

УДК 631.46

ПРИМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ПОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ УГОДЬЯМИ

©2013 Е.В. Даденко, М.А. Прудникова, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Поступила 09.06.2013

В данной статье проведен анализ применимости показателей ферментативной активности почв при оценке последствий их сельскохозяйственного освоения.

Ключевые слова: *распашка, каталаза, инвертаза, дегидрогеназа, фосфатаза, пероксидаза, полифенолоксидаза.*

Возрастающая антропогенная нагрузка на экосистемы сопровождается изменением хода естественного почвообразовательного процесса. Интенсивная эксплуатация плодороднейших черноземов за последние 50 лет привела к значительной потере гумуса, что сопровождается негативными изменениями агрофизических, физико-химических и биологических свойств почвы. Это, в конечном счете, приводит к снижению эффективности агроприемов и продуктивности выращиваемых культур [1]. В условиях интенсивной антропогенной нагрузки важнейшей задачей экологических исследований является поиск наиболее информативных показателей состояния почв. Биологическая диагностика почв позволяет определить характер и степень антропогенного воздействия на почвенный покров. Это делает возможным оценку негативных процессов при антропогенезе и предотвращение снижения плодородия почв. Многочисленными исследованиями установлено, что ферментативная активность почв является одним из объективных показателей суммарной биологической активности, отражающих интенсивность и направленность протекающих в ней биохимических процессов [1-8].

Целью нашего исследования являлось изучение влияния длительного сельскохозяйственного использования – распашки на показатели ферментативной активности чернозема обыкновенного и оценка применимости этих показателей в целях мониторинга и диагностики состояния почв под сельскохозяйственными угодьями.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Основной упор при изучении влияния распашки на свойства почв был сделан на исследование черноземов обыкновенных. Многолетние исследования сотрудниками кафедры экологии и природопользования Южного федерального университета проводятся на территории двух участков: эталонный участок ООПТ «Персиановская степь»,

расположенный на территории учхоза «Донское» ДГАУ Октябрьского р-на, Ростовской обл. (участок 1), и многолетнее-залежный участок ООПТ «Приазовская степь» в пределах учхоза ЮФУ недалеко от пос. Танаис, Мясниковского р-на, Ростовской обл. (участок 2). Пахотные варианты черноземов находятся в непосредственной близости от их целинных аналогов, что позволяет корректно сравнить их между собой. Почва – чернозем обыкновенный карбонатный, среднемощный малогумусный.

Персиановская заповедная степь – уникальный степной целинный участок как образец исчезающей природы донских степей. Представляет собой один из последних целинных участков, расположенных на водоразделах. Он никогда не распахивался, лишь иногда, раз в несколько лет он подвергается сенокосению, которое заменяет стравливание растительности дикими животными. Залежный участок памятника природы «Степь Приазовская» полностью исключён из хозяйственного использования в середине 30-х гг. прошлого столетия и подвергся процессам восстановления естественной зональной растительности.

Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием общепринятых в почвоведении, экологии и биологии методов [9-10]. Изучена активность ферментов двух классов: оксидоредуктаз (каталаза, дегидрогеназа, пероксидаза, полифенолоксидаза) и гидролаз (инвертаза, фосфатаза). Также исследован важнейший показатель почвенного плодородия – содержание гумуса.

Активность каталазы и дегидрогеназы определяли по А.Ш. Галстяну (1978), инвертазы – по А.Ш. Галстяну с фотоколориметрическим окончанием по Ф.Х. Хазиеву (1990). Активность пероксидазы и полифенолоксидазы – по методике Л.А. Карягиной и Н.А. Михайловой (1986). Активность фосфатазы – методом А.Ш. Галстяна и Э.А. Арутюняна (1966). Содержание органического вещества – общий гумус определяли по методу И.В. Тюрина в модификации Никитина (1989).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание гумуса – наиболее важный показатель плодородия и экологического состояния почв,

Даденко Евгения Валерьевна, к.б.н., доцент, e-mail: dadenko@mail.ru; Прудникова Маргарита, аспирант, e-mail: ecology@sfn.edu.ru; Казеев Камиль Шагидулович, д.г.н., проф., e-mail: kazeev@sfn.edu.ru; Колесников Сергей Ильич, д.с.-х.н., проф., зав. кафедрой, e-mail: kolesnikov@sfn.edu.ru

определяющий выполнение ею экологических функций. Важнейшей проблемой, обуславливающей интерес исследователей к органическому веществу почв, является дегумификация почв. Этот процесс, как правило, сопровождается ухудшением почвенных свойств, снижением их плодородия. Потеря гумуса пахотными почвами при невысокой культуре земледелия почти повсеместное явление. По данным Почвенного института им. В.В. Докучаева, через 12-13 лет распашки целинных черноземов зоны мерного увлажнения теряется до 25% гумуса от ее исходного состояния [11].

Содержание органического вещества на целинных вариантах черноземов обыкновенных участков 1 и 2 выше, чем на пашне. Различия составили на 40 и 50% соответственно (рис. 1). Распашка почв приводит к значительным изменениям в количественных и качественных характеристиках поступающего в почву растительного субстрата, а также в режиме его поступления и интенсификации процессов микробиологического окисления органического вещества почв. Содержание гумуса наиболее интенсивно изменяется в первые 10-15 лет после распашки целины из-за быстрой минерализации лабильных форм гумуса, а в последующие годы этот процесс замедляется вследствие приближения к уровню стабилизации, соответствующему новым условиям [12]. Наши многолетние исследования (2002-2012 гг.) не выявили отрицательной динамики содержания гумуса в изученных почвах.

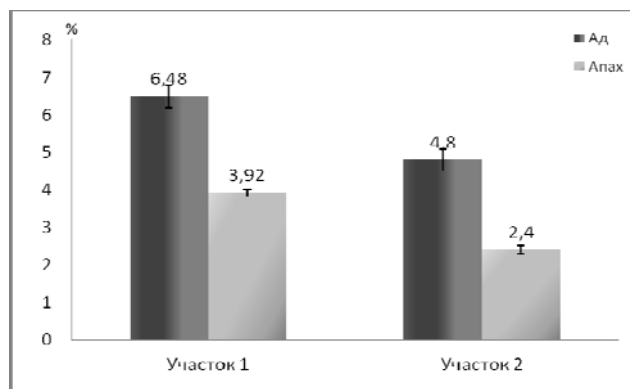


Рис. 1. Содержание гумуса в целинных и пахотных черноземах обыкновенных Ростовской области

Согласно шкале для оценки обогащенности почв ферментами Д.Г. Звягинцева (расчет на весовые единицы почвы) [13]. По активности инвертазы и каталазы, изученные варианты почв отнесены к среднеобогаченным, по активности дегидрогеназы к богатым. По активности фосфатазы все варианты отнесены к очень бедным.

Сельскохозяйственное использование почв приводит к изменению их биохимических параметров. Как демонстрирует рис. 2, активность каталазы при распашке меняется незначительно. Для участка 2 значения на пашне даже превышают таковые на залежи. Наши многолетние исследования эти участки показали, что значения активности каталазы,

даже, несмотря на многолетнее сельскохозяйственное использование, достаточно высоки, и, в отдельные годы, на пашне могут превышать таковые в неосвоенных вариантах. В большинстве случаев эти различия недостоверны, и можно говорить о том, что сельскохозяйственное использование чернозёмов обыкновенных не приводит к значительному снижению активности этого фермента. В наших исследованиях [4] показана зависимость активности каталазы от воздушного режима и влажности почв. Многолетние исследования ферментативной активности почв Юга России выявили факт отсутствия связи активности каталазы с органическим веществом.

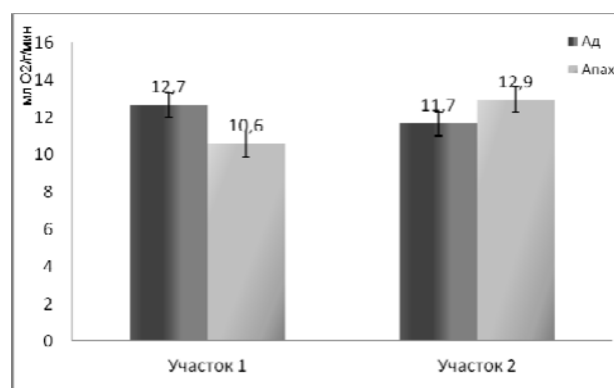


Рис. 2. Активность каталазы в целинных и пахотных черноземах обыкновенных Ростовской области

Распашка оказывает существенное влияние на активность инвертазы и дегидрогеназы и приводит к значительному их снижению соответственно на 30-50% и 41-43% (рис. 3, 4). Активность этих ферментов в большей степени связана с содержанием органического вещества, которое также значительно снижается при распашке. Для инвертазы и дегидрогеназы установлена достоверная прямолинейная зависимость с содержанием гумуса ($r=0,82$ и $r=0,69$).

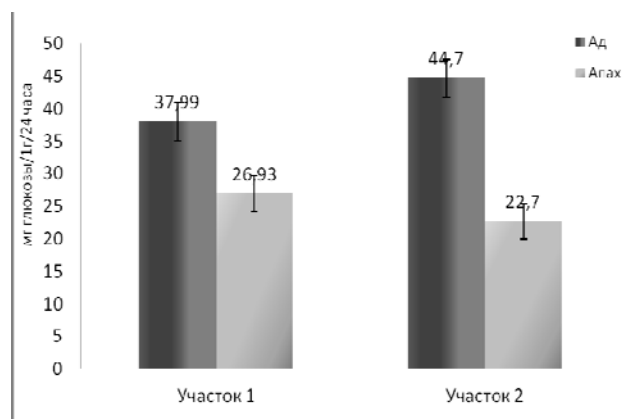


Рис. 3. Активность инвертазы в целинных и пахотных черноземах обыкновенных Ростовской области

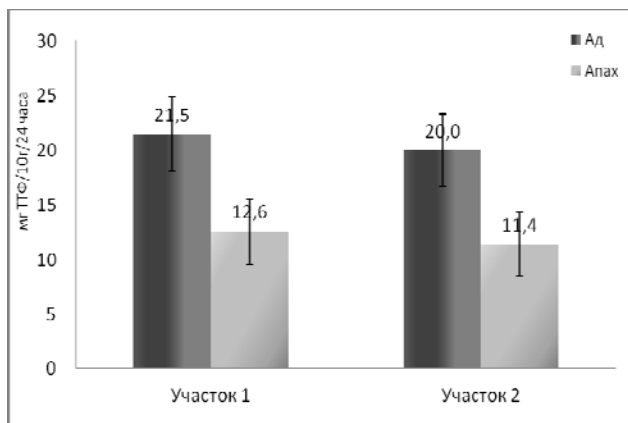


Рис. 4. Активность дегидрогеназы в целинных и пахотных черноземах обыкновенных Ростовской области

Важную роль в обеспечении растений элементами питания играет фосфатаза, фермент, отвечающий за минерализацию органического фосфора [4]. Субстратами почвенных фосфатаз являются специфические гумусовые вещества, включающие фосфор гумусовых кислот, и не специфические соединения, представленные нуклеиновыми кислотами, фосфолипидами и фосфопротеинами, а также метаболическими фосфатами. Первые накапливаются в почве в результате биогенеза гумусовых веществ, вторые, как правило, поступают в почву с растительными остатками и накапливаются в ней, как продукты промежуточных метаболических реакций. Распашка приводит к значительному снижению активности фосфатазы, в результате снижения содержания гумуса, усиленной микробиологической минерализации органического фосфора и значительного уменьшения массы растительных остатков поступающих в почву. В пахотных вариантах активность фосфатазы на 79 и 84% ниже, чем на целине и залежи.

Определение активности полифенолоксидазы и пероксидазы, участвующих в процессах гумусообразования, является дополнительной характеристикой процессов синтеза и распада гумусовых веществ. Пероксидаза – фермент, осуществляющий окисление органических веществ почв за счет кислорода воздуха и перекиси водорода; его влияние направлено на окисление гумусовых веществ. Полифенолоксидаза – фермент, участвующий в превращении органических соединений ароматического ряда в компоненты гумуса [15-17].

Распашка почв приводит к значительным изменениям в количественных и качественных характеристиках поступающего в почву растительного субстрата, а также в режиме его поступления. Интенсифицируются процессы микробиологического окисления органического вещества почв. Активность пероксидазы на пашне на 51-52% выше, чем на целине и залежи (рис. 5). В то же время отмечено, и усиление процессов синтеза. Активность полифенолоксидазы выше на пашне на 30 и 50%. Активность этих ферментов зависит от многих факто-

ров: от поступления азота и фосфора, pH, температуры, аэрации, микробной биомассы. Высокая динамика этих ферментов в течение вегетационного периода [18, 19].

Отношение активности полифенолоксидазы к пероксидазе является условным коэффициентом гумификации (Кгум), и в определенной мере может характеризовать направленность этого процесса [15-16]. Во всех случаях Кгум был больше 1, что свидетельствует о преобладании процессов синтеза гумусовых веществ.

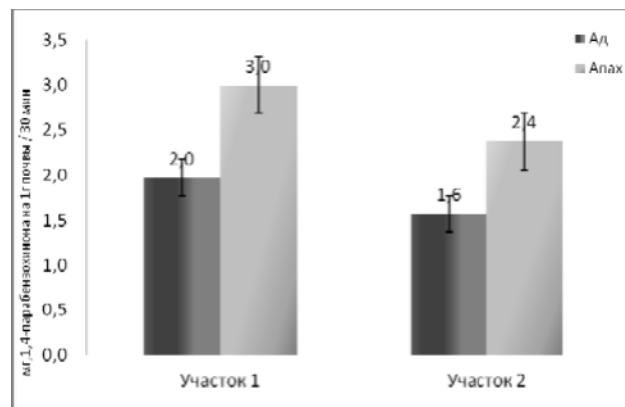


Рис. 5. Активность пероксидазы в целинных и пахотных черноземах обыкновенных Ростовской области

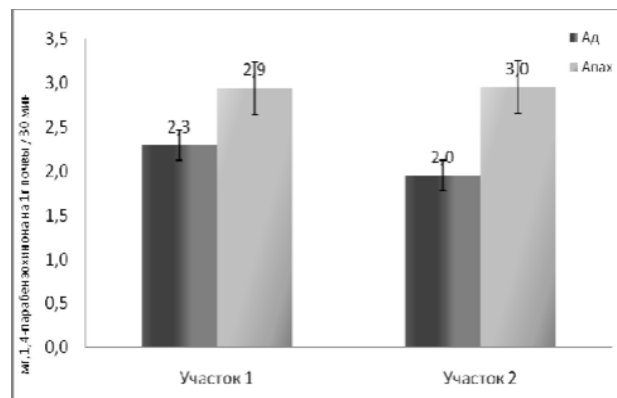


Рис. 6. Активность полифенолоксидазы в целинных и пахотных черноземах обыкновенных Ростовской области

Таким образом, показатели ферментативной активности почв можно применять в целях диагностики состояния почв, находящихся в сельскохозяйственном использовании. Наиболее чувствительными и информативными являются показатели активности инвертазы, фосфатазы и дегидрогеназы, показавшие высокую степень зависимости от содержания органического вещества в почве. Применение показателей активности пероксидазы и полифенолоксидазы ограничено из-за их зависимости от ряда внешних условий и мероприятий, проводимых на поле и неоднозначности поведения в пахотных почвах. Активность каталазы не является информативным показателем для оценки состояния почв, подвергающихся сельскохозяйственному ис-

пользованию.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (14.A18.21.0187, 14.A18.21.1269, 14.515.11.0055) и в рамках реализации Программы развития Южного федерального университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биология почв Юга России. Ростов н/Д: Изд-во ЦВВР, 2004. 350 с.
2. Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван: Айастан, 1974. 275 с.
3. Хазиев Ф.Х., Гулько А.Е. Ферментативная активность почв агроценозов и перспективы её изучения // Почвоведение. 1991. № 8. С. 88-98.
4. Даденко Е.В. Методические аспекты применения показателей ферментативной активности в биодиагностике и биомониторинге почв: дис. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2004. 158 с.
5. Стахурлова Л.Д., Свистова И.Д., Щеглов Д.И. Биологическая активность как индикатор плодородия черноземов в различных биоценозах // Почвоведение. 2007. № 6. С. 769-774.
6. Денисова Т.В., Колесников С.И. Влияние СВЧ-излучения на ферментативную активность и численность микроорганизмов почв Юга России // Почвоведение. 2009. № 4. С. 479-483.
7. Колесников С.И., Ярославцев М.В., Спивакова Н.А., Казеев К.Ш., Денисова Т.В., Даденко Е.В. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства горных черноземов Юга России // Юг России: экология, развитие. 2012. № 2. С. 103-109.
8. Колесников С.И., Татлок Р.К., Тлехас З.Р., Казеев К.Ш., Денисова Т.В., Даденко Е.В. Биодиагностика устойчивости предгорных и горных почв западного Кавказа к загрязнению нефтью и нефтепродуктами // Доклады РАСХН. 2013. № 1. С. 30-34.
9. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д: Изд-во ЦВВР, 2003. 350 с.
10. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.
11. Безуглова О.С. Гумусное состояние почв юга России. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2001. 228 с.
12. Деградация и охрана почв / Под ред. Г.В. Добровольского. М.: МГУ, 2002. 654 с.
13. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых её показателей // Почвоведение. 1978. № 6. С. 48-54.
14. Speir T.W., Ross D.J. Effects of storage on the activities of protease, crease, phosphatase and sulfatase in three soils under pasture // New Zealand Journ. Soil Sci. 1975. N 18. P. 231-237.
15. Гулько А.Е., Хазиев Ф.Х. Фенолоксидазы почв: продуцирование, иммобилизация, активность // Почвоведение. 1992. № 11.
16. Зенова Г.М., Степанов А.Л., Лихачева А.А., Манучарова Н.А. Практикум по биологии почв: Учебное пособие. М.: МГУ, 2002.
17. Сулейманов Р.Р., Шорина Т.С. Влияние нефтяного загрязнения на динамику биохимических процессов чернозема обыкновенного (Оренбургская область) // Известия Самарского НЦ РАН. 2012. Т. 14. № 1. С. 240-243.
18. Robert L. Sinsabaugh Phenol oxidase, peroxidase and organic matter dynamics of soil // Soil Biology and Biochemistry. 2010. V. 42. N 3. P. 391-404.
19. German D.P., Weintraub M.N., Grandy A.S., Lauber C.L., Rinkes Z.L., Allison S.D. Optimization of hydrolytic and oxidative enzyme methods for ecosystem studies // Soil Biology and Biochemistry. 2011. V. 43. P. 1387-1397.

APPLICABILITY OF ENZYME ACTIVITY FOR SOIL MONITORING

©2013 E.V. Dadenko, M.A. Prudnekova, K.Sh. Kazeev, S.I. Kolesnikov

Southern Federal University, Rostov-na-Donu

This article focuses on the applicability of the enzymatic activity of soils to assess the effects of tillage.

Keywords: tillage, catalase, invertase, dehydrogenase, phosphatase, peroxidase, polyphenoloxidase.

Evgeniya Dadenko, Candidate of Biology, associate professor, e-mail: dadenko@mail.ru; *Margarita Prudnikova*, postgraduate student, e-mail: ecology@sfedu.ru; *Kamil Kazeev*, professor, e-mail: kazeev@sfedu.ru; *Sergey Kolesnikov*, professor, e-mail: kolesnikov@sfedu.ru