

ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ФОСФАТАЗ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРОЗЕМНЫХ ПОЧВ ПРЕДГОРИЙ ФЕРГАНЫ

Сакбаева З.И.

¹Жалал-Абадский государственный университет, Жалал-Абад, Кыргызская Республика (715600, Жалал-Абад, ул. Ленина, 57), e-mail: sakbaevazulfia11@rambler.ru

В статье изложены результаты изучения влияния ферментативной активности фосфатаз на экологическое состояние сероземных почв. Фосфатазная активность почвы определяется ее генетическими особенностями, физико-химическими свойствами и уровнем культуры земледелия. Пахотный горизонт орошаемого типичного серозема содержит 166,4 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ щелочной фосфатазы, 107,5 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ фосфодиэстеразы и 63,4 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ кислой фосфатазы. Причем их количество резко снижаются в подпахотном горизонте почвы, что прямо коррелирует с содержанием гумуса почвы. При сравнении фосфогидролазной активности орошаемой пашни сероземов и предгорных пастбищ темных сероземов можно констатировать минимальную фосфогидролазную активность почв орошаемой пашни сероземов. Это видно тем, что в темно-сероземных почвах содержится от 1,3 до 176,2 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ кислой фосфатазы, от 9,6 до 594,3 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ щелочной фосфатазы, от 5,3 до 303,6 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ фосфодиэстеразы. Наблюдается повышенные содержания ферментов на верхних горизонтах темных сероземных почв. Это связано с высоким обилием почвенных микроорганизмов и органических веществ на поверхностных горизонтах темных сероземов. Резкое снижение активности ферментов фосфатазы орошаемой пашни, по сравнению с целинными темными сероземами, показывает деградацию почвенного плодородия обрабатываемых почв.

Ключевые слова: экологическое состояние, сероземная почва, гумус, изменение климата, ферментативная активность, фосфатаза,

THE INFLUENCE OF PHOSPHATASE ENZYME ACTIVITY ON THE ECOLOGICAL CONDITION OF SIEROZEM SOILS OF FERGANA FOOTHILLS

Sakbaeva Z.I.

¹Jalalabad State University, Jalalabad, Kyrgyz Republik (715600, Jalalabad, str. Lenin, 57), e-mail: sakbaeva@yahoo.com

The article presents the results of the study of the effect of the enzymatic activity of phosphatases in the ecological status of sierozem soils. Phosphatase activity of the soil is determined by its genetic characteristics, physical and chemical properties and the level of farming. Irrigated arable horizon typical sierozems contains 166,4 mg of p-nitrophenol kg⁻¹ soil h⁻¹ alkaline phosphatase, 107,5, mg of p-nitrophenol kg⁻¹ soil h⁻¹ phosphodiesterase and 63,4 mg of p-nitrophenol kg⁻¹ soil h⁻¹ acid phosphatase. And their numbers are greatly reduced in the subsurface soil layer, which is directly correlated with the humus content of the soil. When comparing the phosphohidrolase activity of irrigated land sierozems and foothill pastures dark sierozem desert soils can be stated minimum phosphohidrolase activity of soils irrigated arable sierozems. It can be seen that dark sierozem soils contain from 1,3 to 176,2 mg of p-nitrophenol kg⁻¹ soil h⁻¹ acid phosphatase, from 9,6 to 594,3 mg of p-nitrophenol kg⁻¹ soil h⁻¹ soil alkaline phosphatase, from 5,3 to 303,6 mg p-nitrophenol kg⁻¹ soil h⁻¹ phosphodiesterase. Increased content of enzymes in the upper levels of dark sierozem soils. This is due to the high abundance of soil microorganisms and organic matter in the surface layers of dark sierozem desert soils. The sharp decline in the activity of enzymes phosphatase irrigated arable land compared to virgin dark sierozem soils shows the degradation of soil fertility of cultivated soils.

Keywords: ecological condition, sierozem soil, humus, climate change, enzyme activity, phosphates

Биохимические свойства почв, таких как активность ферментов и динамика органических веществ, дают ценную информацию о землепользовании, о круговороте питательных веществ, разложении и образовании органических веществ в почве, преобразовании ксенобиотиков и потенциале продуктивности. Ферментативная активность

почв зависит от механического состава, рН, органического вещества, типа почвы и типа землепользования. Различные ферменты, присутствующие в почве и участвующие в круговороте углерода, азота, фосфора и серы, могут предоставить информацию о плодородии почв [6, 7], а также метаболическом потенциале почвы [5, 10].

Большинство исследований, в которых изучалась активность ферментов в районах с умеренным климатом, были проведены в контролируемых условиях поля, в то время как исследования, проведенные в бассейнах рек, оказались редкими. В Кыргызстане имеются исследования об органических веществах [3], об активности мочевины и фосфатазы в почве и классификации микробов с использованием методов культуры [4], однако исследований, связанных с активностью почв бассейна реки Кок-Арт, нет.

Разные типы почв вертикальной поясности бассейна реки Кок-Арт существенно отличаются по характеру растительности, которая обогащает почву отмирающими корневыми остатками, различающимися по химическому составу. Это существенно отражается на групповом и видовом составе микроорганизмов почв, деятельность которых влияет на процессы образования перегноя.

В связи с этим изучение микробиологической характеристики изучаемых почв бассейна реки Кок-Арт поможет лучшему пониманию вопроса почвообразования и накопления гумуса.

Методы исследования

Почвенные разрезы были изучены и описаны по морфологическим характеристикам, разделены на генетические горизонты. Пробы почв отбирались из генетических горизонтов. Анализы на ферментативную активность изучаемых почв проводились в научно-исследовательском институте Земледелия Техасского Технологического Университета США в 2012 году. Активность фосфатных ферментов определялись по методике Табатабай М.А. [9].

Объект исследования

В бассейне реки Кок-Арт проводилось исследование на девяти почвенных разрезах взятых из трех контрастных землепользования бассейна реки Кок-Арт Джалал-Абадской области. В данной работе приведем данные по ферментативной активности сероземных почв (табл. 1). Климат бассейна реки Кок-Арт характеризуется континентальным субтропическим климатом. В предгорьях, среднесуточная температура в июле составляет 28°C. В январе среднесуточная температура ниже 14°C (Джалал-Абадская метеорологическая станция). Годовое количество осадков в этой зоне колеблется от 200 до 300мм. Количество их возрастает не только с увеличением абсолютной высоты местности, но и при движении с

запада на восток, что связано с расположением горных хребтов к направлению воздушных течений. Максимум осадков бывает в марте – начале апреля.

Таблица 1

Расположение и хозяйственное использование сероземных почв бассейна
реки Кок-Арт

Землепользование	Местность	Типы почв	Высота над у.м., м	Ширина	Долгота
Сенокос	Кызыл-Сенир	Темный серозем	930	41°02'41.35"N	73°01'05.86"E
Пашня (кукуруза)	Тайгара	Орошаемый серозем	833	40°59'04.65"N	73°00'10.50"E

Результаты и обсуждение

При глобальном изменении климата сероземные почвы попадают под влияния процесса потепления. Так, осредненная для каждой страны Центральной Азии среднегодовая температура повышалась на:

- 0,08⁰С каждые 10 лет в Кыргызстане (1883-2005 гг.),
- 0,29⁰С каждые 10 лет в Узбекистане (1950-2005 гг.),
- 0,26⁰С каждые 10 лет в Казахстане (1936-2005 гг.),
- 0,18⁰С каждые 10 лет в Туркменистане (1961-2005 гг.),
- 0,10⁰С каждые 10 лет в Таджикистане (1940-2005 гг.).

Как видно, на равнинных странах Центральной Азии (Узбекистан, Казахстан) среднегодовая температура за каждые 10 лет повышалась на 0,29 и 0,26 градусов и это относится к регионам распространения сероземов Ферганской долины. Изменение климата, безусловно, влияет на почвенное плодородие сероземов и на урожайность сельскохозяйственных культур.

Ниже приводятся материалы по изменению содержания гумуса за последние 25-30 лет на орошаемых сероземах Джалал-Абадской области (данные Республиканской почвенно-агрохимической лаборатории). На основе балла бонитета почв произведен перерасчет урожайности зерновых единиц согласно Постановлению Правительства Кыргызской Республики: «О порядке определения ставок единого сельскохозяйственного налога за пользования сельскохозяйственных угодий» от 18.04.2000 года за №213. Поэтому привязка урожайности сельскохозяйственных культур на показатели балла бонитета почв для подсчета урожайности зерна является приемлемой.

Как видно из таблицы 2, за прошедшие 32 года количество гумуса орошаемых типичных сероземов с 1,54% снизился до 1,05%, баллы бонитета соответственно с 55 до 37 и урожайность зерновых колосовых культур с 32,4 ц/га до 22,5 ц/га.

Это объясняется тем, что при потеплении климата увеличивается скорость минерализации органического вещества почвы, т.е. поступающих в почву растительных остатков и гумусовых веществ почв. Такая тенденция сильно проявляется на орошаемых почвах, когда повышенная температура, обеспеченная влажность (регулярный полив) и механическая обработка пашни, а также удобрения ускоряют процесса минерализации органического вещества [2]. Вследствие этих процессов снижается запасы органического вещества, особенно гумуса, которое влияет на почвенные процессы.

Таблица 2

Динамика изменения содержания гумуса орошаемых сероземов
Джалал-Абадской области

Название типов почв	Содержание гумуса, %		
	1975-76 г.	1980 год	2007 год
Сероземы типичные туранские	1,54	1,19	1,05
Баллы бонитета	55	42	37
Урожайность, ц/га зерновых единиц	30,2	23,1	20,3
Сероземы темные	3,01	4,11	2,07
Баллы бонитета	59	81	41
Урожайность, ц/га зерновых единиц	32,4	44,5	22,5

Уровни деградации гумусового потенциала исследуемых почв можно характеризовать изучением ферментативной активности, в т.ч. активности фермента фосфатазы.

Важную роль в обеспечении растений элементами минерального питания играет фосфатаза – фермент, отвечающий за минерализацию органического фосфора. Фосфатазы гидролизуют разнообразные фосфомоноэфиры, осуществляют мобилизацию закрепленного в органическом веществе фосфора.

В почвах фосфатазы не только минерализуют органический фосфор, но и способствуют поступлению минерального фосфора в корни растений. Фосфорорганические соединения составляют преимущественную часть фосфора почвы (от 20 до 80%) и представлены нуклеиновыми соединениями, производными аденозинфосфорной кислоты, фосфогуминовыми комплексами и незначительно подвижными сахарофосфатами, глицерофосфатами. Фосфорорганические соединения почвы переходят в доступное для растений состояние при ферментативном гидролизе с отщеплением остатков фосфорной кислоты.

Активность ферментов фосфатазы сероземов приводится в таблице 3. Фосфатазная активность почвы определяется ее генетическими особенностями, физико-химическими свойствами и уровнем культуры земледелия. Почвы, имеющие кислую реакцию,

преимущественно содержат кислые фосфатазы, в почвах со слабо щелочной реакцией преобладают щелочные фосфатазы.

Таблица 3

Активность ферментов фосфатаз сероземных почв бассейна реки Кок-Арт
(мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹)

Землепользование	Типы почв	Горизонты	Глубина	Кислая фосфатаза	Щелочная фосфатаза	Фосфодиэстераза
Пастбища, Кызыл-Сенир	Предгорный темный- серозем	A ₀	0-2	176,2	594,3	303,6
		A ₁	2-13	81,8	285,5	177,7
		B ₁	13-44	21,0	72,7	53,4
		B _к	44-86	2,4	20,5	11,5
		C	86-170	1,3	9,5	5,3
Пашня, Кукуруза Тайгара	Орошаемый серозем	A	0-34	63,5	166,4	107,5
		B	34-59	37,5	83,8	55,2
		C	59-98	12,0	68,6	32,7

pH сероземных почв бассейна реки Кок-Арт колеблется в пределах 7.9-8.3. Это способствует увеличению содержания щелочных фосфатаз.

Как видно из таблицы 3, пахотный горизонт орошаемого типичного серозема содержит 166,4 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ щелочной фосфатазы, 107,5 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ фосфодиэстеразы и 63,4 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ кислой фосфатазы. Причем их количество резко снижаются в подпахотном горизонте почвы, что прямо коррелирует с содержанием гумуса почвы.

При сравнении фосфогидролазной активности орошаемой пашни сероземов и предгорных пастбищ темных сероземов можно констатировать минимальную фосфогидролазную активность почв орошаемой пашни сероземов. Это видно тем, что в темно-сероземных почвах содержится от 1,3 до 176,2 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ кислой фосфатазы, от 9,6 до 594,3 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ щелочной фосфатазы, от 5,3 до 303,6 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ фосфодиэстеразы.

Наблюдается повышенные содержания ферментов на верхних горизонтах темных сероземных почв. Это связано с высоким обилием почвенных микроорганизмов и органических веществ на поверхностных горизонтах темных сероземов [1, 5, 8]. Низкая активность фосфатазы на орошаемых пашнях сероземов может быть обусловлена как невысоким содержанием в почве фосфорорганических соединений, в т.ч. в составе перегноя, низким содержанием иммобилизаторов ферментов гумусовых веществ, слабой

интенсивностью поступления ферментов с органикой и выделениями растений и микрофлоры.

Заключение

1. Проводимые исследования позволяют заключить, что орошаемые пашни типичных сероземов характеризуются низкой активностью ферментов фосфатазы. Это связано с низким содержанием органического вещества почвы – источника, субстрата и иммобилизатора почвенных ферментов.

2. Резкое снижение активности ферментов фосфатазы орошаемой пашни по сравнению с целинными темным сероземами показывает деградацию почвенного плодородия обрабатываемых почв. При существующем уровне агротехники возделывания сельскохозяйственных культур (игнорирование систем обработки, севооборотов, удобрений, орошения, защиты растений) это может привести к потере почвенного плодородия и усиленной деградации почв.

3. Тенденция уменьшения гумусового потенциала орошаемой пашни типичных сероземов усиливается при глобальном потеплении климата, когда повышенная температура, обеспеченная влажность (регулярный полив) и механическая обработка (пахота, культивация, боронования и т.д.) пашни, а также внесение удобрений под сельскохозяйственные культуры ускоряют процесса минерализации органического вещества и тем самым снижается содержание гумуса. Снижение содержания гумуса под антропогенным прессингом и глобальным изменением климата создают неблагоприятные условия почвенного питания растений, обеспечивает низкую устойчивость почв к негативным влиянием процесса потепления климата.

4. Первоочередная задача для преодоления вышеназванных негативных процессов заключается в повышении содержания органического вещества почвы и биологической активности пашни. Для этого можно порекомендовать внесение органических, бактериальных, зеленых удобрений, использование в севообороте сидеральных, промежуточных культур.

Список литературы

1. Абрамян С.А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов // Почвоведение. – 1992. - №7. – С. 70-82.
2. Карабаев Н.А. Изменение гумусового потенциала при воздействии антропогенного фактора и потеплении климата /Н.А. Карабаев, Ж.Б. Бекболотов, С.А. Мамытканов, Р.Т. Апасов // Вестник КНАУ. – 2012. - №1. – С. 6-10.

3. Кононова М. М. Органическое вещество почвы. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 314 с.
4. Мамытов, А. М. Групповой состав гумуса основных типов почв Киргизской ССР / А.М. Мамытов, Г.И.Ройченко, Э.Г. Вухпер. – Фрунзе: Изд-во Илим, 1971. – 95 с.
5. Acosta-Marti'nez, V. Microbial communities and enzymatic activities under different management in semiarid soils./ V. Acosta- Marti'nez, D. Acosta Mercado, D. Sotomayor, L. Cruz// Appl. Soil Ecol. – 2007. - №38.– P. 249-260.
6. Eivazi, F. Phosphatases in soils / F. Eivazi, M.A. Tabatabai// Soil Biological & Biochemistry. – 1977. – vol. 9. –P. 167-172.
7. Kandeler, E. Long term monitoring of microbial biomass, N mineralization and enzyme activities of a Chernozem under different tillage management / E. Kandeler, D. Tscherko, H. Spiegel // Biology and Fertility of Soils. – 1999. – vol. 28. – P. 343–351.
8. Matinizadeh, M. Enzyme Activities in Undisturbed and Disturbed Forest Soils Under Oak (*Quercusbrantiivar.persica*) as Affected by Soil Depth and Seasonal variation./ M. Matinizadeh, S.A. Korori, M. Teimouri, W. Praznik//Asian Joun. Of Plant Scien. – 2008. - №7. – P. 368-374.
9. Tabatabai M.A. Soil Enzymes. Soil Science Society of America, USA, 1994, 801-814.
10. Trasar-Cepeda, C. Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oakwood) in an area of the European temperate-humid zone (Galicia, NW Spain): specific parameters / C. Trasar-Cepeda C, M.C. Leiros, F.Gil-Sotres//Soil Biological & Biochemistry. – 2000. – vol. 32. – pp. 747– 755.

Рецензенты:

Содомбеков И.С., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой лесоводства и плодоводства Кыргызского Национального университета им. К.И. Скрябина, г. Бишкек;

Ашимов К.С., д.б.н., профессор кафедры географии Жалал-Абадского государственного университета, г. Жалал-Абад.