

УДК 631.417

ФЕРМЕНТАТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ АГРОЛАНДШАФТОВ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЬЯ

Зинченко М.К., Зинченко С.И.

*ФГБНУ «Владимирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» ФАНО РФ,
Суздаль, e-mail: zinchenkosergei@mail.ru*

Проведен анализ ферментативной активности почвенных разностей серой лесной почвы агроландшафтов. Определяли влияние на уровень активности почвенных ферментов основных приемов обработки почвы (ежегодной отвальной вспашки, ежегодной мелкой и глубокой плоскорезной обработки). Установлено, что ферментативный потенциал серой лесной почвы со вторым гумусовым горизонтом в слое 0-40 см превышает серую лесную слабооподзоленную почву по активности каталазы, уреазы и инвертазы. В серой лесной слабооподзоленной почве энзиматическая активность в слое 0-40 см выше по фону, обработанным безотвально на глубину 6-8 см. В почве с Ah относительная активизация ферментативной активности наблюдается на вариантах основной обработки на глубину 20-22 см.

Ключевые слова: агроландшафты, серая лесная почва, ферменты, энзиматическая активность, приемы основной обработки почвы, почвенные разности.

FERMENTATIVNY ACTIVITY OF GREY LESNEY SOILS OF AGROLANDSCAPES OF THE VLADIMIR OPOLYA

Zinchenko M.K., Zinchenko S.I.

Vladimir Agricultural Research Institute, Suzdal, e-mail: zinchenkosergei@mail.ru

The analysis of fermentativny activity of soil differences of the gray forest soil of agrolandscapes is carried out. Defined influence on the level of activity of soil enzymes of the main methods of processing of the soil (annual dump plowing, annual small and deep ploskorezny processing). It is established that the fermentativny capacity of the gray forest soil with the second humic horizon in a layer the 0-40th exceeds the gray forest slaboopodzolenny soil on activity of a catalase, urease and an invertaza. In the gray forest slaboopodzolenny soil enzymaticheskyy activity in a layer of 0-40 cm is higher on the backgrounds processed bezotvalno on depth by the 6-8th. In the soil with Ah relative activization of fermentativny activity is observed on options of the main processing on depth the 20-22nd.

Keywords: agrolandscapes, gray forest soil, enzymes, enzymaticheskyy activity, methods of the main processing of the soil, soil differences.

Введение

Агроландшафтные участки с высоким и средним уровнем плодородия выступают в качестве основной природно-производственной единицы адаптивного использования пашни в опольной зоне. Адаптивная интенсификация земледелия Владимирской области, в первую очередь, должна базироваться на основе учета особенностей почвенного покрова в пределах одного поля [3]. В условиях полого – волнистого рельефа почвенный покров Владимирского ополья отличается выраженной пестротой, слагающих его почв. Выделяются серые лесные почвы разной степени оподзоленности, остаточно-карбонатные, серые лесные почвы на покровных суглинках, и наиболее дифференцированные серые лесные почвы со вторым гумусовым горизонтом [6].

Хотя территория ополья издавна находилась в многовековом сельскохозяйственном использовании, аграрии не уделяли внимания вопросам пространственной неоднородности почвенного покрова.

Основным показателем, характеризующим биоэнергетический потенциал почв, является их ферментативная активность.

Сущность связи между эффективным плодородием и ферментативной активностью почвы заключается в том, что под действием соответствующих ферментов недоступные растениям органические и минеральные соединения азота, фосфора, углерода и других элементов переходят в доступное состояние, что в конечном итоге важно для практического земледелия [4]. Несмотря на исключительную важность затронутой проблемы, следует признать, что почвы Владимирского ополья недостаточно изучены в этом отношении.

Цель исследования: провести анализ энзиматической активности почвенных разностей серой лесной почвы при длительном сельскохозяйственном использовании.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились 2012-2014 гг. в полевом стационарном опыте на базе Владимирского НИИ СХ (г. Суздаль) по фону основных обработок: ежегодная плоскорезная на 6-8 см (ЕМПО); ежегодная плоскорезная на 20-22 см (ЕГПО); ежегодная отвальная вспашка на 20-22 см (ЕОВ). Минеральные удобрения вносились в дозе НРК-60 кг д.в. на га под культуры зерноотраважного севооборота: озимую рожь, яровую пшеницу, ячмень. В исследованиях использо-

валась карта – схема, составленная сотрудниками комплексной почвенной экспедиции кафедры физики и мелиорации почв и кафедры общего земледелия факультета почвоведения МГУ. На каждом варианте основной обработки, согласно почвенной карте – схеме, выделялись стационарные площадки согласно таксономической классификации на уровне рода: серая лесная слабоподзоленная почва ($J_2^{оп1}$) и серая лесная сильнооподзоленная со вторым гумусовым горизонтом ($J_2^{ноп3}$). Образцы отбирались на стационарных площадках в каждом варианте основной обработки из слоев 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 см по трем срокам: май, июль, сентябрь. В свежих почвенных образцах определялась активность следующих ферментов: каталазы – газометрическим методом по А.Ш. Галстяну; уреазы – колориметрическим методом по Т.В. Щербаковой; инвертазы – титриметрическим методом И.Н. Ремейко, С.М. Малиновской; общая фосфатазная активность методом И.Е. Геллер, К.Е. Гинзбург [5].

Результаты исследований и их обсуждение

При изучении морфологического строения почвенного покрова опытного участка были выявлены характерные его особенности. Пахотный горизонт двух родов серой лесной почвы имеет одинаковую мощность и близкие морфологические параметры, однако, при наличии второго гумусового горизонта нижняя его граница более темная и рыхлая, чем у серой лесной слабоподзоленной почвы. Это связано с тем, что второй гумусовый горизонт припахивается к верхнему и вовлекается в сельскохозяйственное использование. На опытном участке горизонт Ah обнаруживался на глубине 20-21 см.

Подпахотный слой (горизонт EB) в серой лесной слабоподзоленной почве выделялся с глубины 19-21 см. Поэтому изучаемые почвенные разности имеют отчетливо дифференцированные по морфологическим признакам профили с глубины 20 см. Содержание гумуса в пахотном горизонте серой лесной слабоподзоленной почвы варьирует в пределах 2,87-3,40%, а в почве со вторым гумусовым горизонтом достигает 3,79-4,20%.

Благоприятные условия для микробиологических и биохимических процессов складываются в весенний и осенний периоды, когда влажность почвы составляет 24-26%. Многолетние исследования за водным режимом серых лесных почв при возделывании зерновых культур показали, что в период вегетации запасы влаги мало зависят от приёма и глубины основной обработки (С.И. Зинченко, 2010, 2013) [1, 2]. Минимальная влагообеспеченность наблюдалась в июле, когда абсолютные показатели весовой влажности снижаются до 10-18%. Это закономерно обусловлено недостатком ат-

мосферных осадков и высоким водопотреблением сельскохозяйственных культур при формировании репродуктивных органов в этот период. Пересыхание верхнего слоя приводит к снижению численности и метаболической активности пула микроорганизмов серой лесной почвы.

Исследования показали, что активность, изучаемых ферментов закономерно снижается с глубиной, что связано с содержанием органического вещества в почве (табл. 1).

Послойное распределение активности ферментов показало, что в серой лесной слабоподзоленной почве резкое снижение активности энзимов наблюдается с глубины 20-30 см (горизонт EB). Распределение активности ферментов в почве со вторым гумусовым горизонтом носит более равномерный характер. Не отмечено значительного их снижения в слое 20-30 см, то есть ферментативная активность горизонта Ah находится на уровне Апх.

Каталаза относится к группе окислительно-восстановительных ферментов, высокая ее активность является свидетельством напряженности энергетических процессов в почве, отражая уровень плодородия и характеризуя процессы биогенеза гумуса. В горизонте Ah и AhB серой лесной почвы отмечена относительно высокая ферментативная активность каталазы (рис. 1). Показатели слоя 20-40 см приближаются к значениям, полученным в Апх, особенно по фонам, обработанным на глубину 20-22 см.

Это свидетельствует об активизации окислительно-восстановительных процессов и образовании предгумусовых соединений в почве второго гумусового горизонта. Достоверно ниже ($НСР_{05} = 0,30$) каталазная активность в слое 20-40, обработанном безотвально на глубину 6-8 см. Горизонты Ah и AhB обладают более низкой каталазной активностью (2,1 мл O_2 /1 г почвы), что, видимо, связано с процессом анаэробного разложения растительных остатков при анаэробном разложении почвы, практически естественного сложения.

На серой лесной слабоподзоленной почве максимальная активизация деятельности каталазы наблюдается в пахотном слое (0-20 см) по мелкой безотвальной обработке. Она достоверно выше ($НСР_{05} = 0,22$) по сравнению с фонами глубокой обработки. При мелком плоскорезном рыхлении основная масса корней и растительных остатков сохраняется в биологически активном верхнем слое, что обуславливает ее высокий ферментативный потенциал.

Таблица 1

Динамика активности ферментов в слое 0-40 см

Вариант	Слой почвы, см	*Каталаза	**Инвертаза	***Уреаза	****Фосфатаза
Серая лесная слабооподзоленная (Л ₂ ^{оп1})					
ЕМПО	0-10	2,9	53,1	0,26	1,0
	10-20	2,9	48,4	0,22	0,95
	20-30	2,2	41,2	0,19	0,77
	30-40	1,2	19,8	0,1	0,34
ЕГПО	0-10	2,7	50,7	0,25	0,93
	10-20	2,3	41,4	0,25	0,67
	20-30	1,8	28,3	0,14	0,52
	30-40	1,5	19,5	0,1	0,29
ЕОВ	0-10	2,5	46,1	0,17	0,9
	10-20	2,4	47,2	0,17	0,85
	20-30	1,8	33,9	0,12	0,53
	30-40	1,3	17,6	0,05	0,29
Серая лесная сильно оподзоленная со вторым гумусовым горизонтом (Л ₂ ^{ноп3})					
ЕМПО	0-10	3,1	51,3	0,24	0,85
	10-20	3,0	46,5	0,23	0,72
	20-30	2,7	30,1	0,23	0,6
	30-40	1,5	16,0	0,14	0,36
ЕГПО	0-10	3,0	49,7	0,23	0,67
	10-20	3,0	41,9	0,19	0,51
	20-30	3,1	40,3	0,22	0,57
	30-40	2,1	21,4	0,18	0,37
ЕОВ	0-10	3,4	53,3	0,22	0,71
	10-20	3,2	50,2	0,22	0,7
	20-30	3,1	42,0	0,22	0,69
	30-40	2,7	25,4	0,17	0,5

Примечание: *Каталаза – мл O₂/1г почвы в мин; **Инвертаза – мг глюкозы/1г почвы за 40ч.;
Уреаза – мг NH₄/1г почвыва за 4ч.; *Фосфатаза – мг P₂O₅/1г почвы за 2 часа.

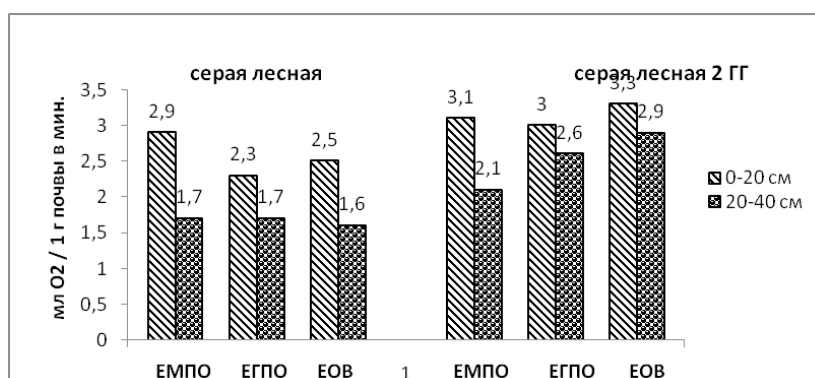


Рис. 1. Ферментативная активность каталазы в почве агрофонов

*ЕМПО – ежегодная мелкая плоскорезная обработка на 6-8 см; ЕГПО – ежегодная глубокая плоскорезная обработка на 20-22 см; ЕОВ – ежегодная отвальная вспашка на 20-22 см

Значения активности фермента на глубине 20-40 см находятся на уровне 1,7 мл $O_2/1$ г почвы в мин. и не зависят от приема основной обработки. В целом каталазная активность пахотного слоя серой лесной почвы со вторым гумусовым горизонтом на 19%, а подпахотного слоя на 53% выше, чем в серой лесной слабоподзоленной почве.

Гидролитический фермент уреазы является существенным фактором азотного обмена, поскольку катализирует важнейшую реакцию в круговороте азота в природе. Активность уреазы второго гумусового горизонта серой лесной почвы находится на уровне пахотного слоя. На фонах глубокой обработки, вариабельность значений составила 0,2-0,22 мг $NH_3/г$ почвы за 4 часа (рис. 2).

В серой лесной слабоподзоленной почве уреазная активность слоя 20-40 см в 1,7-2 раза ниже пахотного слоя. Значения активности фермента по фонам обработки

варьируют в пределах 0,09... 0,15 мг $NH_3/г$ почвы за 4 часа. Процессы азотного метаболизма с участием фермента уреазы снижены в серой лесной слабоподзоленной почве по фону ежегодной отвальной вспашки.

В среднем уреазная активность горизонта Ah на 67% выше, чем горизонта EВ серой лесной слабоподзоленной почвы.

Важнейшим звеном круговорота углерода в природе является стадия ферментативного превращения углеводов в почвенной среде. Она обеспечивает передвижение поступающего в почву в огромных количествах органического материала и накопленной в нем энергии, а также аккумуляцию его в почве в форме гумуса, так как при этом образуются предгумусовые компоненты (Хазиев, 1991, 2005). О влиянии агротехнических факторов на активность углеводного обмена в агроландшафтах серой лесной почвы мы судили по активности гидролитического фермента инвертазы (рис. 3).

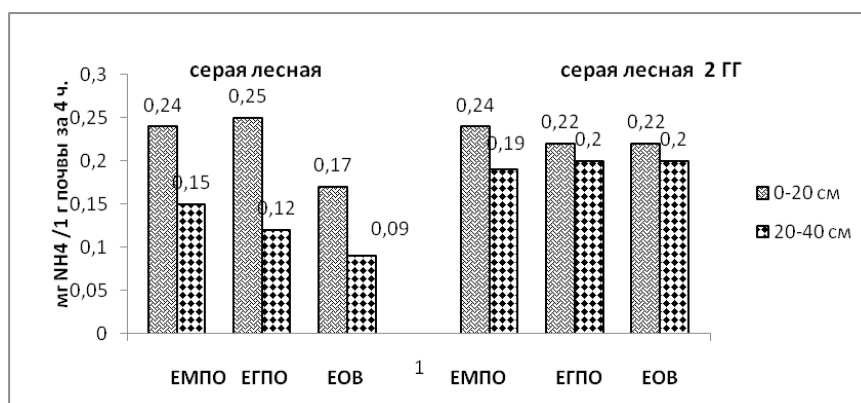


Рис. 2. Ферментативная активность уреазы в почве агрофонов
*(обозначения как в рис. 1)

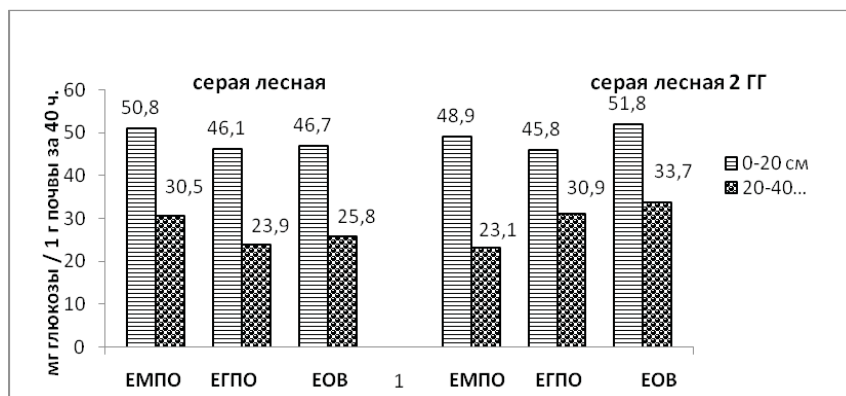


Рис. 3. Ферментативная активность инвертазы в почве агроландшафтов
*(обозначения как в рис. 1)

Таблица 2

Энзиматическая активность почвенных разностей серой лесной почвы в слое 0-40 см

Вариант	*Каталаза		**Уреаза		***Инвертаза		****Фосфатаза	
	L ₂ ^{ОП1}	L ₂ ^{НОПЗ}	L ₂ ^{ОП1}	L ₂ ^{НОПЗ}	L ₂ ^{ОП1}	L ₂ ^{НОПЗ}	L ₂ ^{ОП1}	L ₂ ^{НОПЗ}
ЕМПО	2,3	2,6	0,19	0,21	40,7	36,0	0,76	0,63
ЕГПО	2,1	2,8	0,19	0,21	35,0	38,3	0,6	0,53
ЕОВ	2,0	3,1	0,13	0,21	36,2	42,8	0,64	0,65
Среднее по почвенной разности	2,1	2,8	0,17	0,21	37,3	39,0	0,67	0,60

Примечание: *Каталаза – мл O₂/1г почвы в мин; **Уреаза – мг NH₄/1г почв за 4ч.; ***Инвертаза – мг глюкозы/1г почвы за 40ч.; ****Фосфатаза – мг P₂O₅/1г почвы за 2 часа

Существенных различий между почвенными разностями в активности инвертазы не выявлено. Вариация значений активности фермента в пахотном слое составляет от 46,1... 51,8 мг глюкозы/1г почвы. Степень инвертазной активности подпахотных горизонтов была в среднем на 72% ниже. То есть, углеводный обмен и образование предгумусовых компонентов при трансформации растительных остатков, активно протекают в пахотном слое как L₂^{ОП1}, так и L₂^{НОПЗ}. Приемы основной обработки не оказали существенного влияния на развитие этого процесса.

Важную функцию в обеспечении реакций круговорота фосфора в биогеоценозах выполняют фосфогидролазы, осуществляющие мобилизацию закрепленного в органическом веществе фосфора. Серая лесная слабоподзоленная почва в пахотном слое обладает большим потенциалом фосфатазной активности, чем серая лесная со 2ГГ, особенно по фону ЕМПО. Распределение общей фосфатазной активности в подпахотном слое почвенных разностей аналогично инвертазной и определяется значениями 0,41... 0,6мг P₂O₅/1г почвы за 2 часа.

Уровень энзиматической активности почвенных разностей, изучаемого слоя 0-40 см, представлен в таблице 2.

Влияние приемов основной обработки на ферментативные процессы проявляется в виде тенденций. В серой лесной слабоподзоленной почве энзиматическая активность в слое 0-40 см достоверно выше по фону, обработанным безотвально на глубину 6-8 см. В почве с Ah относительная активизация ферментативной активности

наблюдается на вариантах основной обработки на глубину 20-22 см (ЕГПО и ЕОВ).

Так как активность ферментов почвы непосредственно касается превращения углерода, азота, фосфора и окислительно-восстановительных процессов, то характеризует функциональное состояние микроорганизмов почвы. Комплексное определение указанных параметров дает возможность не только оценить биохимический потенциал серых лесных почв, но и точнее выявить направление изменений биологической активности в различных агроэкосистемах.

Шифр специальности по которой выполнена работа – 03.02.03 – микробиология.

Список литературы

1. Зинченко С.И., Талева Д.А. Совершенствование системы основной обработки серой лесной почвы под яровую пшеницу. Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии: тезисы докл. Всерос. науч.-практ. конф. (РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева). – М., 2010. – С. 347-352.
2. Зинченко С.И., Зинченко М.К., Безменко А.А., Бучкина Н.А., Талева Д.А. Оценка влияния приемов основной обработки на водно-физические, эколого-биологические свойства серой лесной почвы. Экологические аспекты производства продукции животноводства; снижение отрицательного воздействия химически активного азота на окружающую среду в сельскохозяйственном производстве; полевые исследования для устойчивого развития сельских территорий: тезисы докл. Межд. агроэкологический форум (Санкт-Петербург, 21-23 мая 2013 г.). – СПб., 2013. – Т.3. – С. 213-218.
3. Научные основы систем земледелия Владимирской области / под ред. Бирюкова И.В., Зинченко С.И. – Владимир, 2009. – 307 с.
4. Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. – М.: Наука, 1982. – 204 с.
5. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 2005. – 254 с.
6. Шейн Е.В., Иванов А.Л., Бутылкина М.А., Мазиров М.А. Пространственно-временная изменчивость агрофизических свойств серых лесных почв Владимирского ополья // Почвоведение. – 2001. – №5. – С. 578-585.