
ХІМІЯ ҐРУНТІВ

УДК 574*546.9

Н. В. Довганич

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ЦИНКОМ СИСТЕМИ ҐРУНТ-ВОДА-РОСЛИНА ТЕРИТОРІЇ БУРШТИНСЬКОЇ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ТА ЗОНИ АКТИВНОГО ЇЇ ВПЛИВУ

Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника

В роботі досліджено вміст валового та розчинного цинку у функціонально зв'язаних компонентах біогеоценозів: ґрунт-вода-рослина в зоні екологічного впливу БуТЕС. На її території та на віддалі 8 та 16 км від неї у ґрунтах, воді та органах чистотілу виявлені зміни загального (валового) та обмінного (розчинного) вмісту цинку. Вони мають різноплановий характер в залежності від сезону року та відстані до забруднювача.

Ключові слова: ґрунт, вода, чистотіл звичайний, валовий та розчинний вміст цинку, БуТЕС.

Н. В. Довганич

Прикарпатский национальный университет им. Василия Стефаника

ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЦИНКОМ СИСТЕМЫ ПОЧВА-ВОДА-РАСТЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ БУРШТЫНСКОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И ЗОНЫ ЕЕ АКТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

В работе исследовано содержание общего и растворимого цинка в функционально связанных компонентах биогеноценоза: почва-вода-растение в зоне экологического воздействия БуТЭС. На ее территории и на расстоянии 8 и 16 км от нее в почве, воде и органах чистотела обнаружены изменения общего (валового) и обменного (растворимого) содержимого цинка в главных компонентах круговорота веществ. Они имеют разноплановый характер в зависимости от сезона года и расстояния к загрязнителю среды.

Ключовые слова: почва, вода, чистотел обыкновенный, валовое и растворимое содержимое цинка, БуТЭС.

N. W. Dovahnych

Vasyl Stefanyk Prycarpathian National University

THE EVALUATION OF ZINC CONTAMINATION IN «SOIL-WATER-PLANT» SYSTEM IN BURSHTYNSKA THERMAL POWER PLANT AND IN THE AREA OF ITS ACTIVE INTERVENTION

The content of total and soluble zinc in the functional components of biogeocoenosis was investigated: the soil-water-plant in the area of environmental impact of Burshtynska thermal power plant. On its territory and at 8 and 16 km away in the soil, water and part of greater celandine the changes in the total (gross) and exchange (soluble) content of zinc in the main components of the substance circulation were detected. They have diverse format and depend on the season of the year and the distance to the pollutant.

Key words: soil, water, greater celandine, gross and the soluble zinc contents, Burshtynska thermal power plant.

Антропогенний вплив на екосистеми є складним та багатовекторним процесом, який інтенсифікувався в останні десятиліття. Він порушує природний баланс екосистеми, що сформувалася в результаті тривалого еволюційного розвитку і веде

до деградації природного середовища, накопичення в біосфері мікроелементів – металів, серед яких особливо небезпечними є Cd, Cr, Pb, Hg, Mn, Sb, Zn, Be, Ni, Cu, Se, V та інші (Агаджанян, 2001; Беленкина, 2008).

У розвитку хімічних процесів в екосистемі важливе значення мають умови середовища, зокрема величини рН і окисно-відновний потенціал (ОВП), аніонне оточення, хімічна активність інгредієнтів (Груздков, 2009; Давыдова, 2002; Єгорова, 2004, Єгорова 2006). Суттєвим фактором, що визначає поведінку хімічних елементів в ґрунтах є наявність легкорухомих фульвокислот, які обумовлюють процеси інтенсивного геохімічного розсіювання з ґрунтового профілю багатьох есенціальних мікроелементів – Fe, Mn, Zn, Cu, Ba, Sr, V (Козловський, 2008; Козьякова, 2002; Мислива, 2008). Варто зазначити, наприклад, що вміст свинцю в кістках сучасної людини приблизно в 50 разів вищий, ніж у рештках давніх пращурів, а концентрація ртуті в організмах у 100-200 разів перевищує її вміст у ґрунті, природних водах і повітрі (РД 52.24.377-95 – Методические указания; Холодова, 2005; Алексеенко, 1992; Riba, 2003; Deng, 2004; Shirkin, 2007; Grodzinska, 2003). Серед абіотичних факторів хімічне забруднення екосистеми, зокрема, важкими металами, займає одне з провідних місць.

Серед промислових об'єктів України БуТЕС відноситься до 100 найбільших екологічних забруднювачів. На викиди цієї електростанції припадає більше 85 % забруднення в Прикарпатті. Відсутність відомчого контролю за викидами спричинила надходження шкідливих речовин не лише на територію Івано-Франківської області, а й сусідніх областей і за певних погодних умов розповсюджуються і за межі національних кордонів. Тверді пилові частинки, оксиди вуглецю, сірки та азоту, загальна маса яких щорічно вимірюється сотнями тисяч тон, створили комплекс екологічних проблем (Пендерецький, 2004; Миленька, 2009).

В контексті викладеного проведено комплексне дослідження вмісту різних форм цинку в ґрунті, воді та тканинах чистотілу в зоні діяльності БуТЕС, що є метою моєї дисертаційної праці.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проведені на території БуТЕС (промислова зона) та зонах її впливу на віддалі від забруднювача 8 км (с. Слобідка) та 16 км (Галицький національний парк) у відповідності до міжнародної растрової сітки 8x8 км та з врахуванням потреб локального моніторингу (Парпан, 2009). Контролем слугувала територія в басейні р. Лімниця на віддалі 30 км від джерела забруднення.

Вміст валової та розчинної фракцій цинку в досліджуваних компонентах біогеоценозів (ґрунт, вода, чистотіл) визначено атомною емісійною спектрометрією з індуктивно зв'язаною аргонною плазмою, з використанням високоточної аналітичної системи Плазмаквант-110 (Мазепа, 2009).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Розподіл валового та розчиненого у ґрунті, воді та тканинах чистотілу цинку в різні сезони року на промислових площадках БуТЕС і едафотобах активного впливу теплоелектростанції презентують результати дослідження наведені у таблицях 1–5.

Встановлено, що вміст валового цинку в ґрунті контрольної території має сезонну залежність, бо найвищі величини цього показника виявлено в літній період, а найнижчі – навесні (табл. 1).

Навесні вміст валової форми цинку на території БуТЕС достовірно вищий в 1,8 рази від показників контрольної території. В літній та осінній періоди цей показник знижується у порівнянні з величинами весняного сезону відповідно в 1,4 і 1,5 рази, але достовірно вищий вмісту цинку в контрольних едафотобах.

На відстані 8 та 16 км вміст валового цинку в ґрунті також достовірно вищий від показників його вмісту на контрольній території (відповідно в 1,3–1,4) рази. У порівнянні з весняними величинами вміст цинку в ґрунті знижується. Близькі до контролю значення є на відстані 16 км від забруднювача в осінній період.

Таблиця 1

Сезонний вміст валового цинку в ґрунтах зони активного впливу БуТЕС (n=8, мг/кг)

Сезон	Статистичні показники	Контроль	БуТЕС	8 км	16 км
Весна	М	29,26	52,40	41,13	33,57
	±m	1,01	1,13	0,86	1,17
	p	–	<0,001	<0,001	<0,001
Літо	М	34,91	47,33	37,46	38,39
	±m	0,63	1,63	3,18	1,06
	p	–	<0,001	>0,5	<0,01
Осінь	М	30,44	47,35	39,57	31,58
	±m	1,04	1,51	1,08	2,24
	p	–	<0,001	<0,001	>0,5

Сезонний вміст розчинної фракції цинку у ґрунті на контрольних едафотобах змінюється в сторону зниження (табл. 2). За абсолютними величинами ці показники є найнижчими у порівнянні з такими ж на територіях, що знаходяться в зоні активного впливу БуТЕС. Рівень розчинного цинку в ґрунті на території БуТЕС навесні достовірно вищий (в 1,9 рази) від контрольних величин і таким зберігається на відстані 8 та 16 км.

Таблиця 2

Сезонний вміст розчинного цинку в ґрунтах зони активного впливу БуТЕС (n=8, мг/кг)

Сезон	Статистичні показники	Контроль	БуТЕС	8 км	16 км
Весна	М	5,22	9,77	7,15	6,64
	±m	0,31	0,30	0,22	0,31
	p	–	<0,001	<0,001	<0,001
Літо	М	4,25	7,99	5,86	6,17
	±m	±0,10	0,34	0,29	0,22
	p	–	<0,001	<0,001	<0,001
Осінь	М	4,35	6,77	6,97	6,10
	±m	0,22	0,30	0,40	0,24
	p	–	<0,001	<0,001	<0,001

В літній та осінній сезони вміст розчинної форми цинку в ґрунтах на віддалі 8 та 16 км від БуТЕС достовірно знижується і досягає найнижчих значень восени на відстані 16 км.

Валовий вміст цинку у воді в контрольних умовах має слабо виражену сезонну залежність з абсолютними величинами дещо вищими у весняний період (табл. 3).

Таблиця 3

Сезонний вміст валового цинку у воді зони активного впливу БуТЕС (n=8, мкг/дм³)

Сезон	Статистичні показники	Контроль	БуТЕС	8 км	16 км
Весна	М	420,86	971,86	788,14	581,93
	±m	11,48	16,90	18,37	20,02
	p	–	<0,001	<0,001	<0,001
Літо	М	373,71	958,70	882,73	534,34
	±m	11,13	20,19	9,94	11,34
	p	–	<0,001	<0,001	<0,001
Осінь	М	384,18	863,44	662,41	725,70
	±m	13,64	14,11	12,60	13,86
	p	–	<0,001	<0,001	<0,001

На території БуТЕС та на відстані 8 та 16 км рівень валового цинку є достовірно вищим від показників контрольних едафотопів. Сезонні зміни вмісту цієї фракції у воді біля БуТЕС і в екосистемах на віддалі 8 та 16 км є достовірно вищими у порівнянні з контрольними величинами. Зі збільшенням відстані від теплоелектростанції, ці показники знижуються, досягаючи мінімальних величин на відстані 16 км.

Розчинна фракція цинку у воді досліджених територій складає незначну частину валового вмісту цього металу, але у метаболічному відношенні вона характеризується високою функціональною властивістю в різноманітних біологічних процесах.

Сезонні величини її вмісту показують (табл. 4), що у весняний період вміст цієї фракції на контрольних територіях є найнижчим, тоді як влітку та восени цей показник більше ніж в 2 рази перевищує абсолютні величини у весняний період.

Таблиця 4

Сезонний вміст розчинного цинку у воді зони активного впливу БуТЕС (n=8, мкг/дм³)

Сезон	Статистичні показники	Контроль	БуТЕС	8 км	16 км
Весна	M	7,83	29,50	23,59	20,53
	±m	1,13	1,38	1,00	0,95
	p	–	<0,001	<0,001	<0,001
Літо	M	18,53	34,85	28,46	20,24
	±m	0,74	1,18	0,63	0,61
	p	–	<0,001	<0,001	<0,05
Осінь	M	17,74	29,54	26,21	19,23
	±m	0,78	0,62	0,67	0,84
	p	–	<0,001	<0,001	>0,5

На території БуТЕС і в зоні її впливу у весняний період вміст цинку перевищує показники контрольних територій більше ніж у 3 рази. В усі досліджені сезони року вміст розчинної фракції цинку на території БуТЕС достовірно вищий за показники контрольних територій, з максимальним значенням у літній сезон.

Вміст цинку в тканинах чистотілу в обмінно-активні сезони року (весна, літо, осінь) на контрольних територіях (табл. 5) за його абсолютною величиною розміщується в такий ряд: коренева система >листя >стебло. Ця закономірність вмісту цинку в органах чистотілу спостерігається влітку і восени. Кількість цинку в квітках чистотілу в літній період за абсолютними значеннями є дещо вищою за його вміст у стеблі.

Таблиця 5

Сезонний вміст цинку в органах чистотілу в зоні активного впливу БуТЕС (n=6, мкг/1000мг золи)

Сезон	Органи	Статистичні показники	Контроль	БуТЕС	8 км	16 км
1	2	3	4	5	6	7
Весна	Листя	M±m	92,00±6,03	350,33±7,53	612,00±5,47	1963,67±60,91
		p	–	<0,001	<0,001	<0,001
	Стебло	M±m	35,00±3,40	67,00±3,70	380,00±9,54	242,85±6,93
		p	–	<0,001	<0,001	<0,001
	Корінь	M±m	742,1±21,55	2637,17±126,15	294,17±7,01	193,50±7,12
		p	–	<0,001	<0,001	<0,001

1	2	3	4	5	6	7
Літо	Листя	M±m	292,83±9,54	1091,60±55,34	175,50±8,12	276,33±7,92
		p	–	<0,001	<0,001	>0,5
	Квіти	M±m	186,8±10,3	1709,00±38,93	302,33±9,12	1703,50±10,4 2
		p	–	<0,001	<0,001	<0,001
	Стебло	M±m	166,33±7,78	290,50±10,31	140,83±6,45	273,17±8,77
		p	–	<0,001	<0,001	<0,001
Корінь	M±m	697,67±11,09	3899,00±157,33	275,00±9,97	282,50±9,44	
	p	–	<0,001	<0,001	<0,001	
Осінь	Листя	M±m	1843,66±46,26	6,50±3,69	140,33±7,83	188,33±7,63
		p	–	<0,001	<0,001	<0,001
	Стебло	M±m	586,67±57,38	254,83±27,49	270,33±60,33	280,50±56,78
		p	–	<0,001	<0,001	<0,001
	Корінь	M±m	7720,83±68,73	528,17±38,77	345,50±11,69	663,67±39,35
		p	–	<0,001	<0,001	<0,001

Вміст цинку в органах чистотілу навесні на промплощадках БуТЕС та зоні її впливу є достовірно вищим від контрольних величин в листках, стеблі та кореневій системі, за винятком вмісту металу в коренях рослин, що ростуть на відстані 16 км від БуТЕС. В літній період вміст цинку в органах чистотілу суттєво зростає на промплощадках, досягаючи максимальних величин в кореневій системі рослини. В осінній сезон вміст металу достовірно знижується в листках чистотілу, що росте на промплощадках. Аналогічно зменшується його вміст на відстані 8 і 16 км. Подібні зміни вмісту цинку виявлені для стебла та кореневої системи.

ВИСНОВКИ

Дослідження вмісту валового та розчинного цинку у функціонально зв'язаних компонентах екосистеми ґрунт-вода-рослина на територіях розташування БуТЕС та віддалених на 8 і 16 км свідчать, що виявлені зміни мають неоднаково направлений характер і залежать від сезону року та відстані розташування від забруднювача. Абсолютні значення вмісту цинку в тканинах чистотілу показують, що його максимальна кількість знаходиться в кореневій системі. Зміни загального вмісту цинку (сезон, відстань від забруднювача) супроводжуються змінами обмінного цинку в ґрунті та воді.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Агаджанян Н. А.** Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека / Н. А. Агаджанян, А. В. Скальный. – М. : КМК, 2001. – 83 с.
- Алексеев В. А.** Цинк и кадмий в окружающей среде / В. А. Алексеев, Л. В. Алешукин, Л. Е. Безпалько и др. – М. : Наука, 1992. – 200 с.
- Беленкина О. А.** К вопросу о фоновых уровнях тяжелых металлов в агарофитах Черного моря / О. А. Беленкина, В. И. Капков // Вестник Московского университета, серия 16. Биология. – 2008. – № 2. – С. 40-44.
- Груздков Д. Ю.** Оценка миграции тяжелых металлов в почвах / Д. Ю. Груздков, Л. А. Ширкин, Т. А. Трифонова // Вестник МГУ. – 2009. – № 4. – С. 40-45.
- Давыдова С. Л.** Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века: учеб. пособие / С. Л. Давыдова, В. И. Тагасов. – М. : Изд-во РУДН, 2002. – 140 с.
- Єгорова Т. М.** Водна міграція токсичних мікроелементів у функціональних зонах України / Т. М. Єгорова // Мінеральні ресурси України. – 2004. – № 1. – С. 41-44.

Сгорова Т. М. До питання про геохімічний та екологічний фон у геологічних дослідженнях України / Т. М. Сгорова, Л. С. Галецький // Геол. журн. НАН України. – 2003. – № 3. – С. 78-81.

Козловський В. І. Важкі метали в ґрунтах техногенних ландшафтів родовищ самородної сірки Передкарпаття (Україна) / В. І. Козловський // Ґрунтознавство. – 2008. – Т. 9, № 3-4. – С. 101-107.

Козьякова Н. О. Екотоксичний вплив важких металів (Cd, Pb, Cu, Zn) на систему «ґрунт-рослина» в умовах Полісся та Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. сільськ. наук: спец. 03.00.16 – екологія / Н. О. Козьякова // Київський національний аграрний ун-тет. – К., 2002. – 17 с.

Мазепа І. В. Сучасні методи симультанного мультиелементного аналізу важких металів у мікрооб'єктах / І. В. Мазепа, А. І. Мазепа, Н. В. Довганич // Галицький лікарський вісник. – 2009. – Т. 16, № 4. – С. 101-103.

Миленька М. М. Біоіндикаційна оцінка екологічного стану Бурштинської урбоєкосистеми / М. М. Миленька : Канд. дисертація. – Д., 2009. – 251 с.

Мислива Т. М. Проблеми нормування важких металів у ґрунті / Т. М. Мислива // Вісник ХНАУ. – 2008. – № 4. – С. 155-161.

Парпан В. І. Оцінка техногенного впливу на стан природних екосистем методами інтегрального моніторингу та біогеохімічної індикації лісів на прикладі Івано-Франківської області / В. І. Парпан, Ю. С. Шпарик, М. М. Миленька, Н. В. Довганич // Науковий вісник НУБіП України «Лісівництво. Декоративне садівництво». – К., 2009. – Вип. 135. – С. 22-31.

Пендерецький О. В. Екологія Галицького району / О. Пендерецький // Івано-Франківськ : Нова зоря, 2004. – 198 с.

РД 52.24.377-95 / Методические указания // Атомно-абсорбционное определение металлов (Al, Ag, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, V, Zn) в поверхностных водах суши с прямой электротермической атомизацией проб.

Холодова В. П. Адаптація к высоким концентрациям солей меди и цинка растений хрустальной травки и возможность их использования в целях фиторемедиации / В. П. Холодова, К. С. Волков, В. В. Кузнецов // Физиология растений. – 2005. – Т. 52, № 6. – С. 848-858.

Deng H. Accumulation of lead, zinc, copper and cadmium by 12 wetland plant species thriving in metal-contaminated sites in China / H. Deng, Z. H. Ye, M. H. Wong // Environmental pollution. – 2004. – Vol. 132, № 1. – P. 29-40.

Grodzinska K. Trace element contamination in industrial regions of Poland studied by moss monitoring / K. Grodzinska, M. Frontasyeva, G. Szarek-Lukaszewska et al. // Environ Monit Assess. – 2003. – Vol. 87, N 3. – P. 255-270.

Riba I. Bioavailability of heavy metals bound to estuarine sediments as a function of pH and salinity values / I. Riba, E. Garcia-Luque, J. Blasco [et al.] // Chem. Spec. Bioav. – 2003. – Vol. 15. – P. 101-114.

Shirkin L. The heavy metals migration from industrial wastes in soils / L. Shirkin, T. Trifonova, N. Selivanova et al. // The 4th International conference on soils of urban, industrial, traffic, mining and military areas (SUITMA), 18-25 October, Nanjing, China. – 2007. – P. 178.

Надійшла до редколегії 15.11.11