

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ ГЛЮКОЗИДАЗ ДЛЯ ПЛОДОРОДИЯ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ЧЕРНО-КОРИЧНЕВЫХ ПОЧВ БАСЕЙНА РЕКИ КОК-АРТ ЮЖНОГО КЫРГЫЗСТАНА

Сакбаева З.И.

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

В статье рассматривается экологическая роль глюкозидаз для плодородия горно-лесных черно-коричневых почв бассейна реки Кок-Арт. Изложены результаты взаимосвязи ферментов глюкозидаз с органическим веществом горно-лесных черно-коричневых почв. Изучение фермента глюкозидазы позволяет прогнозировать микробиологической активности изучаемых почв. β -глюкозидаза является доминирующим ферментом в почве. Этот фермент играет важную роль в горно-лесных черно-коричневых почвах, потому что они участвуют в качестве катализатора для гидролизом и биodeградации различных β -глюкозидов, присутствующих в разложении растительных остатков в экосистеме. Это важно при снабжении легкоусвояемыми формами питательных элементов вегетирующих растений и дополнении запаса гумуса новыми субстратами органических веществ. Высокая ферментативная активность почвы отмечается по β -глюкозидаза и колеблется от 19,3 до 1137, 5 мг р-нитрофенол кг^{-1} почвы час^{-1} в коричневой почве, от 11,1 до 1235,9 мг р-нитрофенол кг^{-1} почвы час^{-1} в темно-коричневой почве. Из глюкозидазных ферментов, β -глюкозидаза доминирует над β -глюкозаминидазой. Ферменты β -глюкозидаза играет важную роль в круговороте углерода (C), участвующих в (деградации) расщеплении целлюлозы, что важно при расщеплении лесорастительных остатков. Глюкозидазная активность коричневых почв зависит от содержания гумуса, ежегодного лесорастительного опада и органического азота, которые являются исходным субстратом для фермента.

Ключевые слова: фермент, глюкозидаз, горно-лесные черно-коричневые почвы, ферментативная активность, гумус, плодородие.

ECOLOGICAL ROLE OF GLUCOSIDASE FOR FERTILITY OF MOUNTAIN-FOREST BLACK-BROWN SOILS OF KUKART RIVER BASIN OF SOUTHERN KYRGYZSTAN

Sakbaeva Z.I.

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

The article deals with the ecological role of glucosidase for fertility mountain-forest black-brown soils of Kukart watershed. The results of the relationship glucosidase enzymes with organic matter mountain-forest of black-brown soil... A study of the enzyme glucosidase allows predicting the studies of soil microbial activity. β -glucosidase is the dominant enzyme in the soil. This enzyme plays an important role in the mountain-forest of black-brown soils, because it is involved in as a catalyst for the hydrolysis and biodegradation of various β -glucosides present in the decomposition of plant residues in the ecosystem. This is important for the supply of digestible nutrients forms of vegetative plants and addition of new reserves of humus substrates of organic substances. High enzyme activity of soil marked by β -glucosidase and ranges from 19.3 to 1137, 5 mg of p-nitrophenol kg^{-1} soil h^{-1} c brown soil, from 11.1 to 1235.9 mg of p-nitrophenol kg^{-1} soil h^{-1} in dark brown soil. Of glucosidase enzymes, β -glucosidase dominates β -glucosaminidase. Enzyme β -glucosidase plays an important role in the carbon cycle (C), involved in (degradation) splitting cellulose, which is important in the cleavage of silvicultural residues. Glucosidase activity of brown soil depends on the content of humus, the annual forest growth litter and organic nitrogen, which are the initial substrate for the enzyme.

Keywords: enzyme, glucosidase, mountain-forest black-brown soils, enzyme activity, humus, fertility.

Для микробиологической активности большую роль играет водно-тепловой режим почвы. В период увлажнения почвы, когда идет активизация микробиологических процессов, по мнению М.М. Кононовой [3], 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. Накопленные в почве ферменты становятся стабильными катализаторами протекающих в ней биохимических процессов и приобретают большую устойчивость при неблагоприятных условиях [1, 2].

Разные типы почв вертикальной поясности бассейна реки Кок-Арт существенно отличаются по характеру растительности, которая обогащает почву отмирающими корневыми остатками, различающимися по химическому составу.

При сравнении почв бассейна реки Кок-Арт между собой можно видеть ясные 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.

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 ферментов глюкозидаз определялась по методике Табатабай М.А.[8].

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 глюкозидаз горно-лесных черно-коричневых почв. 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".

Климат бассейна реки Кок-Арт характеризуется континентальным субтропическим климатом. В предгорьях среднесуточная температура в июле составляет 28 °С. В январе среднесуточная температура ниже -14 °С (Джалал-Абадская метеорологическая станция). Условия намного холоднее на больших высотах, где в июле среднесуточная температура 5 °С и в январе -28 °С (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 исследования

Горно-лесные черно-коричневые почвы развиваются под пологом орехово-плодовых

лесов на юго-западных склонах Ферганского хребта в пределах 1400–2100 м над уровнем моря. Грецкий орех (*Juglans regia*), наряду с яблоней (*Malus kirghisorum* Theodet.Fed), (*Malus niedzwetzkyana* Dick) и кленом (*Acer turkestanica*) является ценообразователем. Кустарниковый ярус составляет жимолость, алыча, экзохорда, абелия, миндаль и др. Этим лесам присущ довольно густой и мощный травостой.

Вышеназванные почвы под орехово-плодовыми лесами характеризуются высоким плодородием и отличаются большим содержанием гумуса, питательных веществ и емкостью поглощения [4]. Это доказывает биологическая активность и особенно ферментативная активность этих почв.

Продуктивность лесорастительной биоты определяется как географическими факторами, так и биологическими особенностями отдельных видов. Общая закономерность состоит в том, что у аналогичных жизненных форм (древесных, травянистых) запасы фитомассы тем больше, чем выше теплообеспеченность и чем ближе к оптимуму соотношение тепла и влаги, и оно в горно-лесных черно-коричневых почвах приближается к оптимуму. В этих условиях часть органических остатков при разложении переходит в почвенный гумус, где велика его доля в условиях достатка тепла и небольшого дефицита влаги, что присутствует в конце летних месяцев в регионе наших исследований.

Изучение продукта целлюлозолитической почвенной микрофлоры – фермента глюкозидазы – позволяет прогнозировать микробиологической активности изучаемых почв.

β -глюкозидаза является доминирующим ферментом в почве. Этот фермент играет важную роль в горно-лесных черно-коричневых почвах, потому что они участвуют в качестве катализатора для гидролизом и биodeградации различных β -глюкозидов, присутствующих в разложении растительных остатков в экосистеме. Это важно при снабжении легкоусвояемыми формами питательных элементов вегетирующих растений и дополнении запаса гумуса новыми субстратами органических веществ.

Как видно из рисунков 1, 2, высокая ферментативная активность почвы отмечается по β -глюкозидаза и колеблется от 19,3 до 1137, 5 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ в коричневой почве, от 11,1 до 1235,9 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ в горно-лесной черно-коричневой почве. Из глюкозидазных ферментов β -глюкозидаза доминирует над β -глюкозаминидазой. Ферменты β -глюкозидаза играет важную роль в круговороте углерода (C), участвующих в (деградации) расщеплении целлюлозы, что важно при расщеплении лесорастительных остатков.

Как известно, деградация целлюлозы в природе обычно осуществляется ассоциацией микроорганизмов. Если рассмотреть основные процессы разложения органического вещества, которые связаны с преобразованием отмерших растительных и животных

остатков, и в их разложении принимают участие специфическая группа организмов – редуценты – грибы, актиномицеты, бактерии. На последнем этапе мертвые органические остатки разлагаются микроорганизмами (в меньшей степени это происходит путем абиотического окисления). Используя химическую энергию, заключенную в органических соединениях, микроорганизмы превращают белки, жиры и углеводы в простые минеральные соединения, которые возвращаются в атмосферу (углекислый газ, вода и аммиак) и в почву (зольные элементы). Хотя при этом разложении происходит образование новых форм живого вещества в виде тел микроорганизмов, общее количество органического вещества уменьшается, так как основная часть его минерализуется. Процесс минерализации органических безазотистых соединений, в частности клетчатки, в горно-лесных черно-коричневых почвах происходит преимущественно в аэробных, а иногда и в анаэробных условиях.

Таким образом, β-глюкозаминидазы активно участвуют в круговороте углерода и азота в горно-лесных черно-коричневых почвах. При таком раскладе можно ожидать пополнения запасов гумуса почв продуктами разложения целлюлозы, где в процессе минерализации происходит синтез специфических органических соединений – гумуса, специфических минеральных соединений – глинистых минералов, а также выделение простейших неорганических соединений. Ведь основная часть лесорастительной фитомассы после отмирания минерализуется микроорганизмами (и конечные продукты минерализации) и возвращается в атмосферу (CO₂ и другие летучие соединения) и в почву (зольные элементы и азот). Эти процессы приводят к перераспределению химических элементов в литогенной основе изучаемого нами ландшафта.

Следует отметить, что поглощение химических элементов из горно-лесных черно-коричневых почв происходит из всего почвенного профиля, а разложение же органических соединений происходит в основном в верхнем горизонте почвенного профиля. Здесь же после минерализации аккумулируются те химические элементы и органические вещества почвы. В целом ферментативная активность почвы уменьшается с увеличением глубины (рис.1–2).

Снижение активности ферментов с глубиной можно объяснить с уменьшением биологической активности почв вниз по профилю. Снижение активности ферментов и микробной биомассы с глубиной почвы была отмечена в исследованиях Acosta-Martinez и др. [5], Kizilkaya и др.[6].

Здесь для сравнения можно привести содержание показателей пахотного горизонта орошаемого типичного серозема, который содержит 79,7 мг р-нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ β-глюкозидазы, 9,8 мг нитрофенол кг⁻¹ почвы час⁻¹ β-глюкозаминидазы [7]. Как видно,

изучаемые горно-лесные черно-коричневые почвы отличаются повышенной биологической активностью.



В целом активность ферментов находится в тесной связи с содержанием органических веществ почвы, потому что ежегодный лесорастительный опад и органическое вещество почвы играют ключевую роль в качестве предшественника для синтеза и стабилизации ферментов (таблица 1).

Гумусовое состояние и количество азота изучаемых почв

Местность и почва	Глубина, см	Гумус, %	Углерод, %	Азот общий, %	C:N
Кара-Алма, орехо- плодовый лес (коричневая)	0-2	11,33	6,58	0,95	6,9
	2-14	8,30	4,82	0,55	8,76
	14-52	2,70	1,56	0,20	7,84
	52-105	0,88	0,51	0,09	5,68
	105-165	0,68	0,39	0,05	7,9
Кара-Алма, орехо- плодовый лес (горно- лесная черно-коричневая)	0-4	12,0	6,9	0,98	7,04
	4-18	9,30	5,4	0,64	8,43
	18-57	3,80	2,20	0,30	7,30
	57-91	2,65	1,54	0,14	11,0
	91-130	1,09	0,63	0,10	6,3
	130-185	0,88	0,51	0,06	8,5

Как видно из таблицы 1, в горно-лесных черно-коричневых почвах бассейна реки Кок-Арт содержится 11,3–12,0 % гумуса в верхнем горизонте, и 8,3–9,3 % гумуса в гумусово-аккумулятивном горизонте, который коррелируется содержанием вышеназванного фермента изучаемого объекта.

Заключение

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что содержание β -глюкозидаза колеблется от 19,3 до 1137,5 мг р-нитрофенол кг^{-1} почвы час^{-1} и от 11,1 до 1235,9 мг р-нитрофенол кг^{-1} почвы час^{-1} в горно-лесных черно-коричневых почвах, что являются высокими показателями среди почв вертикальной поясности почв бассейна реки Кок-Арт. Из глюкозидазных ферментов, β -глюкозидаза доминирует над β -глюкозаминидазой.

Глюкозидазная активность коричневых почв зависит от содержания гумуса, ежегодного лесорастительного опада и органического азота, которые являются исходным субстратом для фермента. Лесные участки, как правило, содержат более высокую микробную биомассу по сравнению с пастбищами и пахотными землями, что в частности можно объяснить более высоким уровнем ферментов глюкозидаз.

Список литературы

1. Звягинцев Д.Г. Имобилизованные ферменты в почвах. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – С.31-46.

2. Козлов К. А. Биологическая активность почвы // Известия АН СССР. Сер. биол. наук. – 1966. – № 5. – С.719-733.
3. Кононова М. М. Органическое вещество почвы. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 314с.
4. Ройченко Г.И. Земельные ресурсы Южной Киргизии и их использование. – Фрунзе: Илим, 1970. – 78 с.
5. Acosta-Marti'nez, V. Microbial communities and enzymatic activities under different management in semiarid soils / V. Acosta-Marti'nez, D. Acosta Marcado, D. Sotomayor, L. Cruz // Appl. Soil Ecol., 2007. – № 38. – P. 249-260.
6. Kizilkaya, R. Variation of land use and land cover effects on some soil physic-chemical characteristics and soil enzyme activity / R. Kizilkaya, O. Dengiz // Zemdirbyste-Agriculture. – 2010. – Vol. 97. – P. 15-24.
7. Sakbaeva, Z. I. Interactions of Soil Order and Land Use Management on Soil Properties in the Kukart Watershed, Kyrgyzstan / Z. I. Sakbaeva, V. Acosta-Martines, J. Moore-Kucera, W. Hudnall, N. Karabaev // Applied and Environmental Soil Science. – 2012. – Vol. 2012. – 11 p.
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, pp. 775–833.

Рецензенты:

Шамшиев Б.Н., д.с-х.н., доцент, проректор по науке и внешним связям Ошского технологического университета им. Академика М. Адышева, Министерства образования и науки Кыргызской Республики, г. Ош;

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