

УДК 581.57:543.272.8 (045)

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ВМІСТУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТІ ТА *TRIFOLIUM PRATENSE L.*

К.А. ДОВГОПОЛА

Національний авіаційний університет, м. Київ

Наведено результати дослідження вмісту важких металів у ґрунтах і конюшині лучній, які були зібрані на території, прилеглій до Ніжинського аеродрому Чернігівської області. Встановлено коефіцієнти техногенної концентрації важких металів в зразках ґрунту та інтенсивність міграції полутантів з ґрунту в рослини за допомогою коефіцієнту біологічного поглинання.

Ключові слова: важкі метали, ґрунт, рослинна сировина.

Вступ. Серед великої кількості речовин, які потрапляють в навколишнє середовище, особливе місце займають важкі метали. Потрапляючи в навколишнє середовище, важкі метали включаються в біогеохімічний кругообіг і мігрують ланками трофічних ланцюгів. Беручи до уваги кумулятивний і мутагенний ефекти важких металів, забруднення ними довкілля є небезпечним явищем. Особливо актуальним є моніторинг та встановлення нових гранично допустимих концентрацій щодо забруднення важкими металами рослинницької продукції, яка є першою ланкою трофічних ланцюгів.

До важких металів відносять хімічні елементи з атомною масою більше 40 та густиною понад 5 г/см³, які мають властивості металів [1]. Саме поняття “важкі метали” умовне, тому що в цю групу входять мідь, цинк та інші елементи, які мають позитивне біологічне значення, їх називають мікроелементами, але при нагромадженні вище допустимої межі вони можуть бути токсичними і активізувати чи, навпаки, блокувати біохімічні процеси в

живих організмах. Особливу увагу серед них викликають важкі метали, зокрема Zn, Cu, Pb та Cd.

Дослідженнями багатьох вчених встановлено, що фітотоксичність важких металів залежить від таких чинників як: хімічні властивості (валентність, іонний радіус, здатність утворювати комплексні сполуки), ґрунтово-кліматичні умови (фізико-хімічних властивостей ґрунту, температури, вологи) та видових особливостей рослин і їх стійкості до забруднення [2–3].

Відомо, що важкі метали в ґрунті можуть знаходитися в різноманітних по розчинності та рухомості формах, а саме: нерозчинні, які входять до складу ґрунтових мінералів; обмінні, які перебувають у динамічній рівновазі з іонами даного металу в ґрунтовому розчині; рухомі та розчинні форми. Між ними існує не тільки тісний взаємозв'язок, а й можливе перетворення одних форм в інші. Рухомі форми металів можуть накопичуватися в ґрунті до великих концентрацій, які зумовлюють їх токсичність як для ґрунтової біоти, так і для рослин. [4].

Так, встановлено, що свинець та мідь, в порівнянні з іншими важкими металами, менш рухомі та, в основному, накопичується в верхньому горизонті ґрунтового покриву.

Важливими чинниками, що впливають на рухливість Zn в ґрунтах, є вміст в них глинистих мінералів і величина рН. При підвищенні рН елемент переходить в органічні комплекси і зв'язується ґрунтом.

Рухливість кадмію в ґрунті залежить від середовища і окислювально-відновного потенціалу. Забруднення ґрунтового покриву кадмієм вважається одним з найбільш небезпечних екологічних явищ, так як він накопичується в рослинах вище норми, навіть при слабкому забрудненні ґрунту.

Також необхідно враховувати, що рослини по різному засвоюють деякі метали, наприклад, свинець, навіть при високій концентрації в ґрунті, знаходиться в слаборозчинних з'єднаннях і тому рівень його в рослині буде меншим.

Отже, цинк сильно накопичується рослинами і утримується в них; мідь, і кадмій слабо накопичуються і сильно утримуються; свинець – слабо накопичується і слабо утримується в рослинах.

Про дослідження екологічного стану, зокрема вмісту поллютантів поблизу доріг та на урбанізованих територіях написано багато наукових праць, в той же час маловивченим є питання впливу роботи аеродромів на прилеглі до них території.

Вплив важких металів на систему “грунт – рослина” залежить від виду і хімічних властивостей забруднювача, форм сполук важких металів у ґрунтах і їх трансформації, складу і властивостей ґрунту, біологічних та фізіологічних особливостей рослин, їх фенологічної фази.

Матеріали та методи досліджень. Метою нашої роботи було дослідження рівня накопичення важких металів в ґрунті та конюшині лучній (*Trifolium pratense L.*).

Зразки ґрунту та рослини збирали на території, прилеглій до Ніжинського аеродрому Чернігівської області.

Конюшина лучна була зібрана на досліджуваних територіях з дотриманням вимог збирання та підготовки рослинної сировини, встановлених в фармакогнозії [5] і методик відбору проб ґрунту і рослин [6].

Вміст важких металів (Cd, Zn, Pb, Cu) у ґрунті визначали з використанням 1н HCl, в рослинах – HNO₃ (1:1) на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115 [2].

Для оцінки забрудненості ґрунтів було використано коефіцієнт техногенної концентрації K_c , що характеризує відношення реального вмісту хімічного елемента в ґрунті C_a до фонового вмісту цього ж елемента C_f в середовищі: $K_c = C_a/C_f$. Величина K_c свідчить про активність процесів вилугування ($K_c < 1$) і накопичення ($K_c > 1$) хімічних елементів у ґрунті [7].

Для визначення інтенсивності міграції важких металів з ґрунту в рослини використано коефіцієнт біологічного поглинання K_{bn} (відношення вмісту елемента I_x у золі рослини до n_x – вмісту елемента у ґрунті: $K_{bn} = I_x/n_x$) [8].

Результати та їх обговорення. Результати аналізу вмісту важких металів в зразках ґрунту, зібраних поблизу Ніжинського аеродрому спеціального авіаційного загону МНС, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Аналіз вмісту важких металів в зразках ґрунту

	Cu		Zn		Pb		Cd	
	мг/кг	K_c	мг/кг	K_c	мг/кг	K_c	мг/кг	K_c
2011	4,56	0,2	11,28	0,2	9,93	1	0,17	0,3
2012	3,56	0,17	8,26	0,16	3,59	0,4	0,20	0,4
2013	2,93	0,14	10,18	0,2	8,93	0,9	0,15	0,3
2014	2,4	0,12	19,46	0,4	12,7	1,3	0,17	0,34
Фоновий вміст	20	–	50	–	10	–	0,5	–
ГДК	55	–	100	–	32	–	3	–

Внаслідок техногенного навантаження ґрунт на обстежених ділянках має поліелементне забруднення.

Аналіз вмісту важких металів в зразках ґрунту впродовж досліджуваного періоду не виявив чіткої, динамічної тенденції до збільшення або зменшення їх кількості. Адже, на процеси міграції поллютантів в екопросторі впливає ряд чинників, таких як: метеорологічні умови місцевості, геофізичні параметри ґрунтів тощо.

Проведені дослідження виявили, що вміст важких металів в зразках ґрунту не перевищує норми. Внаслідок розрахунку K_c виявлено, що цей показник для Cu, Zn і Cd не перевищує одиницю і коливається в межах 0,12–0,4, тобто ці елементи вилугуються із ґрунту. Лише для Pb $K_c > 1$, а отже відбувається процес його накопичення.

Накопичення важких металів у ґрунті безпечно лише до тих пір, поки рослини здатні протистояти їх транслокації в організм.

У таблиці 2 представлені данні про вміст важких металів в зразках *Trifolium pratense L.*

Накопичення важкими металами *Trifolium pratense* L.

	Cu		Zn		Pb		Cd	
	1x	$K_{\delta n}$	1x	$K_{\delta n}$	1x	$K_{\delta n}$	1x	$K_{\delta n}$
2011	9,14	2	60,1	5,3	3,31	0,3	0,25	1,5
2012	8,05	2,2	22,7	2,7	2,27	0,6	0,38	2
2013	8,53	2,9	24,39	2,3	1,37	0,2	0,30	2
2014	8,16	3,4	21,62	1,1	2,48	0,2	0,25	1,5
ГДК	5,0	–	10,0	–	0,4	–	0,03	–

Результати досліджень показали, що вміст важких металів у рослинній сировині перевищує гранично-допустимі концентрації, це свідчить про високий рівень акумуляції іонів металів.

Впродовж досліджуваного періоду інтенсивність накопичення іонів Zn в рослинах зменшується, а для Cu коефіцієнт біологічного поглинання зростає. Це можна пояснити процесом адаптації конюшини лучної до умов зростання, та, як наслідок, зростанням рівня біологічної стійкості рослин до забруднення.

Властивість конюшини накопичувати важкі метали може бути використана як один із методів фітомоніторингу та фіторемідації середовища.

ВИСНОВКИ

Дослідженням виявлено поліелементне забруднення ґрунтів на території прилеглої до Ніжинського аеродрому Чернігівської області. В зразках ґрунту важкі метали в межах норми. Відсутність чіткої динаміки поглинання важких металів конюшиною, в досліджуваний період, свідчить про розгалужений шлях міграції Cd, Zn, Pb, Cu з ґрунту частково у рослинний організм. Аналіз ступеню міграції важких металів в системі "ґрунт – рослина" впродовж досліджуваного періоду дає можливість з'ясувати процес адаптації рослин та для прогнозування екологічного стану на майбутнє. Розробити та вжити відповідні профілактичні, оперативні та перспективні заходи із збереження або відтворення екологічної стійкості ґрунтового покриву.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Беспаятнов Г.П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде / [Г.П. Беспаятнов, Ю.А. Кротов]. Справочник. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
2. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях / Ю.В. Алексеев. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 142 с.
3. Гуральчук Ж.З. Механизмы устойчивости растений к тяжелым металлам / Ж.З. Гуральчук // Физиология и биохимия культур растений. – 1994. – Т. 26, № 2. – С. 107–117.
4. Перепелиця О.П. Екохімія та ендоекологія елементів: довід. з екол. захисту / О.П. Перепелиця. – К.: Екохім, 2004. – 735 с.
5. Кобзар А.Я. Фармакогнозія в медицині: навч. посіб. / А.Я. Кобзар. – К.: Медицина, 2007. – 544 с.
6. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства / Изд. 2-е, перераб. и доп. – М., 1992. – 61 с.
7. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний посібник / [Петрук В.Г., Васильківський І.В., Іщенко В.А. та ін.]. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 253 с.
8. Перельман А.И. Геохимия ландшафтов / А.И. Перельман, Г.Н. Касимов. – М.: Астрель, 1999. – 768 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ И *TRIFOLIUM PRATENSE* L.

Е.А. ДОЛГОПОЛАЯ

Национальный авиационный университет, г. Киев

Приведены результаты исследования содержания тяжелых металлов в почвах и клевере луговом, которые были собраны на территории, прилегающей к Нежинскому аэродрому Черниговской области. Установлены коэффициенты техногенной концентрации тяжелых металлов в образцах почвы и интенсивность миграции загрязнителей из почвы в растения с помощью коэффициента биологического поглощения.

Ключевые слова: тяжелые металлы, почва, растительное сырье.

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF HEAVY METALS IN THE SOIL AND *TRIFOLIUM PRATENSE* L.

K.A. DOVGOPOLA

National Aviation University, Kyiv

The results of the study of heavy metals in soils and red clover, which were collected in the territory adjacent to the airfield Nizhyn Chernihiv region. Established technological factors concentrations of heavy metals in soil samples and intensity of migration of pollutants from soil to plants using biological absorption coefficient.

Keywords: heavy metals, soil, plant material.