

## ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.41:504.75

### БИОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ Г. ПЕРМИ

В. И. Каменщикова<sup>a</sup>, О. З. Еремченко<sup>b</sup>, И. Е. Шестаков<sup>b</sup>

<sup>a</sup> ЕНИ при Пермском государственном университете, 614990, Пермь, ул. Генкеля, 4; zhal73@mail.ru; (342)2396213

<sup>b</sup> Пермский государственный университет, 614990, Пермь, ул. Букирева, 15; egemch@psu.ru; (342)2396412

Определены некоторые показатели биохимической активности почв из разных функциональных зон г. Перми. Выяснено, что активность почвенных ферментов связана, прежде всего, с обеспеченностью урбопочв органическим веществом.

**Ключевые слова:** урбаноземы; ферментативная активность; биодиагностика.

#### Введение

В почвенной среде функционируют разнообразные ферменты, осуществляющие трансформацию веществ. Они выделяются в почву живыми организмами. Считается, что основное их поступление обусловлено микроорганизмами. Чувствительным показателем изменения окружающей среды, отражающим почвенный «метаболизм», является ферментативная активность почвы. Изучение ферментативной активности имеет особое значение в диагностике негативных изменений биологического состояния почв при техногенном воздействии. Подавление биохимической активности почв наблюдается при загрязнении тяжелыми металлами, в очагах накопления нефтепродуктов, при общей потере почвенного плодородия (Почва, город, ..., 1997; Garcia-Gil et al., 2000; Артамонова, 2002; Ананьева, 2003; Свиренске, 2003; Ruzek et al, 2006).

Почвы – важнейший компонент городской среды, их способность к выполнению экологических функций определяет чистоту приземного слоя воздуха, состав поверхностных и подземных вод. Городская среда отличается разнообразными видами воздействия на почвы: механическими, физическими, химическими. Почва реагирует на них интегрально, в меру буферных способностей; зачастую невозможно определить ведущий фактор трансформации почвенных свойств и режимов. Это в полной мере относится и к интенсивности ферментативных процессов в почвах. Изменение активности ферментов может служить информативным тестом при оценке экологического состояния почв и техногенных поверхностных образований. В работе представлены новые данные биохимической активности почв из разных функциональных зон города Перми.

#### Объекты и методы

Почвенный покров территории г. Перми был трансформирован при выравнивании склонов, засыпке логов и долин малых рек, разнообразном строительстве, окультуривании в садах, огородах, парках. В новых районах многоэтажной застройки значительная часть городских почв уже не имеет признаков природных почв, их профили сформированы органическими и минеральными насыпными грунтами разного гранулометрического состава, карбонатным щебнем, низинным торфом. В районах малоэтажной застройки преобладающими почвами являются агроурбопочвы – окультуренные почвы огородов и садов с повышенной мощностью гумусового горизонта, ослабленными признаками оподзоливания (Еремченко, Москвина, 2005; Еремченко, Шестаков, Каменщикова, 2010).

Исследуемые почвенные разности расположены в разных функциональных зонах города и не испытывали высокого (для города) уровня химического загрязнения. Технозем имеет очень неоднородный недифференцированный профиль без выраженных горизонтов и слоёв. Реплантозем из промышленной зоны сформировался под посадками молодых лиственных деревьев на минеральных грунтах, покрытых слоем насыпного гумусированного материала. Реплантозем из района малоэтажной застройки имеет более мощный гумусированный слой (20 см), минеральные слои - уплотненные суглинистые. Экранозем в районе многоэтажных застроек расположен под дорожным покрытием мощностью 15 см, на глубине 15–25 см залегают суглинистый слой с гумусированными зонами, ниже расположены суглинистые слои с песком и галькой. Урбанозем из района многоэтажной застройки имеет дернину и гумусированный горизонт мощностью 10–12 см, ниже залегают

весьма неоднородные суглинистые и глинистые слои с обилием гальки и щебня. Урбо-агродерново-подзолистая супесчаная почва была выделена на территории заброшенных огородов в районе малоэтажной застройки. Гумусовый горизонт темно-серого цвета имеет мощность 27 см; подзолистый горизонт – маломощный (6 см), выделяется по светло-серой окраске и намечающейся плитчатости. Иллювиальный горизонт с обилием железистых мелких конкреций. Урбанозем суглинистый в городском сквере образовался на насыпном грунте, в верхний слой которого был добавлен низинный торф.

Использовали следующие методы биохимических и почвенных исследований:

- дыхание почвы оценивали по количеству углекислого газа, выделяемого почвой в течение 24 ч. при температуре 28°C и влажности в 60% от полной влагоемкости адсорбционным методом (Шарков, 1984);
- активность каталазы, уреазы и фосфатазы

определяли по Ф.Х. Хазиеву (1976);

- валовой органический углерод – сжиганием по Тюрину;
- pH – потенциометрически.

Для обработки данных применили факторный анализ и методы математической статистики.

### Результаты исследований

Содержание ферментов в почвенном слое 0-30 см существенно варьирует (табл. 1). Наибольшая активность ферментов характерна для поверхностных слоев (около 0–10 см), ниже она уменьшается в несколько раз. Повышенной активностью каталазы отмечен весь профиль урбанозема из сквера, поверхностные слои реплантозема, урбо-агродерново-подзолистой почвы, а также технозема. Низкая активность каталазы установлена в подповерхностных слоях всех почв и оказалась в целом пониженной в урбаноземе из района многоэтажной застройки.

Таблица 1

**Ферментативная активность почв**

Показатель	Среднее	Минимальное	Максимальное
Каталаза, см <sup>3</sup> O <sub>2</sub> в мин	4.69	1.6	11.4
Уреазы, мг N-NH <sub>4</sub> / г почвы за 24 ч.	0.43	0.04	2.02
Фосфатаза, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / г почвы за 24 ч.	0.73	0.08	2.00

Уреазы показала повышенную активность в верхнем слое реплантоземов, что связано с повышенным содержанием органического вещества из-за окультуривания торфом.

Активность фосфатазы высока в профиле реплантозема, в поверхностном слое урбанозема из района многоэтажной застройки и в поверхностном слое технозема. Встречаются также почвы с повышенной активностью каталазы и фосфатазы в подповерхностных слоях.

С вероятностью 95% можно утверждать, что для поверхностных слоев (0–30) см почвенного покрова

г. Перми показатели биохимической активности имеют следующие доверительные интервалы:

- активность каталазы – от 3.65 до 5.73 см<sup>3</sup> O<sub>2</sub> в мин.;
- активность уреазы – от 0.04 до 0.82 мг N-NH<sub>4</sub>/ г почвы за 24 ч.;
- активность фосфатазы – от 0.42 до 1.04 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ г почвы за 24 ч.

Метод главных компонент показал, что фактор, формирующий количество органического углерода, активность почвенного дыхания, одновременно определяет активность каталазы и уреазы (табл. 2).

Таблица 2

**Факторная нагрузка на показатели ферментативной активности почв**

Показатель	Фактор 1	Фактор 2
Активность дыхания, мг CO <sub>2</sub> за 24 ч.	<b>0.93</b>	-0.16
Активность каталазы, см <sup>3</sup> O <sub>2</sub> в мин.	<b>0.78</b>	-0.55
Активность уреазы, мг N-NH <sub>4</sub> / г почвы за 24 ч.	<b>0.92</b>	0.09
Активность фосфатазы, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / г почвы за 24 ч.	-0.11	<b>-0.65</b>
Углерод органического вещества, %	<b>0.76</b>	0.20
pH вод	-0.37	<b>0.75</b>
pH сол	-0.17	<b>0.84</b>
<b>Степень влияния фактора, %</b>	<b>39.9</b>	<b>21.1</b>

Примечание. Полуужирным шрифтом выделены существенные нагрузки.

Поскольку содержание органических веществ в городских почвах зависит и от природных, и от антропогенных воздействий, то, по-видимому, фактор 1 имеет интегральный характер; он определяет 40% изменчивости биохимических показателей экологиче-

ского состояния городских почв. Рост запасов органических веществ усиливает интенсивность ферментативных процессов в почвах. Фактор (факторы) 2 формирует активность фосфатазы и показатели кислотности-щелочных условий, определяя 21% изменчивости

ферментативной активности. Установлено, что подщелачивание в городе связано с применением карбонатного щебня и противогололедных солей (Еремченко, Москвина, 2005). Активность почвенной фосфатазы снижается при подщелачивании почв, возможно, этот фермент представлен кислой фосфатазой, оптимум которой приходится на pH 5–5.5.

### Заключение

Результаты исследований почв из разных функциональных зон г. Перми показали существенную связь между углеродом гумуса и рядом биохимических показателей: активностью каталазы, уреазы, интенсивностью дыхания почв. По-видимому, высокий уровень активности каталазы и уреазы в поверхностных слоях почв и техногенных поверхностных образований г. Перми служит показателем благополучного экологического состояния, т.к. коррелирует с основным фактором почвенного плодородия – углеродом гумуса. Понижение активности фосфатазы развивается на фоне ощелачиванием из-за поступления в почвы города карбонатного щебня и антигололедных солей.

Исследования проведены при финансовой поддержке ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы» и Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры России» № 2009-1.1-201-018.

### Библиографический список

Ананьева Н.Д. Микробиологические аспекты самоочищения и устойчивости почв. М.: Наука, 2003. 223 с.

Артамонова В.С. Микробиологические особенности антропогенно преобразованных почв Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. 225 с.

Еремченко О.З., Москвина Н.В. Свойства почв и техногенных поверхностных образований в районах многоэтажной застройки г. Пермь // Почвоведение. 2005. № 7. С. 782–789.

Еремченко О.З., Шестаков И.Е., Каменщикова В.И. Эколого-биологические свойства урбаноземов г. Перми // Вестн. Удм. ун-та. Сер. 6: Биология. Науки о Земле. 2010. Вып. 4. С. 56–63.

Почва, город, экология. М., 1997. 320 с.

Свириденко А. Микробиологические и биохимические показатели при оценке антропогенного воздействия на почвы // Почвоведение. 2003. № 2. С. 202–210.

Хазиев Ф.Х. Ферментативная активность почв. М.: Наука, 1976. 180 с.

Шарков И.Н. Определение интенсивности продуцирования почвой CO<sub>2</sub> адсорбционным методом // Почвоведение. 1984. № 7. С. 136–143.

Garcia-Gil J.C. et al. Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass // Soil Biology & Biochemistry. 2000. № 32. P. 1907–1913.

Ruzek L. et al. Microbial, chemical and textural parameters of main soil taxonomical units of Czech Republic // Plant soil environment. 2006. № 52 (Special Issue). P. 29–35.

Поступила в редакцию 08.02.2011

### Biological activity of soils of Perm city

**V. I. Kamenshchikova**, candidate of biology, senior scientist

Natural science institute of Perm state university. 4, Genkel str., Perm, Russia, 614990; zhal73@mail.ru; (342)2396213

**O. Z. Eremchenko**, doctor of biology, professor

**I. E. Shestakov**, research assistant

Perm State University. 15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990; eremch@psu.ru; (342)2396412

Some parameters of biological activity have been determined for soils of different functional zones of Perm city. Significant and positive correlations were found between microbial activity and organic matter contents.

**Key words:** urbanozems; enzyme activity; biodiagnostic.

Каменщикова Вера Иосифовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
Естественнонаучный институт Пермского государственного университета

Еремченко Ольга Зиновьевна, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой

Шестаков Игорь Евгеньевич, научный сотрудник  
ГОУВПО «Пермский государственный университет»