

Таким образом, при попадании с аэротехногенными потоками на поверхность лесных почв фторсодержащие поллютанты вовлекаются в гео- и биохимические циклы, участвуют в горизонтальной и вертикальной миграции. При этом фториды вступают в физико-химические взаимодействия с почвенным поглощающим комплексом, что сопровождается химической трансформацией этих соединений, изменением степени их токсичности. Установлено, что потоку фторсодержащих поллютантов противостоит буферность лесной почвы, препятствующая накоплению подвижных форм фтора. Однако повышение техногенной нагрузки на лесные почвы в районах ПКЗ и БАЗ ведет к дальнейшему изменению физико-химических свойств почв и в конечном итоге к их деградации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Крешков А.П. Основы аналитической химии. М., 1964. 635 с.

Хоземова Л.А., Радовская А.В., Круглова Н.В. Определение фтора в растительном материале//Агрохимия. 1983, № 6, С. 66-72.

УДК 631.4+582.2

Н.М. Шебалова, Л.И. Королева, Л.А. Коваленко
(Уральский лесотехнический институт)

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ И ПОЧВЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Установлено, что характер распределения активности ферментов в профиле почв неодинаков и зависит от концентрации накапливаемого фтор-иона. Чем выше концентрация фтор-иона, тем выше активность энзимов.

Ведение лесного хозяйства должно основываться на всестороннем изучении лесных почв и, в первую очередь, на изучении биологических процессов трансформации органического вещества, определяющих плодородие. Основным источником органического вещества служит лесная подстилка. Суммарным показателем, отображающим динамику превращения органического вещества в почве, является ферментативная активность (Купревич, Шербакова, 1966; Шербакова, 1979; Хазиев, 1976).

Накопленные к настоящему времени экспериментальные данные (Шербакова, 1979; Хазиев, 1976) свидетельствуют о том, что почва обладает способностью поглощать ферменты, синтезированные ее живым населением и выделяемые им прижизненно либо поступающие в почву после его отмирания. Адсорбированные ферменты, как правило, обнаруживают более низкую активность, чем в растворе, но они значительно более устойчивы к действию протеаз микроорганизмов, специфических и неспецифических ингибиторов и высоких температур.

Современные почвенно-энзиматические методы позволяют определить не количественное содержание энзимов в почве, а активность ферментов, находящихся преимущественно в адсорбированном состоянии на поверхности почвенных коллоидов и частично в почвенном растворе. Действие ферментов в почве строго избирательно. Плодородие почвы определяется либо активностью достаточно полного набора ферментов, охватывающих основные свойства метаболизма, либо активностью таких ферментов, которые отображают определяющие в лесной почве процессы.

Прежде чем перейти к рассмотрению данных по активности ферментов лесной почвы, следует отметить, что они в лесной подстилке могут иметь двойную природу. Прежде всего, это остатки ферментов, бывших в свежем опаде и пришедших с ним в подстилку, а также ферменты микроорганизмов, развивающихся в лесной подстилке в процессе ее разложения. К сожалению, в настоящее время нет возможности отделить ферменты опада от ферментов микроорганизмов, поэтому в настоящих исследованиях идет речь о суммарной активности лесной подстилки и почвы. Для наиболее

полной характеристики биологической активности лесных почв мы определяли активность ферментов, катализирующих гидролиз углеводов, азотсодержащих соединений и окислительно-восстановительные процессы (таблица).

Анализ данных таблицы показывает, что при наличии достаточного количества влаги и увеличении температуры почвы происходит активизация совершающихся в ней биохимических процессов. Наибольший интерес представляют активности ферментов, отражающих интенсивность окислительно-восстановительных процессов, происходящих в лесной подстилке и почве. Обогащенность лесных подстилок фенольными соединениями опада хвои вызывает необходимость определения таких ферментов, как пероксидаза и полифенолоксидаза. Пероксидаза осуществляет окисление органического вещества лесной подстилки (фенолов, аминов и других гетероциклических соединений) за счет перекиси водорода и других органических веществ-перекисей. Полифенолоксидаза играет весьма важную роль в процессах гумусообразования, так как, согласно современным представлениям, гумусовые вещества являются высокомолекулярными соединениями, основные структурные единицы которых - фенольные и азотсодержащие органические соединения.

Все исследуемые участки характеризуются высокой интенсивностью окислительно-восстановительных процессов, происходящих в лесной подстилке. Наибольшей пероксидазной активностью обладают верхние подгоризонты лесной подстилки, что указывает на увеличение интенсивности процессов деструкции органических веществ, в состав которых входят органические соединения. Вниз по профилю почвы активность энзима закономерно уменьшается, при этом резкое падение активности пероксидазы наблюдается при переходе от лесной подстилки к перегнойно-аккумулятивному горизонту. На динамику активности фермента, как и на динамику активности других энзимов, влияют не только гидротермические условия года, но и экологические факторы, например, наличие токсикантов. Весной, при избытке влажности и низких температурах лесной подстилки и почвы, активность пероксидазы на постоянных пробных площадях, расположенных вблизи источника фторсодержащих загрязнений, значительно выше, чем таковая на остальных уча-

Ферментативная активность лесной подстилки и почвы в районе ПКЗ

Расстояние от источника, км	Время сбора образцов	Горизонт	Ферменты					
			Оксидоредуктазы			Гидролазы		
			катализа	пероксидаза	полифенол-оксидаза	инвертаза	протеаза	целлюлаза
1,5	Весна	A01	41,6	839,0	96,7	570,4	6,4	13,5
		A02-03	86,2	75,0	135,3	313,5	5,8	7,8
		A1	5,9	4,9	20,9	15,1	0,3	1,9
	Осень	A01	74,3	22,5	69,2	344,7	5,1	17,9
		A02-03	65,5	16,7	34,6	193,7	4,0	9,8
		A1	8,8	2,8	3,2	4,2	0,4	9,1
7,0	Весна	A01	25,8	720,0	69,4	269,8	4,1	69,4
		A02-03	47,6	35,0	62,3	197,5	3,1	12,5
		A1	10,2	8,1	32,8	42,6	0,9	2,5
	Осень	A01	61,7	11,4	43,3	229,3	5,5	14,1
		A02-03	21,6	15,3	167,6	98,2	2,2	11,7
		A1	22,0	2,3	2,8	13,3	0,5	2,6

Примечание. Единицы измерения: протеаза - мг тирозина на 1 г абс.сух.вещества; инвертаза - мг глюкозы на 1 г абс.сух.вещества; целлюлаза - мг глюкозы на 1 г абс.сух.вещества; катализа - мл O₂ на 1 г абс.сух.вещества; пероксидаза - у.е. на 1 г. абс.сух.вещества, полифенолоксидаза - мг пурпурогаллана на 100 г. абс.сух.вещества.

стках. По мере удаления от источника загрязнения происходит уменьшение активности пероксидазы, что очевидно, связано с уменьшением концентрации подвижного фтор-иона, являющегося сильным окислителем и стимулирующего образование перекисных соединений в лесной подстилке, представляющих собой субстрат действия данного фермента.

Наличие в лесной подстилке и почве значительного количества фенольных соединений способствует формированию высокого уровня полифенолоксидазной активности. Содержание и состав фенольных соединений также тесно связаны с составом поступающего органического материала и экологическими условиями, определяющими режим его разложения и пути дальнейшего превращения образующихся продуктов. Наиболее высокую полифенолоксидазную активность проявляет лесная подстилка, формирующаяся на участках, расположенных вблизи источника загрязнения.

Интерес представляет и активность каталазы, являющаяся показателем, того, какое количество неактивного молекулярного кислорода выделилось при разложении перекиси водорода, образующегося в процессе окисления белков, жиров и ряда других органических соединений. Результаты исследований показали, что уровень активности каталазы довольно высокий на всех этапах разложения органического вещества в течение всего вегетационного периода. Прослеживается взаимосвязь уровня активности каталазы с количеством накапливаемого фтор-иона, который в силу своей высокой окислительной способности может инициировать перекисное окисление продуктов опада. Наиболее высокая активность каталазы отмечается в апреле-мае, сразу после таяния снега. К концу вегетационного периода активность энзима падает, что связано с затуханием микробиологической деятельности.

Не меньший интерес представляет и активность гидролитических ферментов, участвующих в обмене углеводов, расщеплении клетчатки, обмене белков. Важнейшим звеном круговорота углерода в природе является стадия ферментативного превращения углеводов в почвенной среде. Оно обеспечивает передвижение поступающего в лесную почву в огромных количествах органического материала и накоп-

ленной в нем энергии. Лесные подстилки, особенно их верхний подгоризонт, характеризуются высокой инвертазной активностью, которая резко уменьшается с увеличением степени разложения органического вещества. Это свидетельствует о наличии количества легкогидролизуемых углеводов, служащих легкодоступным материалом для гетеротрофов. Следует также отметить, что во всех подгоризонтах лесной подстилки наблюдается более низкая активность целлюлозы, чем инвертазы. Это свидетельствует о том, что разложение опада и содержащейся в нем клетчатки происходит очень медленно.

Лесные подстилки обладают и более высокой протеазной активностью. Протеазная активность считается важнейшим свойством лесной почвы, так как протеазы способствуют круговороту иммобилизованного азота. Активность протеазы остается практически постоянной в течение всего вегетационного периода на всех исследуемых пробных площадях, в то время, как активность других ферментов в лесной подстилке и почве снижается от весны к осени.

Проведенные исследования показали, что в основном максимум биологической активности на всех изученных участках свойственен лесной подстилке в течение всего вегетационного периода, особенно ее ферментативному слою. Характер распределения активности ферментов по профилю лесной почвы неодинаков и зависит от концентрации накапливаемого фтор-иона. Особенно это проявляется в отношении окислительно-восстановительных энзимов: чем выше концентрация фтор-иона, тем активнее каталаза, пероксидаза, полифенолоксидаза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Купревич В.Ф., Шербакова Т.Н. Почвенная энзимология. Минск, 1966. 151 с.
- Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв. М., 1976, 179 с.

Шербакова Г.А. Роль ферментов в процессах трансформации поступающего в почву органического вещества // Экологические условия и ферментативная активность почв. Уфа, 1979. С. 59-77.

УДК 631.4+582.2

Н.М. Шебалова
(Уральский лесотехнический институт)

ВЛИЯНИЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА СТРУКТУРУ МИКРОБОЦЕНОЗОВ ЛЕСНЫХ ПОЧВ

Характеризуются лесные подстилки всех исследуемых участков, на которых разложение опада происходит очень медленно с накоплением его на поверхности почвы.

Усиливающееся загрязнение биосферы в результате постоянного поступления в окружающую среду газопылевых эмиссий требует, наряду с социально-экономическими мероприятиями по сокращению количества выбросов поллютантов во внешнюю среду, проведения исследований состояния различных биокomпонентов нарушенных лесных экосистем. В качестве возможного объекта индикации загрязненности лесных почв привлекают внимание почвенные микроорганизмы, которые имеют, несомненно, больше шансов на выживание, чем растения. Этому благоприятствуют необычайно разнообразные функциональные свойства микроорганизмов и их способность развиваться в самых экстремальных условиях. Частая смена поколений дает им возможность быстрой перестройки генетического материала, возникновения и закрепления мутаций, преобразования структуры микробных сообществ и в конечном счете ускоренной адаптации к быстро изменяющимся экологическим условиям (Сеги, 1983; Булаткин, 1986; Евдокимова, 1989).