

УДК: 630.114.442.3

З.И. Сакбаева

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ОРЕХОВО-ПЛОДОВЫХ ЛЕСОВ БАСЕЙНА РЕКИ КОК-АРТ ЖАЛАЛ-АБАДСКОЙ ОБЛАСТИ КЫРГЫЗСТАНА

*Жалал-Абадский государственный университет, Жалал-Абад, Кыргызстан,
sakbaeva@yahoo.com*

Аннотация. В статье изложены результаты изучения ферментативной активности почв орехово-плодовых лесов бассейна реки Кок-Арт Жалал-Абадской области.

Ключевые слова: ферментативная активность, глюкозидазы, фосфатазы, арильсульфатаза, горно-лесные черно-коричневые почвы, орехово-плодовый лес.

ВВЕДЕНИЕ

С жизнедеятельностью почвенной микрофлоры связаны все основные процессы, протекающие в почве: разложение и синтез органического вещества, динамика накопления и использования усвояемых форм азота, фосфора, калия и других элементов питания, образование и использование физиологически активных веществ (витамины, ауксины, ферменты) и другие биохимические факторы.

Для микробиологической активности большую роль играет водно-тепловой режим почвы. В период увлажнения почвы, когда идет активизация микробиологических процессов, по мнению М.М. Кононовой [1], происходит новообразование гумусовых веществ, а периоды последующего усыхания почвы, вызывающие депрессию деятельности микроорганизмов, предохраняют гумусовые вещества от быстрого вовлечения в новые биохимические процессы. Вступая во взаимодействие с минеральной частью почвы, гумусовые вещества закрепляются в виде органоминеральных соединений.

Характер преобладающей группы почвенных микроорганизмов в основном зависит от типа растительности, покрывающей данную почву, и экологических условий.

Разные типы почв вертикальной поясности бассейна реки Кок-Арт существенно отличаются по характеру растительности, которая обогащает почву отмира-

ющими 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 лучше понимать вопрос почвообразования и накопления гумуса.

При сравнении почв бассейна реки Кок-Арт между собой, можно видеть явные различия по количественному и видовому составу микроорганизмов. В почвах Ферганской долины и урочище Кок-Арт микробиологические изменения сильно влияют на состав витаминов, ферментов, дыхание почвы и состав фосфора.

Целью исследования является изучение ферментативной активности почв орехово-плодовых лесов, т.е. активности глюкозидаз, фосфатаз и арильсульфатазы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

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 фосфат-

ных ферментов определялись по методике Табатабай М.А. (8). Высотные пределы точек отбора проб 1580-1801 м над ур. м., координаты N 41°12'30.49" - 41°12'54.66", E 73°20'57.12" - 73°23'00.05".

Почвы бассейна реки Кок-Арт имеют несколько разных типов почв, и обладают неодинаковым потенциальным плодородием. Разнохарактерность литологического строения, различная высота над уровнем моря и экспозиция горных склонов, разная степень увлажнения, температуры воздуха и ряд других факторов способствовали развитию на исследуе-

мой территории разнообразного почвенного покрова – горно-долинные сероземы типичные туранские, горные темные сероземы, горные коричневые, горно-лесные черно-коричневые и горные лугово-степные почвы [2].

Исследование проводилось на девяти почвенных разрезах, взятых из трех контрастных землепользования бассейна реки Кок-Арт Джалал-Абадской области. В данной работе приведем результаты исследований ферментативной активности почв орехово-плодовых лесов бассейна реки Кок-Арт (таблица 1).

Таблица 1 - Расположение почв орехово-плодовых лесов бассейна реки Кок-Арт

Землепользование	Местность	Типы почв	Высота над уровнем моря, м	Ширина	Долгота
Орехово-плодовый лес	Кара-Алма	Горно-лесные черно-коричневые	1580	41°12'30.49"N	73°20'57.12"E
Орехово-плодовый лес	Кара-Алма	Горно-лесные черно-коричневые	1801	41°12'54.66"N	73°23'00.05"E

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). Условия намного холоднее на больших высотах, где в июле среднесуточная температура 5°C и в январе -28°C (Жергетальская метеорологическая станция). Большая часть осадков выпадает зимой и весной. Среднегодовое количество осадков составляет от 100 до 500 мм в предгорьях и от 500 до 1000 мм в горах (выше 1000 м).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

β-глюкозидаза играет большую роль в круговороте углерода (C), участвующих в деградации целлюлозы. Как известно главными компонентами клеточной стенки сельскохозяйственных культур, особенно соломы, стеблей хлопчатника и других растений, являются природные поли-

сахариды: целлюлоза и гемицеллюлоза. β-глюкозидазы в расщепляющих целлюлозы микроскопических грибах *Trichoderma* содержится мало, а в низших грибах *Penicillium verruculosum* много.

β-глюкозидаза является доминирующим ферментом в почве. Этот фермент играет важную роль в почвах, потому что они участвуют в качестве катализатора для гидролизом и биodeградации различных β-глюкозидов присутствующих в разложении растительных остатков в экосистеме [5].

β-глюкозаминидазы в основном сосредоточены в почвенных микроорганизмах *Streptomyces* и ассимилируют глюкозу, галактозу, сахарозу и фруктозу и участвуют в круговороте углерода и азота в почве.

В горных коричневых почвах наблюдается высокая активность ферментов глюкозидаз по сравнению с сероземными почвами. Как видно из таблицы 2, высо-

кая ферментативная активность почвы отмечается по β -глюкозидазе и колеблется от 19,3 до 1137,5 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ в горных коричневых почвах, от 11,1 до 1235,9 мг р-нитрофенол кг⁻¹

почвы час⁻¹ в горнолесных черно-коричневых почвах. Из глюкозидазных ферментов, β -глюкозидаза доминирует над β -глюкозаминидазой.

Таблица 2 - Активность ферментов глюкозидаз горнолесных черно-коричневых почв бассейна реки Кок-Арт (мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹)

Землепользование	Типы почв	Горизонты	Глубина	β -глюкозидаза	β -глюкозаминидаза
Орехово-плодовые леса, Кара-Алма	Горнолесные черно-коричневые (мало мощные)	A ₀	0-2	807,6	189,9
		A ₁	2-13	1137,5	87,6
		A ₂	13-48	135,1	14,7
		B	48-120	27,1	4,0
		C	120-165	19,3	2,1
Орехово-плодовые леса, Кара-Алма	Горнолесные черно-коричневые	A ₀	0-4	1235,9	298,5
		A ₁	4-18	546,9	106,0
		A ₂	18-57	74,6	7,3
		AB	57-91	17,8	10,9
		B	91-130	14,7	1,7
		C	130-185	11,1	14,4

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 основную часть фосфора почвы (от 20 до 80 %) и представлены нуклеиновыми соединениями, производными аденозинфосфорной кислоты, фосфогуминовыми комплексами и в незначительном количестве подвижными сахарофосфатами и глицерофосфатами. Фосфорорганические соединения почвы переходят в доступное для питания растений состояние при ферментативном гидролизе с отщеплением остатков фосфорной кислоты.

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.

Среда pH сероземов бассейна реки Кок-Арт колеблется в пределах 7,9-8,3. Это способствует увеличению содержания щелочных фосфатаз.

Лесные почвы, как правило, содержат более высокие микробные биомассы и более сложные источники углерода (хитин). В целом, активность ферментов находится в тесной связи с содержанием органических веществ почвы, потому что, лесорастительная подстилка играет ключевую роль в качестве предшественника для синтеза и стабилизации ферментов [4].

Как известно, горнолесные черно-коричневые почвы отличаются высоким естественным плодородием [3]. Поэтому в исследуемых почвах в большом количестве имеется фосфор в форме органических соединений, аккумулируемый в гумусе, поступающий с отмирающими остатками растений, животных и микроорга-

низмов. Высвобождение фосфорной кислоты из этих соединений осуществляется сравнительно узкой группой микроорганизмов, имеющих специфические ферменты фосфатазы.

Как видно из таблицы 3, высокая активность почвы разреза 1 отмечается по щелочной фосфатазе и колеблется от

57,5 до 1441,5 мг нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ в горно-лесной черно-коричневой почве, от 8,1 до 1809,8 мг нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ в горнолесных черно-коричневых почвах разреза 2. Причем, щелочная фосфатаза явно доминирует над кислой фосфатазой и фосфодиэстеразой, что является характерным для слабощелочной рН почвенной среды [6].

Таблица 3 - Активность фосфатных ферментов горнолесных черно-коричневых почв бассейна реки Кок-Арт (мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹)

Землепользование	Тип почвы	Генетический горизонт	Глубина, см	Кислая фосфатаза	Щелочная фосфатаза	Фосфодиэстераза
Орехово-плодовые леса, Кара-Алма	Горнолесные черно-коричневые (маломощные)	A ₀	0-2	379,4	1441,5	746,2
		A ₁	2-13	422,3	1033,0	742,1
		A ₂	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	Горнолесные черно-коричневые	A ₀	0-4	712,7	1809,8	714,2
		A ₁	4-18	897,7	757,8	754,5
		A ₂	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		

Высокая активность данного фермента в исследуемом объекте связано с показателями рН среды почвы. Установлено, что в этих почвах, генетические горизонты различаются по активности, распределение которых в профиле почвы тесно коррелируют с содержанием гумуса.

Значит, ферментативную активность фосфатазы, определяемую по методике Табатабай М.А. [8], 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.

Такой повышенный потенциал ферментативной активности фосфатазы способствуют лучшему распаду питательных веществ из трудноусвояемых соединений фосфора и переходу в легкодоступные формы фосфора для растений и микроорганизмов.

Арильсульфатазы широко распространены в природе, а также в почве. Они играют важную роль при круговороте серы, т.е. гидролизе сложных эфиров сульфатов в почве. Существуют многочисленные газообразные соединения серы, такие как сероводород (H₂S) и сернистый ангидрид (SO₂). Однако преобладающая часть круговорота этого элемента имеет осадочную природу и происходит в почве и воде. Основной источник серы, доступный живым организмам – сульфаты (SO₄²⁻).

Ключевую роль в быстро обмениваемом фоне играют специализированные микроорганизмы, выполняющие определенные реакции окисления или восстановления. Благодаря процессам окисления и восстановления происходит обмен серы между доступными сульфатами (SO₄²⁻) и сульфидами железа, находящимися глубоко в почве и осадках при участии серобактерии, тиобациллы, арильсульфатазы [7].

В таблице 4 указаны активность коричневых почв бассейна реки Кок-Арт. арильсульфатазы горнолесных черно-

Таблица 4 - Активность фермента арильсульфатазы горнолесных черно-коричневых почв бассейна реки Кок-Арт (мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹)

Землепользо-вание	Тип почвы	Генети-ческий горизонт	Глубина, см	Органиче-ское вещество	Общий азот	Арильсуль-фатаза
Орехово-плодовые леса, Кара-Алма	Горнолесные черно-коричневые (маломощные)	A ₀	0-2	12,07	0,91	498,9
		A ₁	2-13	9,21	0,72	393,3
		A ₂	13-48	2,65	0,19	114,3
		B	48-120	0,88	0,08	33,5
		C	120-165	0,82	0,07	19,6
Орехово-плодовые леса, Кара-Алма	Горнолесные черно-коричневые	A ₀	0-4	16,13	1,88	439,2
		A ₁	4-18	12,5	0,84	493,4
		A ₂	18-57	5,51	0,38	158,3
		AB	57-91	2,06	0,13	15,3
		B	91-130	1,37	0,14	4,8
		C	130-185	1,23	0,08	2,2

В разрезах горно-лесных черно-коричневых почв, содержание органических веществ были на высоком уровне (например, 12-16 % в A₀ и 9-12 % в A₁ горизонтах). В соответствии этому, активность арильсульфатазы тоже была на высоком уровне, которое колеблется в пределах 439,2- 498,9 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ в A₀ и 393,3- 493,4 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ в A₁ горизонтах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые проводимые исследования позволяют заключить, что горнолесные черно-коричневые почвы характеризуются высокой активностью ферментов глюкозидаз и фосфатаз. Это связано с содержанием органических веществ почвы, потому что, лесорастительная подстилка играет ключевую роль в качестве

предшественника для синтеза и стабилизации ферментов.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что наряду с диагностическими показателями гумуса, питательных веществ почв, ферментативную активность фосфатазы можно использовать в качестве диагностического показателя плодородия почв бассейна реки Кок-Арт. Среди изучаемых почв суммарная фосфатазная активность горнолесных черно-коричневых почв очень высокая и она зависит от валового содержания гумуса и органического фосфора (растительные и животные остатки), которые являются пищевым субстратом для фермента. Фермент фосфатазы горнолесных черно-коричневых почв участвуют при распаде растительных, животных и микробных остатков, а также синтеза гумуса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Кононова М.М. Органическое вещество почвы. Его природа, свойства и методы изучения. - Москва: Наука, 1963. - 315 с.
- 2 Мамытов А.М. Почвы гор Средней Азии и Южного Казахстана. - Фрунзе: Илим, 1987. - 310с.
- 3 Ройченко Г.И. Почвы Южной Киргизии. - Фрунзе: Академия Наук Кирг. ССР, 1960. - 233с.
- 4 Acosta- Marti'nez, V., Acosta Marcado, D., Sotomayor, D., Cruz, L. Microbial communities and enzymatic activities under different management in semiarid soils//Appl. Soil Ecol. - 2007. - Vol.38. - P.249-260.

5 Eivazi F. and Tabatabai M.A. Phosphatases in soils// Soil Biological & Biochemistry. - 1977. - Vol.9. – P.167-172.

6 Eivazi F., Tabatabai M.A. Glucosidases and galactosidases in soils// Soil.Biol.Biochem. - 1988. – Vol. 20. – P.601-606.

7 Tabatabai M.A. and Bremner J.M. Factors affecting soil arylsulfatase activity// Soil Science Society of America Journal. -1970. -Vol. 34. – P.427-429.

8 Tabatabai M.A. Soil enzymes In: Weaver, R.W., Angle, J.S., Bottomley, P.S. (Eds.), Methods of Soil Analysis: Microbiological and Biochemical Properties. Part 2. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI, 1994. – P.833.

ТҮЙІН

З.И. Сақбаева

ҚЫРҒЫЗСТАННЫҢ ЖАЛАЛ АБАД ОБЛЫСЫНЫҢ КӨКАРТ ӨЗЕНІ АЛАБЫНДАҒЫ ЖАҢҒАҚТЫ-ЖЕМІСТІ ОРМАНДАРДЫҢ ТОПЫРАҚТАРЫНЫҢ ФЕРМЕНТАТИВТІК БЕЛСЕНДІЛІГІ

Жалал-Абадтық Мемлекеттік университет, Жалал-Абад, Қырғызстан, sakbaeva@yahoo.com

Мақалада Жалал Абад облысының Көкарт өзені алабындағы жаңғақты-жемісті ормандарының топырақтарының ферментативтік белсенділігін зерттеу нәтижелері мазмұндалған.

SUMMARY

Z.I. Sakbaeva

ENZYME ACTIVITY OF SOILS OF NUT-FRUIT FORESTS IN THE KUKART WATERSHED OF JALAL-ABAD REGION OF KYRGYZSTAN

Candidate of agricultural sciences, docent, dean of Natural Sciences faculty of Jalal-Abad State University, e-mail: sakbaeva@yahoo.com

In this paper are given the results of investigation the enzyme activity of soils of nut-fruit forests in the Kukart watershed of Jalal-Abad region of Kyrgyzstan.