

БИОГЕННОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

М.Т. Куприченко, д.с.-х.н., Е.А. Менькина, к.с.-х.н., Ставропольский НИИСХ

Определены ферментативная активность и численность микроорганизмов целинного и пахотного чернозема в слоях почвы 0-20 и 20-40 см в динамике от весны к осени.

Ключевые слова: биочернозем, агрочернозем, ферментативная активность, микробиологическая активность, сезонная динамика.

Любая почва формируется и функционирует благодаря деятельности живых организмов, а выпадение или гипертрофирование отдельных их видов влечет за собой потерю стабильности экосистемы [3].

Почвенные ферменты или органические вещества белковой природы, содержащиеся в животных и растительных организмах, значительно, в сотни и тысячи раз, ускоряют протекающие в почвах биохимические реакции и служат надежным и устойчивым показателем биогенности почвенных экосистем [1, 4]. Биохимические превращения в почвах осуществляются также при активном участии живых веществ, в особенности микроорганизмов и высших растений. По сути все доступные растениям питательные вещества проходят через тело почвенной микрофлоры.

Достоверно установлено, что динамика биологической активности почв обусловлена, главным образом, изменением гидротермического режима территории [4].

Данными наших исследований [2] ранее была установлена динамика активности ферментов по сезонам вегетационного периода (весна, лето, осень) на целинном и пахотном черноземе, однако более детальные ежемесячные наблюдения не проводились, что и стало предметом излагаемой статьи. Динамика же микробиологической активности вообще не исследовалась. В научной литературе подобные исследования, по крайней мере, в последнее десятилетие, отсутствуют. Между тем, численность микроорганизмов, наряду с другими факторами (дыхание, нитрифицирующая способность, размеры микробной массы и др.), является одним из важных показателей биологической активности почв, к которому относятся и активность почвенных ферментов. Результаты наших работ по ферментативной активности почв хорошо согласуются с проведенными ранее исследованиями во многих регионах страны [1, 3, 4, 5 и др.].

Методика. Исследования проводили на черноземе обыкновенном малогумусном среднесуглинистом на лессовидных суглинках. Содержание гумуса в слое 0-20 см – от 4,22% на пашне до 5,72% на целине, рН водной суспензии 6,44-6,93, содержание карбонатов около 1% (0,80-1,30%). Валовое содержание азота – 0,32, фосфора – 0,15 и калия – 2,10% при запасах их в пахотном слое 7,5; 3,5 и 49,1 т/га соответственно. Что касается подвижных форм питательных элементов, то в целинном черноземе содержание P_2O_5 колеблется от 9,3 до 17,3, K_2O – 173-242 мг/кг почвы, а в агрочерноземе – 20,3-27,3 и 207-280 мг/кг соответственно.

На целинном и расположенном поблизости пахотном (паровом) участке изучали ежемесячно (апрель-ноябрь) активность каталазы, уреазы, инвертазы, фосфатазы и микробиологическую активность аммонифицирующих микроорганизмов, использующих органические и минеральные формы азота, почвенных дрожжей и микроорганизмов, участвующих в минерализации гумусовых веществ в слоях 0-20 и 0-40 см в 3-кратной повторности.

Для определения активности ферментов использовали методы Джонсона и Темпле, Т.А. Щербаковой, И.Н. Ромейко и С.М. Малиновского, А.Ш. Галстяна и Э.А. Арутюняна [5] и др.

Результаты исследований и их обсуждение. Полученные результаты свидетельствуют о том, что активность ферментов

всегда выше в биогенных почвах: по каталазе в 1,43, уреазе в 1,34, инвертазе в 2,34 и фосфатазе в 1,62 раза, что связано с нарушением интенсивности процессов формирования почвенного плодородия или динамического равновесия в агрогенных почвах (табл.1).

1. Сезонная динамика активности ферментов био-и агрочернозема обыкновенного (в среднем за 2011-2012 гг.)

Угодье	Слой почвы, см	Время наблюдений (месяцы)								
		IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
Каталаза, мл 0,1 н. $KMnO_4$ · 1 г почвы · 20 мин										
Целина	0-20	2,4	2,0	2,4	3,1	2,5	1,9	2,5	2,1	
	20-40	2,1	2,1	2,3	2,5	2,0	1,6	2,1	2,0	
	0-40	2,3	2,1	2,4	2,8	2,3	1,8	2,3	2,1	
Пашня	0-20	1,6	1,5	1,6	1,8	1,3	1,2	2,2	1,2	
	20-40	1,5	1,6	1,7	1,9	1,6	1,2	1,6	1,4	
	0-40	1,6	1,6	1,7	1,9	1,5	1,2	1,9	1,3	
Уреаза, мг $N-NH_4$ · 1 г почвы · 4 ч										
Целина	0-20	2,2	2,2	2,6	1,4	2,2	2,4	2,2	1,8	
	20-40	2,9	2,7	2,5	2,0	2,0	3,3	2,7	1,6	
	0-40	2,6	2,5	2,6	1,7	2,1	2,9	2,5	1,7	
Пашня	0-20	1,1	2,6	2,3	1,4	1,1	1,6	1,0	0,8	
	20-40	3,0	2,3	2,3	1,7	1,9	1,9	1,5	0,8	
	0-40	2,1	2,5	2,3	1,6	1,5	1,8	1,3	0,8	
Инвертаза, мг глюкозы · 1 г почвы · 40 ч										
Целина	0-20	14,2	18,3	17,6	16,3	19,5	15,8	22,1	9,8	
	20-40	11,0	18,2	16,5	16,0	14,3	12,7	15,8	7,6	
	0-40	12,6	18,3	17,1	16,2	16,9	14,3	19,0	8,7	
Пашня	0-20	6,6	7,6	6,6	6,3	6,9	5,9	8,0	3,4	
	20-40	6,3	7,7	7,3	7,2	7,3	6,4	7,6	3,8	
	0-40	6,5	7,7	7,0	6,8	7,1	6,2	7,8	3,6	
Фосфатаза, мг P_2O_5 · 10 г почвы · 1 ч										
Целина	0-20	5,2	6,3	5,4	5,7	5,7	5,6	7,8	6,9	
	20-40	5,1	5,5	4,4	5,9	5,1	3,7	5,6	5,2	
	0-40	5,2	5,9	4,9	5,8	5,1	4,7	6,7	6,1	
Пашня	0-20	3,7	4,4	3,2	3,1	2,3	2,4	4,7	3,6	
	20-40	4,2	3,9	3,3	3,4	1,9	2,4	4,2	3,9	
	0-40	4,0	4,2	3,3	3,3	2,1	2,4	4,5	3,8	

Участвующий в реакции разложения ядовитого пероксида водорода фермент *каталаза* на целинной почве по всем срокам наблюдений имеет более высокую активность (на 12%) в слое 0-20 см по сравнению со слоем 20-40 см с максимумом активности в июле, после чего происходит ее снижение. Та же тенденция, но с более выравненными показателями, отмечается и на пашне.

Фермент *уреаза* катализирует реакции гидролитического расщепления внутримолекулярных связей мочевины. Полученные данные свидетельствуют о том, что максимум активности уреазы приходится на весенний и осенний периоды с некоторым затуханием летом, что обусловлено повышенными температурами и иссушением почвы. Во все сроки отбора активность уреазы выше в слое 20-40 см, чем в слое 0-20 см: на целине в 1,16 и на пашне в 1,29 раз.

Фермент *инвертаза* катализирует расщепление сахарозы на глюкозу и фруктозу. В целинной почве её активность более чем в 2 раза выше, чем в пахотной. В первом случае она всегда выше в слое 0-20 см (на 16%), во втором – в слое 20-40 см, хоть и незначительно. Максимум активности инвертазы достигает в мае и октябре, несколько снижаясь в другие периоды по причинам, указанным для уреазы.

Фермент *фосфатаза* катализирует реакции разложения фосфорорганических соединений до простых веществ с отщеплением остатка фосфорной кислоты. Её активность намного выше в целинной почве и в верхнем слое. Минимум

активности фермента отмечен в пахотной почве в конце летнего сезона.

Полученные результаты показали, что исследуемые почвы различаются по микробиологической активности (табл.2). Наибольшее количество микроорганизмов, использующих органические формы азота, отмечено в целинной почве. На их состав большое влияние оказывают корни растений, черви, насекомые, землеройные грызуны и другие представители почвенной фауны.

Результаты свидетельствуют также о том, что наибольшая активность почвенной микрофлоры наблюдалась в июне, что объясняется, по-видимому, благоприятными для роста микроорганизмов условиями, связанными с температурным режимом почв. В июле-августе получены самые низкие показатели микробиологической активности почвы вследствие её иссушения и очень высоких температур. По количеству аммонифицирующих микроорганизмов целина чаще всего превосходит пашню.

2. Микробиологическая активность почв в динамике, млн клеток/г асп. (в среднем за 2011-2012 гг.)

Угодье	Слой почвы, см	Время наблюдений (месяцы)					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
Аммонифицирующие организмы, использующие органические формы азота							
Целина	0-20	64,9	228,7	287,7	156,0	116,2	192,7
	20-40	88,4	232,3	286,0	148,7	67,2	137,3
	0-40	76,7	230,5	286,9	152,4	91,7	165,0
Пашня	0-20	46,1	303,0	323,9	126,0	104,4	138,7
	20-40	70,3	159,3	176,0	63,0	65,0	131,3
	0-40	58,2	231,2	250,0	94,5	84,7	135,0
Аммонифицирующие организмы, использующие минеральные формы азота							
Целина	0-20	94,1	97,7	74,0	79,7	100,6	98,7
	20-40	59,2	99,4	97,0	76,1	103,4	84,5
	0-40	76,7	98,6	85,5	77,9	102,0	91,6
Пашня	0-20	78,6	130,1	86,4	83,0	91,9	83,5
	20-40	40,3	118,9	82,4	73,1	86,3	72,0
	0-40	94,5	124,5	84,4	78,1	89,1	77,8
Коэффициенты минерализации							
Целина	0-20	1,45	0,43	0,26	0,51	0,87	0,51
	20-40	0,67	0,43	0,34	0,51	1,54	0,62
	0-40	1,00	0,43	0,30	0,51	1,11	0,56
Пашня	0-20	1,70	0,43	0,27	0,66	0,88	0,60
	20-40	1,57	0,75	0,47	1,16	1,33	0,55
	0-40	1,62	0,54	0,34	0,83	1,05	0,58
Почвенные дрожжи, тыс. КОЕ/г асп.							
Целина	0-20	35,3	36,5	48,5	24,8	32,0	29,2
	20-40	34,3	27,8	44,5	5,0	25,2	26,8
	0-40	34,8	32,2	46,5	14,9	28,6	28,0
Пашня	0-20	40,3	74,4	14,0	2,2	7,0	26,7
	20-40	34,2	68,3	15,0	6,8	12,5	34,1
	0-40	37,3	71,4	14,5	4,5	9,8	30,4
Микроорганизмы, участвующие в минерализации гумусовых веществ, тыс. КОЕ/г асп.							
Целина	0-20	60,8	104,1	51,0	18,7	39,1	39,7
	20-40	38,0	106,6	31,8	41,3	27,5	41,7
	0-40	49,4	105,4	41,4	30,0	33,3	40,7
Пашня	0-20	36,7	113,7	51,1	22,9	48,9	34,0
	20-40	53,5	94,2	56,0	36,2	29,8	38,3
	0-40	45,1	104,0	53,6	29,6	39,4	36,2

Как правило, в высокогумусных почвах для микроорганизмов создаются более благоприятные условия. Численность аммонифицирующих микроорганизмов тесно связана с со-

держанием гумуса. В почвах целинного участка, где его содержание выше, чем в пахотных почвах, больше численность аммонифицирующих микроорганизмов. В целинных почвах наибольшее их количество в слое 0-20 см как наиболее органическом.

Микроорганизмы, использующие минеральные формы азота, распределяются более равномерно по почвенному профилю.

Направленность микробиологических процессов в почве характеризуется показателем, связанным с превращениями азотсодержащих соединений – коэффициентом минерализации растительных остатков.

В целинных и пахотных почвах наблюдается колебание содержания аммонифицирующих и аминокислотных микроорганизмов, что влечет за собой колебание коэффициента минерализации. Однако наибольшие его значения установлены в пахотных почвах. Несколько медленнее процессы минерализации протекают в целинных аналогах.

Почвенные дрожжи синтезируют полезные для роста растений вещества из аминокислот и сахаров, продуцируемых другими бактериями и корнями растений. В результате бро- дильных процессов, осуществляемых дрожжами, происходит естественное рыхление почвы и улучшение её структуры.

С весны наибольшее содержание почвенных дрожжей наблюдалось на пахотном (паровом) участке, после чего целинный аналог стал резко доминировать над последним, а в конце осени они сравнялись по количеству дрожжей. Чрезвычайно низкое содержание почвенных дрожжей в июле можно объяснить дефицитом для типичных копитрофов (предпочитающих высокие концентрации питательных веществ) легкодоступных субстратов, к которым относятся дрожжи, в связи с высокой температурой и отсутствием влаги в почве.

Микроорганизмы, разлагая гумусовые вещества, снабжают растения элементами питания в минеральной форме. Наибольшее количество микроорганизмов, участвующих в минерализации гумусовых веществ, обнаружено в мае во всех вариантах. Затем происходит их резкое снижение с преобладанием численности в более увлажненном слое 20-40 см.

Заключение. По результатам проведенных исследований выявлена тесная связь показателей биологической активности чернозема с содержанием в нем гумуса. Установлено, что менее гумусированные агрогенные почвы по всем изучаемым параметрам значительно уступают высокогумусным биогенным аналогам на всей обширной территории Предкавказья [2]. В динамике активности почвенных ферментов и численности микроорганизмов прослеживается четкая закономерность с максимумом их в весенние и осенние месяцы и затуханием летом в сухой и жаркий период. С глубиной по профилю биогенность почв значительно снижается. Более низкие показатели изученных параметров в агрогенных почвах свидетельствуют о разбалансированности почвенной агроэкосистемы.

Литература

1. Галстян А.Ш. К оценке биологической активности почв // Тезисы докл. V делегатского съезда ВОП, вып. II. - Минск, 1977. - С. 201-202.
2. Куприченко М.Т., Антонова Т.Н. Ферменты в почвах Предкавказья. - Ставрополь: Агрус, 2010. - 192 с.
3. Кутюкова О.В., Василенко Е.С., Тхакахова А.К. Биогенность черноземных почв Каменной степи разных экологических ландшафтов // Материалы V съезда ВОП им. В.В. Докучаева. - Ростов-на-Дону, 2008. - С. 115.
4. Хазиев Ф.Х. Активность некоторых ферментов в основных подтипах черноземов Предуралья // Тезисы докл. V делегатского съезда ВОП, вып. II. - Минск, 1977. - С. 232-234.
5. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. - М.: Наука, 1990. - 271 с.

BIOGENTY OF ORDINARY CHERNOZEM IN THE CISCAUCASIA

M.T. Kuprichenkov, E.A. Men'kina

Stavropol Research Institute of Agriculture, Russian Academy of Agricultural Sciences, ul. Nikonova 49, Mikhailovsk, Stavropol krai, 356241 Russia, E-mail: sniish@mail.ru

The dynamics of enzymatic activity and microbial population in the 0- to 20- and 20- to 40-cm layers of virgin and arable chernozems has been studied during the warm season (from spring to fall).

Keywords: biochernozem, agrochernozem, enzymatic activity, microbial activity, seasonal dynamics.