

СЕКЦИЯ 3. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 59+577

ПОЧВЫ ПАРКОВОЙ ЗОНЫ ГОРОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ

О.А. Нурсахедова,

студентка 4-го курса

О.М. Балаева-Тихомирова,

к.б.н., доцент

Учреждение образования «Витебский государственный
университет имени П.М. Машерова», Витебск, Республика
Беларусь

Аннотация. В работе раскрывается особенность системно-экологического состояния почвенного анализа, показывающая возможности воздействия на почву различных видов человеческих факторов, связанных с деятельностью ферментов и содержания тяжелых металлов в почве. Установлено, что увеличение антропогенной нагрузки на почву приводит к накоплению ионов тяжелых металлов и ингибированию активности почвенных ферментов. Результаты исследования могут быть использованы в условиях биомониторинга и биодиагностики почв в городских районах с оценкой воздействия на щелочную среду, планирование землепользования.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, ионы тяжелых металлов, ферментативная активность

В связи с увеличением степени антропогенной нагрузки на почву и уровня ее загрязнения, актуальным является поиск способа системного экологического анализа, основанного на сопоставлении диагностических показателей с типом почв, местом сбора проб и степенью антропогенной нагрузки, для возможности предотвращения дальнейшего загрязнения почвенного покрова Республики Беларусь и его деградацию [1].

Цель работы – определить содержание ионов тяжелых металлов и ферментативную активность почв парковой зоны городов Республики Беларусь.

Материал и методы исследования. Объект исследования являлась почва, в которой были определены концентрации подвижных форм тяжелых металлов (Cu^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+}), активность почвенных ферментов (каталазы, уреазы, протеазы, инвертазы).

Концентрации ионов меди (II), железа (III), свинца (II) и ртути (II) определялись спектрофотометрическим методом. Определение ионов цинка (II) в почве проводили комплексонометрическим титрованием [2,3].

Активность каталазы определяли титрометрическим методом, основанным на измерении количества неразложившейся перекиси [4]. Спектрофотометрическое определение активности протеазы проводили на основе учета количества аминокислот, образующихся при протеолизе внесенных в почву белков, путем связывания их в окрашенные комплексы [5].

Определение активности уреазы проводился спектрофотометрическим методом, по учету количества аммиака, образующегося при гидролизе карбамида. Активности инвертазы определяли по методу Ф.Х. Хозиева, основанного на количественном учете восстанавливающих сахаров [6].

Математическую обработку полученных результатов проводили методами параметрической и непараметрической статистики с использованием пакета статистических программ Microsoft Excel 2003, STATISTICA 6.0. Достоверность различий учитывали при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Для проведения системного экологического анализа почв были сопоставлены активность ферментов, содержание ионов тяжелых металлов и степень антропогенной нагрузки.

Как видно из таблиц 1 и 2, в парковой зоне установлены следующие закономерности. В Новополоцке концентрация ионов меди, ртути и свинца низкая, железа – средняя, цинка – высокая, активность каталазы и уреазы слабая, протеазы и инвертазы – средняя. В г. Орша выявлено низкое

содержание ионов меди, ртути и свинца, высокое – железа и цинка, активность протеазы слабая, инвертазы – средняя, уреазы – высокая, каталазы – очень высокая.

В Витебске низкое содержание ионов железа, меди, ртути и свинца, очень высокая концентрация ионов цинка, слабая активность протеазы, средняя каталазы и инвертазы и высокая уреазы. В г. Могилев низкая концентрация железа, меди, ртути и свинца, высокая концентрация цинка, средняя активность каталазы и инвертазы, слабая активность протеазы, высокая активность уреазы.

В г. Минск низкая концентрация железа, меди, ртути и свинца, высокая концентрация цинка, слабая активность каталазы и протеазы, средняя активность инвертазы, высокая активность уреазы.

Таблица 1 – Содержание ионов тяжелых металлов (мг/кг) в почве прибрежной зоны водоемов ($M \pm m$)

Металл	Место сбора проб	Содержание иона металла в почве, мг/кг	ПДК мг/кг	По сравнению с ПДК металла
Железо (Fe^{3+})	г. Новополоцк	$4,61 \pm 0,24$	5,0 мг/кг почвы	↓1,0
	г. Орша	$5,32 \pm 0,30$		↑1,0
	г. Витебск	$0,76 \pm 0,05$		↓6,5*
	г. Могилев	$3,28 \pm 0,02$		↓1,5*
	г. Минск	$3,76 \pm 0,02$		↓1,3*
Медь (Cu^{2+})	г. Новополоцк	$0,48 \pm 0,03$	3,0 мг/кг почвы	↓6,2*
	г. Орша	$0,27 \pm 0,03$		↓11,1*
	г. Витебск	$0,79 \pm 0,18$		↓3,7*
	г. Могилев	$0,30 \pm 0,02$		↓10,0*
	г. Минск	$1,79 \pm 0,02$		↓1,7*
Цинк (Zn^{2+})	г. Новополоцк	$36,29 \pm 0,86$	23,0 мг/кг почвы	↑1,5*

	г. Орша	105,08 ± 0,94		↑4,5*
	г. Витебск	60,66 ± 4,44		↑2,6*
	г. Могилев	31,96 ± 0,03		↑1,4*
	г. Минск	126,79 ± 0,07		↑5,5*
Ртуть (Hg ²⁺)	г. Новополоцк	0,026 ± 0,007	2,1 мг/кг почвы	↓80,7*
	г. Орша	0,024 ± 0,006		↓87,5*
	г. Витебск	0,021 ± 0,008		↓100,0 *
	г. Могилев	0,011 ± 0,007		↓190,9 *
	г. Минск	0,032 ± 0,006		↓67,7*
Свинец (Pb ²⁺)	г. Новополоцк	1,96 ± 0,05	6,0 мг/кг почвы	↓3,0
	г. Орша	1,91 ± 0,09		↓3,1*
	г. Витебск	1,36 ± 0,08		↓4,4
	г. Могилев	1,11 ± 0,05		↓5,4*
	г. Минск	1,94 ± 0,09		↓3,1*

Примечание: – *P < 0,05 по сравнению с предельно-допустимой концентрацией металла (↓ во столько раз меньше, ↑ во столько раз больше)

Соотношение концентраций подвижных форм металлов со значениями ПДК в зависимости от места отбора почвы представлены в таблице 1, установлено превышение предельно-допустимая концентрация железа в парковой зоне г. Орша. Содержание цинка больше предельно-допустимой концентрации в прибрежной зоне водоема во всех исследуемых городах в парковой зоне – г. Новополоцк, г. Орша, г. Витебск, г. Могилев, г. Минск. Во всех городах в почвах парковой зоны установлено пониженное содержание ионов ртути и свинца.

Соотношение активности ферментов со средней активностью в почвах представлено в таблице 2. Активность каталазы в сравнении со средней активностью фермента выше в г. Орша в парковой зоне, что связано с произрастанием обильной растительности на исследуемых участках почвы. Известно, что находящиеся под растениями с мощной глубоко

проникающей корневой системой, характеризуются высокой активностью каталазы.

Активность протеазы в городах средняя, либо слабая, что связано с низким содержанием органических веществ в окультуренных участках почв парковой зоны. Активность уреазы выше средней активности фермента в парковой зоне г. Орша, г. Витебска, г. Могилева и г. Минска. Для дерново-подзолистых почв активность протеазы и уреазы может считаться объективным показателем уровня их окультуренности. Активность инвертазы в большинстве городов средняя.

Таблица 2 – Сравнительная экологическая характеристика активности ферментов в почве ($M \pm m$)

Фермент	Место сбора проб	Парковая зона водоема	Средняя активность фермента	По сравнению со средней активностью фермента
Каталаза $\text{см}^3 \text{O}_2$ на 1 г за 1 мин	г. Новополоцк	$1,72 \pm 0,28$	3-10 $\text{см}^3 \text{O}_2$ на 1 г за 1 мин	$\downarrow 5,8^*$
	г. Орша	$48,88 \pm 0,75$		$\uparrow 4,8^*$
	г. Витебск	$5,43 \pm 0,09$		в норме
	г. Могилев	$5,19 \pm 0,01$		в норме
	г. Минск	$2,09 \pm 0,02$		$\downarrow 1,4^*$
Протеаза мг альбумина на 10 г за 24 ч	г. Новополоцк	$1,50 \pm 0,14$	1-2 мг альбумина на 10 г за 24 ч	в норме
	г. Орша	$0,93 \pm 0,12$		$\downarrow 2,1^*$
	г. Витебск	$0,80 \pm 0,01$		$\downarrow 2,5^*$
	г. Могилев	$0,79 \pm 0,01$		$\downarrow 1,3^*$
	г. Минск	$0,65 \pm 0,02$		$\downarrow 1,5^*$
Уреазы мг NH_3 на 10 г за 24 ч	г. Новополоцк	$4,20 \pm 0,83$	10-30 мг NH_3 на 10 г за 24 ч	$\downarrow 7,1^*$
	г. Орша	$36,54 \pm 0,88$		$\uparrow 1,2^*$
	г. Витебск	$90,93 \pm 0,08$		$\uparrow 3,0^*$
	г. Могилев	$58,19 \pm 0,01$		$\uparrow 1,9^*$

	г. Минск	90,52 ± 0,17		↑3,0*
Инверт аза мг C ₆ H ₁₂ O ₆ на 1 г за 24 ч	г. Новополоцк	15,68 ± 0,48	15-50 мг C ₆ H ₁₂ O ₆ на 1 г за 24 ч	в норме
	г. Орша	17,46 ± 0,42		в норме
	г. Витебск	26,13 ± 0,47		в норме
	г. Могилев	22,49 ± 0,88		в норме
	г. Минск	36,72 ± 1,02		в норме

Примечание: – *P < 0,05 по сравнению со средней активностью фермента (↓ во столько раз меньше, ↑ во столько раз больше)

Исследования показали зависимость активности ферментов в почве от содержания тяжелых металлов в ней. Чем больше концентрация тяжелых элементов в почве, тем слабее каталазная, протеазная и инвертазная активность, но выше уреазная.

Заключение. Исследование подвижных форм металлов в почве показало, что в выбранных местах сбора образцов ионы металлов накапливаются по-разному. При сравнении содержания ионов тяжелых металлов с их предельно-допустимыми концентрациями в почве, выявлено превышение ионов цинка и железа. Содержание ионов ртути и свинца во всех городах очень низкое, не превышало предельно-допустимые концентрации. Исходя из результатов исследований активности ферментов и в сравнении их со шкалой сравнительной оценки ферментативной активности почвы можно сделать вывод о том, что активность каталазы в сравнении со средней активностью фермента ниже в парковой зоне г. Новополоцка и г. Минска. Слабая протеазная активность в парковой зоне – в г. Орша, г. Витебск, г. Могилев и г. Минск. Слабая активность уреазы установлена в парковой зоне в г. Новополоцк.

Таким образом, исследования показали зависимость активности ферментов в почве от содержания тяжелых металлов в ней. Чем больше концентрация тяжелых элементов в почве, тем слабее активность каталазы и протеазы, выше активность уреазы и инвертазы. Парковая зона исследуемых городов

является загрязнений ионами тяжелых металлов, что связано парки в исследуемых нами городах находятся вдоль проезжей части, в центрах города, в оживленном месте, вблизи промышленных предприятий (г. Новополоцк и г. Орша).

Список литературы

1. Абрамян, С.А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов / С.А. Абрамян // Почвоведение. – 1992. – №7. – С. 70–82.
2. Жерносек, А.К. Физико-химические методы анализа / А.К. Жерносек, И.С. Борисевич. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012. – 12 с.
3. Золотов, Ю.А. Основы аналитической химии / Ю.А. Золотов. – М.: «Высшая школа», 1996. – 245 с.
4. Орлов, Д. С. Почвенно-экологический мониторинг и охрана почв / Д. С. Орлов, В. Д. Васильевская. – М.: Изд-во МГУ, 1994. – 272 с.
5. Звягинцев, Д. Г. Биология почв / Д. Г. Звягинцев. – М.: МГУК, 2005. – 241с.
6. Хазиев, Ф.Х. Методы почвенной энзимологии / Ф.Х. Хазиев – М.: Наука, 2005. – 252 с.

© *О.М. Балаева-Тихомирова, А.М. Искондерова, 2018*