

УДК 631.41:504.75

## КАТАЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ В ПОЧВАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

© 2013 Л.Н. Пуртова, Е.А. Жарикова

Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток

Поступила в редакцию 25.04.2013

Определение каталазной активности проводили в естественных и антропогенных почвах Владивостока и Уссурийска. Каталазная активность почв в условиях урбо-педогенеза значительно ниже, чем в целинных и агрогенных почвах. Наибольшая каталазная активность отмечена в реплантоземах, наименьшая – в урбаноземах и техноземах. Существенное влияние на биологическую активность оказывает засоление почв. Высокая каталазная активность характерна для горизонтов, содержащих наибольшее количество органического вещества.

Ключевые слова: *каталазная активность, городские почвы, урбанозем, органическое вещество*

В связи с возрастанием жесткого антропогенного прессинга на почвенный покров урбанизированных территорий особенно актуальной стала проблема мониторинга и диагностики экологического состояния почв с использованием методов биологической индикации. При этом максимальную эффективность показывают биохимические показатели активности почвенных ферментов, отражающие направленность биохимических процессов в почве и характеризующиеся сочетанием высокой чувствительности к антропогенному воздействию с достаточно высокой точностью определения [2, 4]. Одним из ферментов, широко используемым в качестве диагностического показателя при оценке изменения экологического состояния почв, является каталаза, играющая ведущую роль при окислительно-восстановительных реакциях в почве, которые являются основным звеном в процессе синтеза гумусовых веществ в почве и важным показателем их биологической активности. Важной характерной особенностью каталазы является ее активность в очень широком диапазоне почвенной кислотности (рН 4-10)[12]. Каталазная активность (Ка) неоднократно использовалась при оценке загрязнения почв тяжелыми металлами и нефтью, при этом в черноземе обыкновенном было выявлено ингибирование каталазы хромом, кобальтом, никелем и стимулирование активности фермента молибденом [6].

Ка как показатель биохимических свойств естественных и агрогенных почв Дальнего Востока, неоднократно применялся ранее [1, 11]. Были определены пределы изменения Ка в агрогенных почвах Приморья, установлена тесная связь Ка и почвенной кислотности, выявлена тенденция к увеличению Ка при возрастании энергозапасов

почв, зависящих от содержания органического вещества [9]. Однако для характеристики экологического состояния почв урбанизированных территорий региона данный показатель ранее не применялся, хотя техногенная нагрузка на почвенный покров дальневосточных городов очень высока.

**Цель работы:** апробация использования показателя Ка для определения экологического состояния основных типов почв урбанизированных территорий региона.

**Объекты исследований** – городские почвы Владивостока (591 тыс. жителей) – промышленного и портового города и Уссурийска (158 тыс.) – промышленного и сельскохозяйственного центра Приморья. Названия естественных почв даны по классификации [7], городских почв – по [8]. Физико-химические свойства почв и Ка определяли с помощью общепринятых методов. Для выявления обогащенности почв каталазой использовали шкалу, разработанную Д.Г. Звягинцевым [5].

Характерными чертами почв Владивостока из-за особенностей рельефа и активно протекающих склоновых процессов являются небольшая глубина профиля и сильная степень его каменистости, при этом мощность легкосуглинистых гумусово-аккумулятивных горизонтов часто не превышает 10 см. Для почв Уссурийска, развитых преимущественно на плоских террасах, характерна большая мощность верхних горизонтов (до 26 см). В естественных ненарушенных почвах зеленых зон городов сильно уменьшен или практически отсутствует слой лесной подстилки, часто фиксируется сильная захламленность поверхности и обилие антропогенных включений внутри профиля.

Основной фон естественного почвенного покрова исследуемых городов составляют буроземы типичные. Поверхностно антропогенно-преобразованные почвы представлены урбостратифицированными подтипами буроземов и агроземов структурно-метаморфических. Среди глубоко антропогенно-преобразованных почв выделяются урбаноземы, культуроземы, рекреаземы, реплантоземы, к почвоподобным телам относятся

*Пуртова Людмила Николаевна, доктор биологических наук, заведующая сектором органического вещества почв. E-mail: purtova@ibss.dvo.ru*

*Жарикова Елена Анатольевна, кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник сектора почвоведения и экологии почв. E-mail: jarikova@ibss.dvo.ru*

техноурбаноземы. Подробная характеристика почв приведена ранее [3]. Все исследованные почвы обладают средним уровнем плодородия по содержанию гумуса, часто имеют нейтральную и щелочную реакцию среды (табл. 1). Величина суммарного показателя загрязнения  $Z_c$  указывает на умеренно опасную степень загрязнения в урбаноземах и техноурбаноземах и допустимую в остальных почвах.

Урбостратифицированным буроземам и залегающим на городской территории буроземам типичными свойствами являются значения  $K_a$  более низкие, чем их природными аналогами под заповедными дубовыми лесами (0,6, 1,1 и 4,0  $O_2$  см<sup>3</sup>/г почвы за 1 мин) [10]. Реплантоземы представляют собой почвы рекультивированных задернованных склонов или ровных поверхностей с одномоментно

нанесенным маломощным органометным горизонтом. Характеризуются щелочной реакцией среды при среднем содержании гумуса, в них выявлены наибольшие значения каталазной активности. К культуроземам относятся почвы старых заброшенных огородов и садов с хорошо выраженным дерновым горизонтом, к агроземам структурно-метаморфическим – почвы городских огородов. Даже при среднем и высоком содержании гумуса им свойственна низкая степень обогащенности каталазой. К рекреаземам относят почвы клумб, газонов, скверов с многоцветной подсыпкой органоминеральных или торфосодержащих субстратов. При широком варьировании содержания гумуса (1,6-13,2%) они имеют очень низкую ферментативную активность (0,3-0,7 см<sup>3</sup>/г почвы за 1 мин).

**Таблица 1.** Физико-химические свойства и  $K_a$  типичных разрезов городских почв

№ разреза, почва	Горизонт	Мощность, см	Гумус, %	pH <sub>H2O</sub>	Z <sub>c</sub>	K <sub>a</sub> O <sub>2</sub> см <sup>3</sup> /г почвы за 1 мин
Владивосток						
P.16 Бурозем урбостратифицированный	AУ	0-18	6,24	4,9	10	0,6
P.18 Рекреазем	RAT	0-14	13,28	5,7	12	0,8
P.6 Рекреазем	RAT	0-30	8,84	6,2	15	0,7
	UC	30-50	2,37	6,5	7	0,1
P.8 Культурозем	AУpa	0-10	12,28	6,0	15	1,4
	AB	10-31	7,69	6,0	11	0,5
	Bm	31-45	2,29	5,1	5	0,5
P.14 Урбанозем	UAY	0-22	2,69	6,9	17	0,4
	U	22-36	5,20	6,7	12	0,7
	UEL	36-50	7,01	4,8	6	0,4
P.9 Техноурбанозем	TCH	0-23	31,95*	6,3	37	0,7
	TCH	42-57	20,81*	6,7	17	0,3
Уссурийск						
P.61 Бурозем типичный	AУ	0-15	4,32	8,1	6	1,1
P.73 Бурозем урбостратифицированный	UAU	0-19	4,00	6,2	8	0,6
P.68 Рекреазем	RAT	0-9	6,08	7,3	9	1,4
P.67 Рекреазем	RAT	0-28	2,18	7,2	3	0,6
P.81 Рекреазем	RAT	0-37	1,63	8,0	6	0,3
P.77 Реплантозем	RT	0-15	6,99	7,5	13	1,9
P.83 Агрозем структурно-метаморфический	Pur	0-24	5,05	7,9	11	1,0
P.85 Агрозем структурно-метаморфический	Pur	0-26	4,74	7,8	10	1,0
P.75 Урбанозем	U I	0-18	11,95	6,8	20	0,6
	U II	18-46	8,82	7,8	32	0,6
	U III	16-73	11,02	7,6	28	0,5
	U IV	73-90	11,46	7,4	16	0,2

Примечание: \* - потеря при прокаливании,  $Z_c$  - суммарный показатель загрязнения

Урбаноземы – специфические синлитогенные почвы селитебных районов, формирующиеся под влиянием строительной и бытовой антропогенной деятельности. Техноурбаноземы – почвы, состоящие из сочетания перемещенных естественных грунтов и смеси почвенно-грунтового материала со строительным, промышленным и бытовым мусором. Отличаются крайне неравномерным содержанием гумуса по профилю почв и преимущественно щелочной реакцией почвенной среды.

Величина  $K_a$  активности в них очень мала даже при высоком содержании органического вещества (0,2-0,7 см<sup>3</sup>/г почвы за 1 мин), возможно вследствие более сильного загрязнения тяжелыми металлами, поскольку значения суммарного коэффициента загрязнения  $Z_c$  в этих почвах более высоки (16-37).

Анализ полученных данных позволил выявить некоторые закономерности в содержании каталазной активности в почвах урбанизированных

территорий. Все почвы характеризуются низкой ферментативной активностью, варьирующей между бедной и очень бедной степенью обогащенности почв каталазой. Это связано на наш взгляд с недостаточным поступлением свежего органического вещества и заторможенностью окислительных процессов в почвах в связи со снижением общего уровня биологической активности в условиях отсутствия или угнетения источников ферментов в почве. Наиболее высокие показатели Ка зафиксированы в поверхностных горизонтах почв, в глубоких слоях они резко снижаются, за исключением некоторых урбаноземов. Подобный тренд хорошо объясняется снижением содержания органического вещества и кислорода в глубоких минеральных слоях с большей плотностью сложения. Установлена достоверная отрицательная связь между величиной Ка и степенью засоления городских почв ( $r=-0,64$  при  $P=0,95$ ), т.е. интенсивное, зачастую ненормированное применение противогололедных реагентов способствует угнетению микрофлоры и снижению ферментативной активности почв.

Наибольшие значения Ка выявлены в реплантоземах и рекреаземах, что связано с внесением торфосодержащего плодородного субстрата, наименьшие – в урбаноземах и техноурбаноземах, сформированных из природного материала и продуктов антропогенной деятельности. Отмечена тенденция к росту Ка с увеличением содержания органического вещества в почвах. Почвам Владивостока свойственны более низкие количественные значения каталазной активности по сравнению с почвами Уссурийска. Все городские почвы имеют более низкие показатели ферментативной активности по сравнению с почвами агрогенных ландшафтов Приморья. Так, в агротемногумусовых почвах показатели Ка составили 3,0, в агрообразцах варьируют от 3,6 до 4,6  $O_2$  см<sup>3</sup>/г почвы за 1 мин, что соответствует средней степени обогащенности почв каталазой [9].

Городские почвы Владивостока и Уссурийска существенно отличаются от почв агрогенных и природных ландшафтов Приморья по показателям Ка. Им свойственны более низкие параметры Ка, что свидетельствует о обедненности свежим органическим веществом, неблагоприятной экологической

обстановке. Величина Ка снижается в ряду почв: реплантозема – культурозема – рекреазема – агрозема структурно-метаморфические – урбанозема – техноурбанозема.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Голодяев, Г.П.* Биологическая активность горнолесных почв южного Приморья // Вопросы численности, биомассы и продуктивности почвенных микроорганизмов. – Л.: Наука, 1972. С. 240-246.
2. *Еремченко, О.З.* Эколого-биологические свойства урбаноземов г. Перми / *О.З. Еремченко, И.Е. Шестаков, В.И. Каменецкова* // Вестник Удмуртского Университета. Сер. Биология. Науки о Земле. 2010. Вып.4. С. 56-63.
3. *Жарикова, Е.А.* Почвы Владивостока: основные характеристики и свойства. // Вестник ДВО РАН. 2012. №3. С. 67-73.
4. *Звягинцев, Д.Г.* Биология почв и их диагностика // Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. – М.: Наука, 1976. С. 53-58.
5. *Звягинцев, Д.Г.* Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. 1978. №6. С. 48-54.
6. *Колесников, С.И.* Изменение биологических свойств почв Адыгеи при химическом загрязнении // *С.И. Колесников, З.Р. Тлехас, К.Ш. Казеев, В.Ф. Вальков* // Почвоведение. 2009. № 12. С. 1499-1505.
7. *Полевой определитель почв.* – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
8. *Прокофьева, Т.В.* Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможность их включения в общую классификацию // *Т.В. Прокофьева, И.А. Мартыненко, Ф.И. Иванников* // Почвоведение. 2011. №5. С. 611-623.
9. *Пуртова, Л.Н.* Влияние фитомелиорации на плодородие агрообразцов Приморья // *Л.Н. Пуртова, Л.Н. Щапова, С.Н. Иншакова, А.Н. Емельянов* // Аграрный вестник Урала. 2012. №10. С. 10-12.
10. *Пуртова, Л.Н.* Эмиссия углекислого газа из почв природных и антропогенных ландшафтов юга Приморья // *Л.Н. Пуртова, Н.М. Костенков, В.А. Семаль, И.В. Комачкова* // Фундаментальные исследования. 2013. №1. С. 585-589.
11. *Щапова, Л.Н.* Микрофлора почв юга Дальнего Востока России. – Владивосток: Изд-во ДВО РАН, 1994. 172 с.
12. *Schonbaum, G.R.* Catalase. The Enzymes // *G.R. Schonbaum, B.Chance* // – New York: Academic Press, 1976. 276 p.

## CATALASE ACTIVITY IN THE SOILS OF URBAN TERRITORIES OF THE SOUTH FAR EAST

© 2013 L.N. Purtova, E.A. Zharikova  
Institute of Biology and Soil Science FEB RAS, Vladivostok

The determination of catalase activity were carried out in natural and antropogenic soils of Vladivostok and Ussuryisk. The catalase activity of soils in conditions of urban-pedogenesis significantly low than in virgin and agrogenic soils. Maximum catalase activity has been registered in replantozem, minimum – in urbanozems and technourbanozems. Significant influence on biological activity has the salinization of soils. The high catalase activity is typical to soil horizons, which contain the highest amount of soil organic substance.

Key words: *catalase activity, urban soils, urbanozems, organic substance*

*Lyudmila Purtova, Doctor of Biology, Head of the Sector of Soils Organic Substances. E-mail: purtova@ibss.dvo.ru; Elena Zharikova, Candidate of Biology, Associate Professor, Senior Research Fellow at the Sector of Soils Science and Soils Ecology. E-mail: jarikova@ibss.dvo.ru*