

УДК 631.471

Б.Н. Мынбаева, А.В. Медведева

Подавление биохимической активности загрязненных городских почв

B.N. Mynbaeva, A.V. Medvedeva

The Suppression of the Biochemical Activity of Contaminated Urban Soils

Установлено снижение ферментативной активности почв Алматы (Казахстан). Активность протеаз и инвертаз можно использовать в качестве индикаторов при загрязнении почв тяжелыми металлами.

Ключевые слова: почвенные ферменты, тяжелые металлы, биоиндикация почв, индикаторные показатели.

Известно, что уровень ферментативной активности может служить эффективным диагностическим показателем при возникновении в почве стрессовой ситуации, особенно при загрязнении почв тяжелыми металлами (ТМ) [1–4]. Исследования последних лет позволили предположить, что ферментативная активность почвы является отражением взаимодействия ТМ и микроорганизмов [5], а активность ферментов можно рассматривать в качестве индикаторного показателя состояния антропогенных почв [6]. Цель данных исследований: выявление индикаторной функции некоторых ферментов загрязненных ТМ почв на примере Алматы.

Объекты и методы исследования

Для биохимического мониторинга пробы почв были взяты из 5 точек вдоль пр. Райымбека с востока на запад, исходя из зональности почвенного покрова (зона светло-каштановых почв): т. 1 – пр. Райымбека/ул. Пушкина, контроль; т. 2 – пр. Райымбека/пр. Сейфуллина; т. 3 – пр. Райымбека/ул. Розыбакиева; т. 4 – район ТЭЦ-1; т. 5 – 25 км от города, фоновая зональная почва.

Пробы почв отбирали в течение 2005–2009 гг. весной и осенью (50 образцов) согласно общепринятой методике отбора проб для проведения почвенного мониторинга на глубине 0–25 см методом «конверта» в 5 повторностях [7–8]. Активность каталазы измеряли по методике Галстяна [9] газометрическим методом: субстрат – 5 мл 5% H_2O_2 , время инкубации – 1 мин, температура инкубации – 30 °С, активность выражали в мл O_2 /мин/г почвы. Активность инвертазы определяли титриметрическим методом: субстрат – 5% сахаразы, время инкубации – 24 час., температура инкубации – 30 °С, активность выражали в мг глюкозы/сут по А.Ш. Галстяну [10] с колориметрическим окончанием по Ф.Х. Хазиеву [11]. Аппликационными

It is established that the enzymatic activity of the Almaty city's soils come down. Protease and invertase activity may be used as indicators of soil pollution by heavy metals.

Key words: soil enzymes, heavy metals, soil's bioindication, bioindicators.

цифровыми методами были изучены: активность протеаз по убыванию желатинового (протеин) слоя рентгенпленки при инкубировании ее в почвенных образцах в течение 14 дней; целлюлаз – по степени разложения хлопчатобумажного полотна, экспонированного в почвенных образцах в течение 30 дней [12]. Все данные по ферментативной активности почв приведены для воздушно-сухих образцов и статистически обработаны в программах «Microsoft Excel for Windows 2000» и «Statistics for Windows 6,0».

Результаты исследования и обсуждение

В пределах установленного загрязнения различных форм ТМ почвенных образцов урбаноземов проводили определение активности некоторых почвенных ферментов за все годы. Исследованиями некоторых авторов было установлено, что 7-летнее хранение образцов почв приводит к некоторому уменьшению активности почвенных ферментов [13], но наши результаты показали значительное уменьшение ферментативной активности образцов 2005 и 2006 гг., поэтому для анализа были взяты данные 2007–2009 гг., что позволило усреднить полученные данные в пределах достоверного статистического отклонения.

Активность каталазы уменьшалась в урбаноземах по сравнению с фоновой почвой (табл. 1). Максимальное уменьшение их активности (на 30% по сравнению с фоновыми значениями и на 26% – по сравнению с контрольными) обнаружено в т. 3 (перекресток с интенсивным транспортным движением). Отмечена тенденция снижения активности каталаз от уровня загрязнения почв ТМ.

Для определения степени разложения белка на рентгенопленке был использован метод цифрового определения по массе пятен, перенесенных на кальку: падение активности протеаз было наиболее значительным из всех исследуемых ферментов (рис. 1а).

Изменение активности каталазы в почвах Алматы

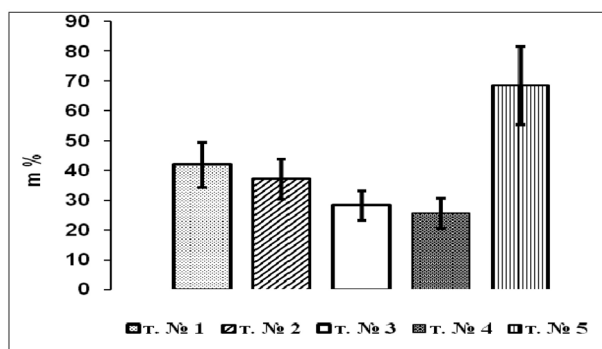
Место отбора проб почв	Содержание тяжелых металлов (мг/кг)				Каталазная активность, мл O ₂ /мин/г почвы
	Pb	Cd	Cu	Zn	
т. 1 (контроль)	31,8±5,3	0,31±0,06	29,5±5,2	48,2±8,5	8,7±1,4
т. 2	31,3±5,0	0,28±0,04	33,1±6,2	47,5±7,7	7,2±1,1
т. 3	56,0±7,2	0,46±0,05	44,5±7,8	58,5±8,8	6,5±1,3
т. 4	52,7±6,5	0,29±0,05	38,2±7,1	55,2±8,0	6,8±1,2
т. 5 (фон)	17,8±3,1	0,11±0,02	18,9±3,2	34,9±6,2	9,3±1,3

Уменьшение активности было максимальным в районе ТЭЦ-1 (т. 4): почти на 70% по сравнению с фоновой почвой и на 40% по сравнению с контролем; остальные 2 почвенных образца показали снижение от 39 до 59% по сравнению с фоном.

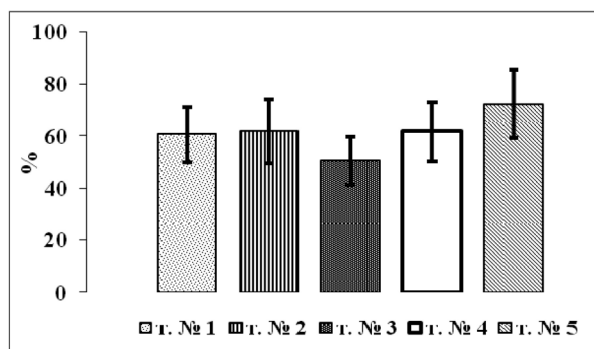
Определение активности целлюлаз проводили на основе учета остаточного количества неразрушенной целлюлозы (аппликационный метод), и нами была отмечена тенденция снижения их активности в городских почвах в течение всего исследуемого периода

(рис. 1б). Отмечен токсический эффект: снижение разложения клетчатки 20% по сравнению с фоном и 17% по сравнению с контролем наблюдали в почвенных образцах из т. 3, в остальных – в пределах 10%.

Состояние фоновых почвенных образцов по обогащенности инвертазой оказалось очень бедным (2,5 мг глюкозы/сут), но и это содержание под действием ТМ еще больше уменьшалось в урбаноземах, особенно в т. 2 и 4 на 36 и 40% по сравнению с фоном (рис. 2).



а



б

Рис. 1. Изменение активности протеаз (а) и целлюлаз (б) в почвах Алматы

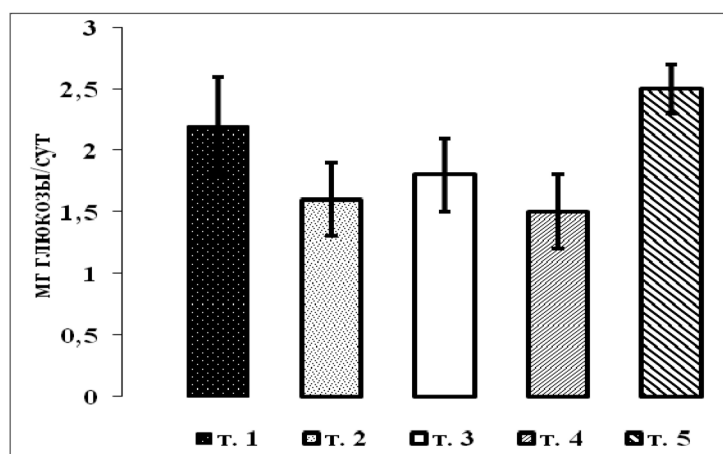


Рис. 2. Изменение активности инвертаз в почвах Алматы

Мы обнаружили, что происходящие под действием ТМ нарушения в структуре почвенных сообществ привели к падению уровня активности 4 ферментов (каталазы, инвертазы, протеазы, целлюлазы) в ур-

баноземах, особенно инвертазы и протеазы (от 30% и больше). Следовательно, показатели активности протеаз и целлюлаз, имеющие самые низкие значения в урбаноземах, можно отнести к индикаторным.

Библиографический список

1. Левин С.В. и др. Тяжелые металлы как фактор антропогенного воздействия на почвенную микробиоту // Микроорганизмы и охрана почв / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М., 1989.
2. Абрамян С.А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов // Почвоведение. – 1992. – №7.
3. Badiane N.N.Y., Chotte J.L., Pate E. Use of soil enzyme activities to monitor soil quality in natural and improved fallows in semiarid tropical regions // Applied Soil Ecology. – 2001. – Vol. 18. – №3.
4. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. – Ростов-на-Дону, 2003.
5. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А. Ферментативная индикация загрязнения почв тяжелыми металлами // Агрохимия. – 2006. – №11.
6. Громова В.В., Павлова Н.Н. Оценка ферментативной активности городских почв на примере г. Обнинска) // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития : материалы конф. – Киров, 2007.
7. ГОСТ 17.4.3.01-83 СГ СЭВ 3347-82 : Общие требования к отбору проб. – М., 1983.
8. Федорев Н.Г., Медведева М.В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. – Петрозаводск, 2009.
9. Галстян А.Ш. Унификация методов исследования активности ферментов почв // Почвоведение. – 1978. – №2.
10. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М., 1991.
11. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М., 1990.
12. Наплёкова Н.Н. Биологические основы повышения плодородия почв // Наша дача. – 2002. – №45.
13. Даденко Е.В., Казеев К.Ш. Влияние различных сроков и способов хранения почвенных образцов на ферментативную активность чернозема // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2004. – №6.