

*Сакбаева З.И., Карабаев Н.А.*

**ИЗМЕНЕНИЕ ФЕРМЕНТОВ ФОСФАТАЗ В ПОЧВАХ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПОЯСНОСТИ ГОРНЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО КЫРГЫЗСТАНА**

*Z.I. Sakbaeva, N.A. Karabaev*

**THE CHANGE OF PHOSPHATASE ENZYMES IN SOILS OF VERTICAL ZONATION OF MOUNTAIN SOILS IN SOUTHERN KYRGYZSTAN**

УДК: 630.114.442.3

*В статье изложены результаты изучения активности ферментов фосфатаз в почвах вертикальной поясности почв бассейна реки Кок-Арт, их взаимосвязь от землепользования и типов почв.*

**Ключевые слова:** ферментативная активность, фосфатаз, сероземы, горно-лесные черно-коричневые почвы, горные лугово-степные почвы

*In this paper are given the results of investigation the activity of phosphatase enzymes in soils of vertical zonation of mountain soils of Kukart watershed, their relationship from land use and soil types.*

Влияние изменения климата и антропогенное воздействие на биоресурсы урочища Кок-Арт требует знание связанных с функционированием почв вертикальной поясности в рамках различных видов использования земель. Это диктуется тем, что исследования свойств почв урочища Кок-Арт по-прежнему уделяется мало внимания.

*Таблица 1*

**Расположение и хозяйственное использование почв бассейна реки Кок-Арт**

Землепользование	Местность	Типы почв	Высота над уровнем моря, м	Ширина	Долгота
Пашня (хлопок)	Сузак	Орошаемый серозем	732	40°54'58.41"N	72°56'15.16"E
Фисташковое редколесье	Сузак	Типичный серозем	853	40°55'42.63"N	72°53'33.10"E
Орехово-плодовый лес	Кара-Алма	Горно-лесный черно-коричневый	1580	41°12'30.49"N	73°20'57.12"E
Орехово-плодовый лес	Кара-Алма	Горно-лесный черно-коричневый	1801	41°12'54.66"N	73°23'00.05"E
Пастбища	Кызыл-Суу	Горно лугово-степной	1942	41°08'16.89"N	73°34'47.13"E

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.

Активность ферментов фосфатазы сероземов приводится в таблице 2.

*Таблица 2*

**Активность ферментов фосфатаз сероземных почв бассейна реки Кок-Арт (мг р-нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup>)**

Землепользование	Типы почв	Горизонты	Глубина, см	Кислая фосфатаза	Щелочная фосфатаза	Фосфодиэстераза
Пашня (хлопок), Сузак	Орошаемый серозем	A	0-14	228,9	162,1	83,4
		A <sub>1</sub>	14-30	42,7	84,5	53,9
		B	30-50	31,5	80,4	67,7
Фисташковое редколесье, Сузак	Типичный серозем	A <sub>0</sub>	0-2	286,4	1021,5	560,9
		A <sub>1</sub>	2-14	22,9	67,3	17,6
		B <sub>1</sub>	14-52	17,9	59,0	33,7
		B <sub>6</sub>	52-105	12,0	36,0	26,0
		C	105-165	2,8	6,6	8,0

Изучение почв вертикальной поясности урочища Кок-Арт приобретает актуальное значение в связи с предотвращением возникновения сея и предстоящему строительству альтернативной дороги юг-север.

В связи с этим биохимические свойства почв этого урочища, таких как активность ферментов и динамика органических веществ дают ценную информацию о степени плодородия, круговороте питательных веществ, разложении и образовании органических веществ в почве. В свою очередь ферментативная активность почв зависит от механического состава, pH среды, органического вещества, типа почвы и землепользования.

В данной работе представлены результаты исследований активности ферментов фосфатаз в почвах вертикальной поясности горных почв Южного Кыргызстана на примере почв бассейна реки Кок-Арт.

Основным фактором при формировании почв вертикальной зональности этого бассейна является вертикальная поясность, под которой понимается смена климата, растительности и почв по мере поднятия высоты местности.

В изучаемом регионе проводилось исследование на почвенных разрезах, взятых из трех контрастных землепользований (табл. 1).

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 слабощелочной реакцией преобладают щелочные фосфатазы. Как показывают наши исследования, в орошаемых обрабатываемых почвах антропогенное воздействие изменяет вышеназванную истину.

pH среды сероземных почв бассейна реки Кок-Арт колеблется в пределах 7.9-8.3. Наблюдается повышенные содержания ферментов на верхних горизонтах типичных сероземов фисташковых лесов. Это связано с высоким обилием почвенных микроорганизмов и органических веществ на поверхностных горизонтах сероземов [1,5]. Это способствует увеличению содержания щелочных фосфатаз, что видно в почвах фисташкового редколесья, когда в верхнем 0-2 см и гумусово-аккумулятивном горизонте 2-14 см количество щелочной фосфатазы явно доминирует над кислым фосфатазом. Так, в типичных сероземах фисташкового редколесья на верхних горизонтах содержится от 22,9 до 286,4 мг нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup> кислой фосфатазы, от 67,3 до 1021,5 мг нитро-фенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup> щелочной фосфатазы, от 17,6 до 560,9 мг нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup> фосфодиэстеразы.

Однако, пахотный горизонт орошаемого типичного серозема содержит 162,1 мг нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup> щелочной фосфатазы, 83,4 мг

нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup> фосфодиэстеразы и 228,9 мг нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup> кислой фосфатазы. Это можно объяснить широким применением при возделывании хлопчатника кислых минеральных удобрений. Кроме того, 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.

Причем количество кислых фосфатаз резко снижаются в подпахотном горизонте почвы, что прямо коррелирует с содержанием гумуса почвы.

Как известно, горно-лесные черно-коричневые почвы отличаются высоким естественным плодородием [2,3]. Поэтому в исследуемых почвах в большом количестве имеется фосфор в форме органических соединений, аккумулируемый в гумусе, поступающий с отмирающими остатками растений, животных и микроорганизмов. Высвобождение фосфорной кислоты из этих соединений осуществляется сравнительно узкой группой микроорганизмов, имеющих специфические ферменты фосфатазы.

Как видно из таблицы 3, высокая биологическая активность горно-лесных черно-коричневых почв отмечается по щелочной фосфатазе и колеблется от 57,5 до 1441,5 мг нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup> в разрезе 1 и от 8,1 до 1809,8 мг нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup> в разрезе 2. Причем, щелочная фосфатаза явно доминирует над кислой фосфатазой и фосфодиэстеразой, что является характерным для слабощелочной pH почвенной среды [6]. Высокая активность данного фермента в исследуемом объекте связано с показателями pH среды почвы. Установлено, что в этих почвах, генетические горизонты различаются по активности, распределение которой в профиле почвы тесно коррелирует с содержанием гумуса.

Здесь для сравнения можно привести содержание вышеназванных показателей пахотного горизонта орошаемого типичного серозема. Низкая активность орошаемой пашни сероземов обусловлена более сильной адсорбцией фосфатаз почвенными минералами. Вследствие малого содержания органического вещества и малого поступления послеуборочных растительных остатков сельскохозяйственных культур в орошаемых сероземах, адсорбирующая поверхность минералов больше обнажена по сравнению с высокогумусными горно-лесными черно-коричневыми почвами. Адсорбируемый почвенными минералами орошаемых сероземов фосфор, представляет трудноусвояемые формы фосфора.

Ферментативная активность лугово-степных субальпийских почв характеризуется довольно высокой величиной (таблица 4).

Таблица 3.

Активность фосфатных ферментов горно-лесных черно-коричневых почв бассейна реки Кок-Арт (мг р-нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup>)

Землепользование	Типы почв	Горизонты	Глубина	Кислая фосфатаза	Щелочная фосфатаза	Фосфодиэстераза
Орехово-плодовые леса, Кара-Алма, Разрез 1	Горно-лесной черно-коричневый	A»	0-2	379,4	1441,5	746,2
		At	2-13	422,3	1033,0	742,1
		A,	13-48	114,7	244,6	222,1
		B	48-120	29,8	76,5	43,8
		C	120-165	26,0	57,5	85,2
Орехово-плодовые леса, Кара-Алма, Разрез 2	Горно-лесной черно-коричневый	A <sub>0</sub>	0-4	712,7	1809,8	714,2
		A <sub>1</sub>	4-18	897,7	757,8	754,5
		A <sub>2</sub>	18-57	272,5	283,9	225,9
		AB	57-91	59,8	27,7	41,7
		B	91-130	27,7	18,7	11,9
		C	130-185	18,0	8,1	15,4

Таблица 4

Активность ферментов фосфатаз лугово-степных почв Ферганской долины (мг р-нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup>)

Землепользование	Типы почв	Горизонты	Глубина, см	Щелочная фосфатаза	Кислая фосфатаза	Фосфодиэстераза
Пастбища, Кызыл-Суу	Лугово-степная почва	A	0-15	978,3	431,3	467,4
		A <sub>1</sub>	15-28	371,7	340,9	212,7
		B	28-50	134,0	174,0	107,9

Здесь щелочная фосфатаза явно доминирует над кислой фосфатазой и основное количество ферментов фосфатаз сосредоточено в верхнем гумусово-аккумулятивном горизонте. Так, в 0-15 см слое почвы содержится 978,3 мг р-нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup> щелочной фосфатазы и 431,4 мг р-нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup> кислой фосфатазы и их количество резко уменьшаются по профилю почвы.

Здесь высокая ферментативная активность наблюдается по кислой фосфатазе, которая колеблется от 134,0 до 431,3 мг р-нитрофенол кг<sup>-1</sup> почвы час<sup>-1</sup>. Кислая фосфатаза участвует при круговороте фосфора.

Значить ферментативную активность фосфатазы, определяемый по методике Табатабай М.А. [4], можно использовать в качестве диагностического показателя плодородия различных типов почв, потому что активность ферментов фосфатаза отражает не только биологические свойства, но их изменение под влиянием агроэкологических факторов.

#### Выводы.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что наряду с показателями гумуса, питательных веществ почв, ферментативная активность фосфатазы можно использовать в качестве диагностического показателя плодородия почв.

Суммарная фосфатазная активность горно-лесных черно-коричневых почв зависит от содержания

гумуса и органического фосфора (растительные и животные остатки), которые являются субстратом для фермента.

Фермент фосфатазы горно-лесных черно-коричневых почв участвуют при распаде растительных, животных и микробных остатков, а также синтеза гумуса.

Низкая активность орошаемой пашни сероземов обусловлена более сильной адсорбцией фосфатаз почвенными минералами. Адсорбируемый почвенными минералами орошаемых сероземов фосфор, представляет трудноусвояемые формы фосфора.

#### Литература:

1. Абрамян С.А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов // Почвоведение. 1992, №7, с.70-82.
2. Ройченко Г.И. Почвы Южной Киргизии. Изд-во: Академия Наук Кирг. ССР, Фрунзе, 1960, 233с.
3. Ройченко Г.И. Земельные ресурсы Южной Киргизии и их использование. Фрунзе, 1970, 15-38, 34-40.
4. V. Acosta- Martinez, D. Acosta Marcado, D. Sotomayor, and L. Cruz, "Microbial communities and enzymatic activities under different management in semiarid soils", *Applied Soil Ecology*, vol 38, pp. 249-260, 2008.
5. Tabatabai M.A. Soil Enzymes. Soil Science Society of America, USA, 1994, 801-814.
6. F. Eivazi and M.A. Tabatabai, "Phosphatases in soils", *Soil Biological & Biochemistry*, vol.9, pp. 167-172, 1977.

Рецензент: д.б.н., профессор Дженбаев Б.М.