв ферментом. Пероксидаза более низкая под чистым паром, а под растениями, в зависимости от их биологических особенностей, она возрастает.

В опыте с учетом сезонной динамики наиболее высокие показатели пероксидазной активности (табл. 2) имели место весной (апрель).

Таблица 2

Влияние удобрений и способов обработки почвы на активность полифенолоксидазы и пероксидазы (среднее по определениям)

Варианты опыта	Пероксидаза, мг бензохинона на 10 г почвы за 30 мин при 30 °С		Полифенолоксидаза, мг бензохинона на 10 г почвы за 30 мин при 30 °С		Условный коэффициент гумусонакопления, %	
	Вспашка	Дискование	Вспашка	Дискование	Вспашка	Дискование
Контроль 40 т навоза	0,39	0,36	0,88	1,0	225	285
40 т + NPK	0,38	0,36	0,92	0,93	242	258
40 т + PK + ас. уд.	0,46	0,35	0,86	0,96	187	274
40 т + NPK + ас. уд.	0,44	0,40	0,96	0,96	218	240
80 т навоза	0,43	0,36	0,96	1,42	223	394
80 т + NPK	0,37	0,50	0,88	1,07	238	214
80 т + PK + ас. уд.	0,37	0,45	0,93	1,07	251	237
80 т + NPK + ас. уд.	0,42	0,46	0,92	0,23	219	202

В более поздние сроки отбора активность данного фермента снижалась. Следует отметить, что абсолютные величины пероксидазной активности в июле в опыте с оборотом пласта были несколько ниже, чем без оборота. В среднем по опыту этот показатель в первом случае составил 0,38 у. е. и 0,44 у. е. во втором, или на 15,7 % выше. Более высоким данный показатель был в вариантах с совместным внесением навоза и полного минерального удобрения. Ассоциативные удобрения не

оказали существенного влияния на данный показатель.

Самые низкие показатели активности пероксидазы были в варианте с совместным внесением одинарной дозы навоза (40 т/га + NPK) как в опыте с оборотом пласта (0,23 у. е.), так и без оборота (0,31 у. е.).

Исходя из положения, что полифенолоксидаза участвует в превращении органических соединений ароматического ряда в компоненты гумуса, а ее активность в почве находится в прямой зависимости от

содержания гумуса, можно полагать, что ее снижение свидетельствует об ухудшении условий для гумусообразования.

Закономерности, имевшие место в отношении пероксидазной активности, отмечают-ся и для полифенолоксидазной активности.

Так, максимум полифенолоксидазной активности приходился на апрель, в июле активность снижалась и наименьшей была в сентябре. При бесплужной обработке активность полифенолоксидазы была на 14 % выше по сравнению со вспашкой.

Формирование почвенного плодородия тесно связано с ферментативными процессами. Обнаружена прямая связь содержания полифенолоксидазы с содержанием гумуса, а для пероксидазы — обратная [4]. Исследования авторов показали, что коэффициент гумусонакопления четко коррелирует с обработкой почвы, и эта зависимость сохраняется по всем вариантам опыта. При обработке почвы без оборота пласта (дискование) условный коэффициент гумусонакопления в среднем был выше по сравнению со вспашкой (табл. 2).

Самое высокое гумусонакопление при возделывании картофеля было в вариантах с применением чистого навоза (80,40 т/га). При совместном применении навоза и минеральных удобрений коэффициент снижался, особенно в вариантах с применением азота (N 110, 60 кг/га).

Наиболее высокая активность ферментов была в целинном аналоге (табл. 3). В целом по профилю наиболее высокой активностью ферментов и продуктивностью метаболизма характеризуется гумусово-аккумулятивный горизонт (A1) почвенного профиля. В подзолистом горизонте активность ферментов резко снижается (A2).

Таблица 3

Ферментативная активность почвы

Активность ферментов	Целинный аналог		Опытное поле	
	A1	A2	A1	A2
Инвертаза	3,52	0,44	1,25	0,22
Фосфотаза	1,54	0,14	0,51	0,00
Протеаза	5,86	0,80	1,50	0,15
Каталаза	18,50	1,30	1,30	0,70
Полифенолоксидаза	1,03	0,18	0,53	0,20
Пероксидаза	0,65	0,33	0,44	0,30

Уровень активности ферментов в почве целинного аналога превосходил уровень в почвах опытного поля по каталазе в 14,3 раза, протеазе — в 3,9 раза, фосфатазе — в 3 раза, инвертазе — в 2,9 раза. Различия по пероксидазе и полифенолоксидазе были менее значимы (47 и 94 % соответственно). Следовательно, сравнение уровней ферментативной активности и характера профильного распределения ферментов в целинном аналоге и почве, задействованной в сельскохозяйственном обороте, отражает те изменения, которые происходят в почве при сельскохозяйственном использовании.

Заключение

Многие авторы считают [1, 2, 4], что пероксидаза и полифенолоксидаза непосредственно участвуют в процессах превращения углерода и гумусовых веществ в почве.

Пероксидаза катализирует процессы разложения гумусовых веществ и их компонентов, а полифенолоксидаза — реакции синтеза. Поскольку в почве оба процесса идут одновременно, то количество гумуса в почве определяется соотношением этих двух противоположно направленных процессов.

Таким образом, становится понятно, почему при обработке почвы без оборота пласта количество гумуса в почве увеличивается более интенсивно по сравнению со вспашкой.

Обработка почвы является радикальным средством регулирования сложных микробиологических процессов, протекающих в почве, в том числе и ферментативной активности, поскольку ферменты продуцируются всей совокупностью живых микроорганизмов почвы, и формирование почвенного плодородия тесно связано с ферментативными процессами.

Подытоживая вышеизложенное, в целом необходимо отметить, что на ферментативную активность почвы оказывали влияние время отбора образцов, система удобрений, способы обработки почвы и возделываемые сельскохозяйственные культуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валько В. П., Щур А. В. Особенности биотехнологического земледелия. — Минск : БГАТУ, 2011. — 196 с.
2. Голоха В. В. Изменение биологической активности чернозема оподзоленного тяжелосуглинистого в многолетнем стационарном опыте с удобрениями : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / В. В. Голоха. — Л. : Пушкин, 1979.
3. Звягинцев Д. Г. Почва и микроорганизмы. — М. : МГУ, 1987.
4. Корягина Л. А. Микробиологические основы повышения плодородия почв. — Минск : Наука и техника, 1983.
5. Курчевский С. М., Виноградов Д. В. Роль агромелиоративных приемов в улучшении основных агрофизических свойств супесчаной дерново-подзолистой почвы // Агропанорама. — № 6. — 2013. — С. 10–12.
6. Курчевский С. М., Виноградов Д. В. Изменение основных свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы под действием органо-минеральных удобрений и бактериального препарата «Байкал ЭМ-1» // Вестник УО БГСХА. — 2013. — № 4. — С. 113–117.
7. Манжосов В. П., Маймусов В. Н. Нитрификационная способность дерново-подзолистой почвы и урожайность полевых культур // Почвоведение. — 1993. — № 8.
8. Марфенина О. Е., Мирчинк Т. Г. Микроскопические грибы при антропогенном воздействии на почву // Почвоведение. — 1988. — № 9.
9. Фадькин Г. Н., Виноградов Д. В. Роль длительности применения форм азотных удобрений в формировании урожая сельскохозяйственных культур в условиях юга Нечерноземья // Международный технико-экономический журнал. — 2014. — № 2. — С. 80–82.
10. Ушаков Р. Н., Виноградов Д. В., Головина Н. А. Физико-химический блок плодородия агросерой почвы // Агрохимический вестник. — 2013. — № 5. — С.12–13.
11. Ушаков Р. Н., Виноградов Д. В., Гусев В. И., Зубец А. Н. Физико-химическая модель плодородия серой лесной почвы как информационной основы ее устойчивости к неблагоприятным воздействиям // Почвы Azerbaijan: генезис, география, мелиорация, рациональное использование и экология: матер. междуна. науч. конф. — Баку-Габала : НАН Azerbaijan, 2012. — С. 1013–1018.
12. Бардышев М. А., Павловская Г. А., Яцевич В. А. Ферментативная активность и азотно-фосфорный режим дерново-подзолистой супесчаной почвы // Проблемы экспериментальной ботаники. — Минск : Беларус. навука, 1977.

REFERENCES

1. Val'ko V. P., Shchur A. V. Osobennosti biotekhnologicheskogo zemledeliya. — Minsk : BGATU, 2011. — 196 p.
2. Golokha V. V. Izmenenie biologicheskoy aktivnosti chernozema opodzolennogo tyazhelosuglinistogo v mnogoletnem statsionarnom opyte s udobreniyami : avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk / V. V. Golokha. — L. : Pushkin, 1979.
3. Zvyagintsev D. G. Pochva i mikroorganizmy. — M. : MGU, 1987.
4. Koryagina L. A. Mikrobiologicheskie osnovy povysheniya plodorodiya pochv. — Minsk : Nauka i tekhnika, 1983.
5. Kurchevskiy S. M., Vinogradov D. V. Rol' agromeliorativnykh priemov v uluchshenii osnovnykh agrofizicheskikh svoystv supeschanoy dernovo-podzolistoy pochvy // Agropanorama. — № 6. — 2013. — pp. 10–12.
6. Kurchevskiy S. M., Vinogradov D. V. Izmenenie osnovnykh svoystv dernovo-podzolistoy supeschanoy pochvy pod deystviem organo-mineral'nykh udobreniy i bakterial'nogo preparata «Baykal EM-1» // Vestnik UO BGSKhA. — 2013. — № 4. — pp. 113–117.
7. Manzhosov V. P., Maymusov V. N. Nitrifikatsionnaya sposobnost' dernovo-podzolistoy pochvy i urozhaynost' polevykh kul'tur // Pochvovedenie. — 1993. — № 8.
8. Marfenina O. E., Mirchink T. G. Mikroskopicheskie griby pri antropogennom vozdeystvii na pochvu // Pochvovedenie. — 1988. — № 9.

9. Fad'kin G. N., Vinogradov D. V. Rol' dlitel'nosti primeneniya form azotnykh udobreniy v formirovanii urozhaya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh yuga Nechernozem'ya // Mezhdunarodnyy tekhniko-ekonomicheskyy zhurnal. — 2014. — № 2. — pp. 80–82.
10. Ushakov R. N., Vinogradov D. V., Golovina N. A. Fiziko-khimicheskyy blok plodorodiya agroseroy pochvy // Agrokhimicheskyy vestnik. — 2013. — № 5. — pp. 12–13.
11. Ushakov R. N., Vinogradov D. V., Gusev V. I., Zubets A. N. Fiziko-khimicheskaya model' plodorodiya seroy lesnoy pochvy kak informatsionnoy osnovy ee ustoychivosti k neblagopriyatnym vozdeystviyam // Pochvy Azerbaydzhana: genezis, geografiya, melioratsiya, ratsio-nal'noe ispol'zovanie i ekologiya: mater. mezhdun. nauch. konf. — Baku–Gabala : NAN Azerbaydzhana, 2012. — pp. 1013–1018.
12. Bardyshev M. A., Pavlovskaya G. A., Yatsevich V. A. Fermentativnaya aktivnost' i azotno-fosfornyy rezhim dernovo-podzolistoy supeschanoy pochvy // Problemy eksperimental'noy botaniki. — Minsk : Belarus. navuka, 1977.

Материал поступил в редакцию 01.12.14.

Щур Александр Васильевич, канд. сельскохозяйственных наук, доцент

Тел. (0222) 22-24-50, e-mail: shchur@yandex.ru

Валько Владимир Петрович, канд. сельскохозяйственных наук, доцент

Тел. (+37517) 267-63-33, e-mail: shchur@yandex.ru

Виноградов Дмитрий Валериевич, доктор биол. наук, профессор

Тел. (4912) 35-35-16, e-mail: in-rgatu@rambler.ru

УДК 665.344.34

К. В. ИЛЛАРИОНОВА, канд. техн. наук, доцент

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Санкт-Петербургский торгово-экономический университет»

С. В. ГРИГОРЬЕВ, канд. сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

«Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н. И. Вавилова»

K. V. ILLARIONOVA, PhD (Eng), associate professor

Public Educational Institution of Higher Education "St. Petersburg Trade and Economic University"

S. V. GRIGORIEV, Ph.D. (Agro), leading researcher

Federal Public Budgetary Scientific Institution

"All-Russian Research Institute of Plant Growing of N. I. Vavilov"

ИЗМЕНЧИВОСТЬ СВОЙСТВ КОНОПЛЯНОГО МАСЛА РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

THE DIVERSITY OF PROPERTIES OF HEMP OIL OF VARIOUS ORIGINS

Изучен состав и содержание жирных кислот конопли (Cannabis sativa L.) в масле и семенах различного происхождения и срока хранения. Обсуждена изомеризация цис-двойных связей в транс-связи.

Ключевые слова: жирнокислотный состав масла семян конопли, цистранс-изомеры, стеаридониковая кислота, паринаровая кислота.

The diversity of fatty acids profiles of hemp oil has been studied. The isomerization of cis-double bonds to trans- double bonds has been discussed.

Key words: hemp oil fatty acids profile, trans-double bonds, isomerization of cis-bonds.