

ЭКОЛОГИЯ

УДК 504.7.05 (571.54)
ББК 24.115.1

Е. Э. Валова

кандидат географических наук, доцент,
Бурятский государственный университет (Улан-Удэ, Россия),
e-mail: elena-valova@yandex.ru

Ю. Б. Цыбенков

кандидат биологических наук, Институт общей и экспериментальной биологии
Сибирского отделения Российской академии наук (Улан-Удэ, Россия),
e-mail: organic-ioeb@rambler.ru

Э. В. Цыбикова

кандидат биологических наук, доцент,
Бурятский государственный университет (Улан-Удэ, Россия),
e-mail: bgf.deck@yandex.ru

Влияние тяжёлых металлов на ферментативную активность почв

На территории г. Улан-Удэ проводились эколого-геохимические исследования, в результате которых в почвах определено содержание свинца и кадмия, превышающие предельно допустимые уровни. Показано существенное влияние высоких доз металлов на активность почвенного фермента дегидрогеназы. На территории коллективного сада «Ранет» и 9-го километра Спиртзаводской трассы, где отмечены наименьшие загрязнения кадмием – 0,5 мг/кг и свинцом – 18 мг/кг, показатель активности фермента составил 7,0 мг. И напротив, активность фермента низкая на участках с высоким содержанием металлов. Активность дегидрогеназ находится в обратной зависимости от содержания свинца и кадмия в почве.

Ключевые слова: почва, тяжёлые металлы, загрязнение, ферменты, дегидрогеназа, активность.

E. E. Valova

Candidate of Geography, associate professor, Buryat State University
(Ulan-Ude, Russia), e-mail: elena-valova@yandex.ru

Yu. B. Tsybenov

Candidate of Biology, Institute of General and Experimental Biology,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Ulan-Ude, Russia),
e-mail: organic-ioeb@rambler.ru

E. V. Tsybikova

Candidate of Biology, associate professor, Buryat State
University (Ulan-Ude, Russia), e-mail: bgf.deck@yandex.ru

Heavy Metals Influence on Soil Enzymatic Activity

On the territory of Ulan-Ude, the eco-geochemical study of soils has discovered that the content of lead and cadmium exceeds maximum permissible levels. The study proves that high doses of metals have a substantial influence on the activity of dehydrogenase soil enzyme. On the territory of “Ranet” collective gardens and the 9th kilometer of Spirtzavodskoy Highway with the lowest contamination with cadmium – 0.5 mg / kg, and lead – 18 mg / kg, the enzyme activity index is 7.0 mg. In contrast, the enzyme activity is low in areas with soils containing high concentration of metals. The activity of dehydrogenase directly depends on the content of cadmium and lead in the soil.

Keywords: soil, heavy metals, contamination, enzymes, dehydrogenase, activity.

В последние десятилетия интенсивное промышленное и сельскохозяйственное использование природных ресурсов вызвало существенные изменения биохимических циклов большинства химических элементов, в первую очередь, тяжёлых металлов (ТМ), которые накапливаются в природной среде в высоких концентрациях. Значительная часть ТМ попадает в почву, которая является важнейшим биохимическим барьером и основной жизнеобеспечивающей сферой. Причины негативного воздействия ТМ на биологические свойства почв заключаются в том, что ТМ, связываясь с сульфгидрильными группами белков, подавляют синтез белков, в том числе ферментов, и изменяют проницаемость биологических мембран. Под действием ТМ происходят нарушения в структуре почвенного микробоценоза, что изменяет уровень ферментативной активности почвы [5].

По данным ряда авторов [1, с. 70; 2, с. 186], наиболее чувствительными тестами на загрязнение почвы ТМ является дегидрогеназная активность почв. Дегидрогеназы катализируют реакции отщепления водорода, т. е. дегидрирования органических веществ, и выполняют роль промежуточных переносчиков водорода. При этом субстратом дегидрирования могут быть различные углеводы, органические кислоты, аминокислоты, спирты, гуминовые кислоты и т. д.

Активность дегидрогеназы является информативной, т. к. уровень этого показателя зависит от интенсивности процессов нитрификации, азотофиксации, дыхания, поглощения почвой кислорода. Поэтому даже при невысоком уровне техногенной нагрузки на почву её дегидрогеназная активность понижается. Это позволяет использовать показатели активности фермента в диагностике начальных этапов загрязнения почв тяжёлыми металлами.

Целью настоящей работы было определение содержания свинца и кадмия в почвах г. Улан-Удэ и их влияния на дегидрогеназную активность.

Материалы и методы. Эколого-геохимические исследования проводились на территории г. Улан-Удэ, которая была разбита на 30 ключевых участков. Их выбор был произведен с учетом «розы ветров» и местом расположения стационарных и передвижных источников загрязнений. С каждого ключевого участка площадью 100 м² методом конверта отбирали образцы почв из 0–5 см слоя в 8 точках, из них составлялся один смешанный образец, в котором определяли свинец (Pb) и кадмий (Cd). Валовое содержание ТМ в почвенных образцах после озоления [3], определено на атомно-абсорбционном спектрофотометре марки Solaag – M в испытательно-аналитической лаборатории Республиканского Центра Стандартизации и Метрологии. Дегидрогеназную активность почвы определяли колориметрически по восстановлению бесцветного субстрата 2, 3, 5-трифенилтетразолий хлорида, который, акцептируя мобилизованный дегидрогеназой водород, превращался в 2, 3, 5-трифенилформазан, имеющий красную окраску [4].

Результаты и их обсуждение. Анализ определения Pb в почвах показал очень широкую амплитуду колебания его количества – от 13,0 до 51,0 мг/кг почвы, среднее содержание по данным статистической обработки при $n = 30$ составило $30,1 \pm 1,7$ мг/кг. Содержание Pb на половине ключевых участков не превышает значение ПДК, однако, в отдельных точках оно очень близко (13,3–29,3 мг/кг) к нему. На остальной половине территории города Pb обнаружен в значительных количествах (33,3–51,0 мг/кг), превышающих ПДК в 1,1–1,7 раз.

Наибольшие значения Pb отмечены на следующих ключевых участках: 43 квартал, парк – 36,0 мг/кг (1,2 ПДК); п. Аршан – 36,7 (1,2 ПДК); 113 квартал – 36,6 (1,2 ПДК); Верхняя Березовка – 37,5 (1,3 ПДК); Горсад – 37,9 (1,3 ПДК); п. Вахмистрово – 42,5 (1,4 ПДК); п. Новая Комушка – 50,0 (1,7 ПДК); 2-ой км Спиртзаводской трассы – 51,0 (1,7 ПДК).

Количества Cd в 0–5 см слое почвы колеблется в пределах 0,26–2,9 мг/кг, где степень варибельности достигала 54 %. А среднее содержание его при $n = 30$ составило $1,5 \pm 0,1$ мг/кг. При величине ПДК Cd в почвах, равном 3 мг/кг, следует считать, что его содержание на территории города находится в безопасных пределах, хотя в некоторых ключевых участках приближается к значению предельной концентраций: п. Верхняя Березовка – 2,9; Горсад – 2,7; п. Эрхирек – 2,7 мг/кг.

Естественные науки

В почвах всех ключевых участков была определена дегидрогеназная активность. Результаты показали, что активность фермента сведена почти к минимуму – 0,5 мг трифенилформазана (ТФФ) /100 г почвы на участках посёлков Новая Комушка и Заречный; 1,0 мг – п. Забайкальский, Вахмистрово, Лысая гора; 1,5 мг – п. Энергетик, Стеклозавод, Восточный, Орешково, станция Дивизионная, коллективный сад «Тепловик», 2-ой км. Спиртзаводской трассы, остановка «Стрелка», где обнаружены высокие содержания Pb и Cd.

Лишь в двух случаях показатель активности фермента возрос до 7,0 мг на территории коллективного сада «Ранет» и 9-го км. Спиртзаводской трассы, где отмечены наименьшие загрязнения Cd – 0,5 мг/кг и Pb – 16,7 мг/кг. Как и следовало ожидать, активность возрастает до 10 мг ТФФ /100 г на территории относительно «чистого» поселка Сокол, где найдено сравнительно низкое содержание ТМ (табл. 1).

Таблица 1

Дегидрогеназная активность в почвах г. Улан-Удэ

<i>Место отбора</i>	<i>Активность дегидрогеназы, ТФФ, мг/100г почвы</i>	<i>Pb</i>	<i>Cd</i>
Горсад	2,0	37,9	2,7
Русский Драматический театр	2,0	26,7	1,2
завод «Электромашина»	2,5	16,1	0,9
п. Солнечный	5,0	29,3	1,4
п. Восточный	1,5	26,7	1,4
п. Тулунжа	4,0	30,4	2,1
п. Степной	4,5	30,0	1,9
п. Сокол	10,0	15,0	0,3
Коллективный сад «Ранет»	7,0	18,0	0,5
п. Заречный	0,5	34,3	2,1
п. Сотниково	2,5	33,3	1,2
п. Исток	2,8	30,0	1,3
остановка Стрелка	1,5	34,2	1,6
Верхняя Березовка	2,0	37,5	2,9
п. Эрхирик	2,8	25,4	2,7
п. Стеклозавод	1,5	34,2	1,4
станция Дивизионная	1,5	13,3	1,5
Лысая гора	1,0	18,3	1,3
п. Аршан	3,0	36,7	1,1
п. Орешково	1,5	24,3	1,6
43 квартал, парк	2,0	26,0	1,3
Спиртзаводская трасса, 2 км	1,5	51,0	1,4
Спиртзаводская трасса, 9 км	7,3	16,7	0,5
п. Энергетик	1,5	17,7	1,4
п. Тальцы	3,5	29,3	1,2
п. Забайкальский	1,0	26,7	1,1
113 квартал	5,0	36,6	1,6
п. Вахмистрово	1,0	42,5	2,1
Коллективный сад «Тепловик»	1,5	24,3	0,3
п. Новая Комушка	0,5	50,0	2,4

Вывод. Проанализировав показатели дегидрогеназной активности в почвах территории г. Улан-Удэ и сравнив их с загрязнением свинцом и кадмием, следует отметить, что эти два параметра находятся в обратной зависимости, т. е. при незначительной нагрузке ТМ наблюдается угнетение активности этого фермента.

Список литературы

1. Абрамян С. А. Изменение ферментной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов // Почвоведение. 1992. № 7. С. 70.
2. Зырин Н. Г., Раскова Н. В., Платонов Г. В. Действие тяжелых металлов на ферментативную активность почв // Мелиорация, использование и охрана почв нечерноземной зоны. М. : Наука, 1980. С. 186.
3. Инструкции по определению тяжелых металлов и фосфора химическими методами в почвах, растений и водах при изучении загрязненности окружающей среды / сост. К. В. Веригина. М., 1978. 48 с.
4. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М. : Наука, 2005. 252 с.
5. Hemida S. K., Omar S. A., Abdel-Mallek A. Y. Microbiol populations and enzyme activity in soil treated with heavy metals // Water, air.

Рукопись поступила в редакцию 10.11.2011