

ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ УРБООКОСИСТЕМ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ РОСЛИН ВИДІВ *TARAXACUM OFFICINALE* I *POA ANGUSTIFOLIA*

Проведена оцінка рівнів забруднення рослин видів *Taraxacum officinale* и *Poa angustifolia* важкими металами, определены особенности процесса распределения элементов в системе "почва - растение". Исследована возможность использования растений в качестве индикаторов загрязнения почв тяжелыми металлами.

Проведено оцінку рівнів забруднення рослин видів *Taraxacum officinale* та *Poa angustifolia* важкими металами, визначено особливості процесу розподілу металів у системі „грунт – рослина”, досліджено можливість використання рослин в якості індикаторів забруднення ґрунтів важкими металами.

The estimation of contamination levels of grassy vegetation of urban systems with heavy metals has been carried out, the peculiarities of redistribution process of elements in system "soil – plant" have been defined, the possibility of using the plants of *Taraxacum officinale* type as indicators of soil contamination with heavy metals and tolerance of plants of *Poa angustifolia* type to soil contamination with these pollutions has been investigated.

В процесі урбанізації відбуваються значні зміни в структурі фітоценозів. Природній фітоценотичний покрив руйнується і замінюється на культурні і рудеральні фітоценози. В сильно урбанізованих умовах міська флора значно збіднена, В цілому в флористичному складі урбанізованих територій присутні представники автохтонної рослинності, адвентивні (заносні) види та інтродуценти (переважно у складі керованих рослинних угруповань).

Умови існування міської рослинності значно відрізняються від природних. В більшості міст, внаслідок значного задимлення та запилення атмосферного повітря, а також частої повторюваності туманів, спостерігається зниження кількості сонячної радіації. Над містами випадає приблизно на 10–15 % більше опадів, ніж над позаміською територією. Однак при цьому міські рослини зазнають нестачу вологи, адже дощові стоки, стікаючи з водонепроникного асфальтового покриття, збираються у каналізацію.

Неоднорідність рослинного покриву в різних районах міста звичайне явище. Щільна забудова, „запечатаність” асфальтом, інтенсивні транспортні потоки, тобто ті чинники, які характеризують розвинені міста, є найбільш значущими для формування урбофітоценозів [1].

Відмінністю міських рослин є будова їх фотосинтетичного апарату: в хлоропластах міститься менше хлорофілу, спостерігається дрібнолистість, рідка крона у дерев, закупорка устячка пилом і забрудненість листової пластинки. Все це в кінцевому підсумку призводить до зниження продуктивності фотосинтезу й тим самим до зменшення річного приросту пагонів в довжину та збільшення стовбура в товщину у деревних рослин. Обрізання дерев і кущів і стрижання газонів також впливають на продуктивність фотосинтезу. Біохімічні процеси, які відбуваються в клітинах рослин, порушуються внаслідок поглинання забруднювачем (наприклад, змінюється кислотність клітинного соку).

Водний режим рослин порушується внаслідок нестачі ґрунтової вологи, підвищеної сухості повітря, перегріву листя. Дефіцит вологи призводить до втрати листям тургору, їх зів'янення. Мінеральне живлення рослин в містах ускладнюється нестачею важливих макро- й мікроелементів в ґрунтах та ґрунтосумішах, засоленням, забрудненням важкими металами (ВМ) та іншими поллютантами ґрунтів. Все вищезазначене призводить до зниження тривалості життя міської рослини, її передчасного старіння. Зовнішнім проявом специфіки міських умов є так званий габітус забруднення, тобто переважання потворних форм росту міських рослин. Це й більш рідка крона, скороченість пагонів, дрібнолиственність і асиметричність кореневих систем у дерев. Промислові й автотранспортні викиди призводять до пошкодження рослин – підсихання листя з країв, некроз тканин, скручування й усихання листя [2].

Визначення вмісту поллютантів в ґрунтах не дають достатньо повної картини забруднення урбоєкосистеми. Важливо знати, як рівні забруднення педосфери впливають на стан фітоценозів. Рослини достатньо часто використовуються в якості біоіндикаторів, для цього вони повинні відповідати деяким вимогам, серед яких досить важливими є їх поширеність, досить висока чисельність і широка вивченість їх фізіологічних та екологічних особливостей. Проведений нами аналіз флори м. Дніпродзержинська показав, що рослини видів *Taraxacum officinale* (кульбаба лікарська) та *Poa angustifolia* (тонконіг вузьколистий) є поширеними в трав'янистих рослинних угрупованнях усіх урбосистем, які ми досліджували, навіть в тих, де рівень техногенних навантажень є дуже високим. Тобто рослини цих видів проявляють певну стійкість до забруднення середовища. Дослідження Безель, Жуйкової [3], Нікольського [4] та інших авторів свідчать про те, що *Taraxacum officinale* може бути використаний в якості тест-об'єкту у моніторингу стану навколишнього середовища. Відомості про вміст важких металів у тонконозі вузьколистому і вплив на рослини цього виду поллютантів техногенного походження містяться в роботах [5].

Метою даної роботи є здійснення еколого-геохімічного дослідження рослин урбоєкосистеми, яка перебуває в умовах надзвичайно високих техногенних навантажень. Для досягнення даної мети необхідно було провести оцінку рівнів забруднення трав'янистої рослинності урбосистем важкими металами, визначити особливості процесу перерозподілу металів у системі „ґрунт – рослина”, визначити можливість використання рослин в якості індикаторів забруднення ґрунтів і середовища в цілому важкими металами.

Об'єкти та методи досліджень. Вивчались наступні урбосистеми: промислові (ПУС), транспортні (ТУС), складська (СКУС), селитебні (СУС), рекреаційні (РУС), які розрізнялись за особливостями впливу на них провідних антропогенних факторів, відповідно, промислові урбосистеми – за галузевою приналежністю (чорна металургія (Ч), машинобудування (МБ), коксохімія (К), цементне виробництво (Б), лакофарбувальне виробництво (ХЛ), металообробка (МО), енергетика (Е), хімічне виробництво (Х), транспортні – за відмінністю впливу авто- (А) і залізничного (З) транспорту, рекреаційні – за ступенем антропогенного впливу на формування і підтримку життєдіяльності біогеоценозу (штучні і природні).

За географічним положенням і особливостями антропогенного впливу на території міста було виділено чотири зони – Західну (вплив машинобудівельної промисловості), Центральну (металургійний комплекс, будівельна промисловість, металообробка), Східну (комплекс хімічних підприємств) і Лівобережну (житлова забудова).

Рослинні зразки відбиралися на ключових ділянках, розмір ділянок обумовлювався границями фітоценозу. Зразки рослин відмивалися дистильованою водою. Обробка і підготовка до аналізу рослинного матеріалу проводилася за стандартними методиками. Визначення вмісту ВМ проводилось методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії.

Результати й досліджень. Коливання вмісту марганцю в кульбабі лікарській відбувалося в доволі широких межах ($lim = 12,7\text{--}612,9$ мг/кг), на відміну від тонконогу вузьколистого ($lim = 34,2\text{--}169,3$ мг/кг). Максимальний його вміст в рослинах обох видів визначався в урбосистемах, які зазнають істотних техногенних навантажень. Цей елемент характеризується активним поглинанням і швидким перенесенням у рослинах і є відомим антагоністом ряду інших мікроелементів і може впливати на надходження їх до рослин [6]. Вміст марганцю в тканинах кульбаби в деяких урбосистемах дещо перевищував ті кількості, які вважаються нормальними. В урбосистемах, які розташовані на певній відстані від джерел забруднення, концентрація цього елемента була невисокою.

Варіювання вмісту міді в кульбабі ($lim = 1,48\text{--}34,6$ мг/кг) було також вище за таке у тонконозі ($lim = 3,04\text{--}13,82$ мг/кг), хоча і дещо меншим за варіювання марганцю. За умов високого її вмісту у ґрунтах, мідь активно поглинається деякими рослинами за механізмом пасивної сорбції. У відношенні до рослин мідь може проявляти сильну токсичну дію, яка проявляється у вигляді Cu-індукованого хлорозу [6]. В кульбабі лікарській у деяких урбосистемах визначались кількості міді, які вважаються надлишковими і межують з токсичними.

Ґрунти всіх урбосистем міста характеризуються високим вмістом цинку, однак, навіть за таких умов, вміст його у рослинах обох видів не перевищує границь нормального. Активному його поглинанню до екстремальних кількостей перешкоджають, на наш погляд, як буферні властивості ґрунтів, так і антагоністична дія інших важких металів, таких як марганець і мідь, вміст яких у ґрунтах також істотний. Варіювання концентрацій цинку у кульбабі, порівняно з іншими важкими металами, було найменшим ($lim = 12,9\text{--}116,3$ мг/кг), у тонконозі ($lim = 26,3\text{--}129,5$ мг/кг) варіювання близьке до такого відносно інших елементів.

Нікель достатньо активно поглинається рослинами із ґрунтів, особливо якщо вони містять підвищені його концентрації. Фітотоксична дія цього металу проявляється у його впливі на обмінні процеси, які відбуваються за участю заліза [6]. Максимальні кількості, які визначалися нами у рослин обох видів, наближаються за своїми значеннями до меж токсичних концентрацій. Вміст нікелю у тканинах кульбаби лікарської коливався в порівняно великих межах ($lim = 0,329\text{--}5,206$ мг/кг), напроти, варіювання вмісту цього елемента у тонконозі ($lim = 0,749\text{--}2,853$ мг/кг) порівняно з іншими металами було меншим.

Максимальні кількості свинцю в тканинах кульбаби лікарської сягали концентрацій, які вважаються токсичними. Активному надходженню його до рослин

цього виду напевне сприяють високі концентрації рухомих форм цього елемента, який взагалі характеризується невисокою біологічною доступністю. Свинець негативно впливає на процеси фотосинтезу, поділу клітин, водообміну у рослин, що в кінцевому результаті призводить до пригнічення стану як окремих особин, так і фітоценозів в цілому [6]. Вміст цього металу не виходить за межі нормального, однак варіювання його вмісту у цього виду порівняно з іншими досліджуваними металами було найбільшим ($lim = 1,94\text{--}29,35$ мг/кг). Вміст свинцю у тканинах тонконогу коливався в межах ($lim = 0,535\text{--}5,028$ мг/кг).

Рослини обох видів містять достатньо великі кількості кадмію, які, хоча і не вважаються токсичними, однак виходять за межі нормальних. Це можна пояснити надзвичайною мобільністю цього металу і його здатністю легко проникати до корневих систем за механізмом пасивної сорбції. Підвищення вмісту цього елемента у рослинних тканинах призводить до негативних ефектів через його здатність погіршувати процеси метаболізму за участю деяких мікроелементів, а також гальмувати фотосинтез, впливати на процеси транспірації, водообміну [6]. Ступінь варіювання вмісту кадмію у рослинах обох видів ($lim = 0,308\text{--}2,018$ мг/кг у кульбабі, $lim = 0,081\text{--}0,474$ мг/кг у тонконозі) близька за таку відносно свинцю.

Накопичення рослинами обох видів важких металів характеризується наступними особливостями:

Taraxacum officinale – Fe > Mn > Zn > Cu = Pb > Ni = Cd;

Poa angustifolia – Fe > Mn > Zn > Cu > Pb > Ni > Cd.

Характер надходження металів до рослин можна визначити за допомогою рослинно-грунтового коефіцієнту (РГК), який обчислюється за відношенням вмісту металу у рослині до вмісту у ґрунті. Визначені РГК для *Taraxacum officinale* і *Poa angustifolia* дають можливість порівняти інтенсивність біологічного поглинання елементів рослинами обох видів. Інтенсивність поглинання заліза, марганцю, міді, цинку і нікелю відрізняється неістотно, суттєва різниця спостерігається лише відносно поглинання свинцю та кадмію – кульбаба накопичує значно більші кількості цих технофільних елементів. Однак, більш виражене коливання значень РГК у тонконозі дає змогу зробити припущення, що концентрація елементів у рослинах цього виду порівняно з кульбабою значно менше залежить від умісту елементів у ґрунті.

Проведене дослідження тісноти кореляційних зв'язків між вмістом у рослинах і ґрунтах важких металів (табл. 1) свідчить, що в цілому більш тісний зв'язок існує між вмістом металів у ґрунті і рослинних тканинах кульбаби лікарської, ніж тонконогу вузьколистого.

Згідно з отриманими результатами кореляційного аналізу, а також враховуючи переважно невисоке варіювання вмісту досліджуваних металів у тканинах *Poa angustifolia*, можна припустити, що в рослинах цього виду більш розвиненими є механізми, які вчиняють супротив до проникнення в них надлишкових концентрацій важких металів, ніж у *Taraxacum officinale*.

Ці висновки співпадають з твердженнями інших авторів про те, що однодольні рослини більш толерантні до важких металів, ніж дводольні [6]. Однак, деякі тенденції (скажімо дещо менший вміст важких металів в урбосистемах, в

яких загальне забруднення цими поліютантами невисоке) свідчать про те, що тонконіг, за умов надлишку елементів в середовищі, їх накопичує, але до певних граничних концентрацій.

Таблиця 1

Тіснота кореляції між вмістом важких металів у рослинах і концентрацією у ґрунтах їх рухомих форм

Вид	Коефіцієнти кореляції для металів						
	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd
<i>Taraxacum officinale</i>	0,65*	0,52	0,71	0,67	0,59	0,44	0,61
<i>Poa angustifolia</i>	0,40	0,32	0,02	0,35	0,15	0,23	0,28

Примітка. Жирним шрифтом виділено істотні зв'язки.

Оцінка рівнів забруднення рослин важкими металами проводилась нами згідно з рекомендаціями Смирнової і Ревич [7], які передбачають визначення коефіцієнтів відносного накопичення важких металів і сумарного показника забруднення рослин (СПЗР), розрахунки яких аналогічні тим, що використовуються в оцінці забруднення ґрунтів.

Для визначення коефіцієнтів відносного накопичення в якості контролю нами використовувався вміст важких металів у тканинах рослин, які відбирались в селитебній урбосистемі в Західній зоні. Ця урбосистема розташована на певній відстані від комплексу промислових підприємств міста, характеризується невисоким транспортним навантаженням, в ґрунтах цієї урбосистеми було визначено дуже слабкий рівень забруднення ґрунтів як валовими, так і рухомими формами важких металів. Вміст металів у рослинах обох видів в цій урбосистемі не виходив за межі коливання вмісту в трав'янистій рослинності незабруднених територій. Значення коефіцієнтів відносного накопичення і СПЗР для обох видів рослин представлено в табл. 2 і 3.

В більшості урбосистем спостерігалось перевищення вмісту досліджуваних важких металів в кульбабі лікарській над фоновим. Перевищення вмісту марганцю на один порядок спостерігалось у кульбабі лікарській в промисловій урбосистемі на території металургійного комбінату ($K_n = 19,1$) і в автотранспортній урбосистемі в Центральній зоні міста ($K_n = 10,2$), міді – в промисловій урбосистемі на території металургійного комбінату в Центральній зоні ($K_n = 11,0$) і в залізничній транспортній урбосистемі в Східній зоні ($K_n = 10,5$).

Вміст всіх досліджуваних важких металів (за винятком марганцю) менший за фоновий було визначено в кульбабі лікарській в Лівобережній зоні: міді ($K_n = 0,4$) і нікелю ($K_n = 0,6$) – в селитебній і автотранспортній урбосистемах, цинку ($K_n = 0,8$) – в селитебній урбосистемі, свинцю ($K_n = 0,5$) і кадмію ($K_n = 0,6$) – в штучній рекреаційній урбосистемі. Вміст марганцю, менший за фоновий ($K_n = 0,6$), було виявлено в природній рекреаційній урбосистемі в Західній зоні міста

Таблиця 2

Коефіцієнти відносного накопичення важких металів рослинами
Taraxacum officinale урбосистем м.Дніпродзержинська

Зона	Урбосистема	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd	СПЗР
Захід	ТУС-А-1	2,5	2,0	5,1	1,7	1,0	1,5	1,4	9,2
	ПУС-МБ-1	4,1	5,0	6,6	2,4	0,7	3,0	2,8	18,9
	СУС-1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	–*
	РУС-П-1	1,2	1,8	6,2	1,8	3,0	3,7	2,8	14,4
Центр	ТУС-А-2	3,1	2,3	4,9	1,7	0,9	2,2	2,2	11,4
	ТРЛ-З-2	2,7	10,2	5,1	1,3	1,6	1,6	2,6	19,1
	ПУС-Ч-2	3,2	19,1	11,0	2,4	4,8	2,8	5,0	42,4
	ПУС-К-2	3,3	5,8	2,5	1,0	1,8	1,5	2,6	12,5
	ПУС-Б-2	2,8	1,7	2,1	1,0	1,0	1,2	1,2	5,0
	ПУС-ХЛ-2	2,9	1,7	5,4	1,4	1,4	2,5	4,1	13,3
	ПУС-МО-2	4,2	7,1	9,9	1,8	2,0	3,1	3,7	25,8
	ПУС-Е-2	1,7	3,1	1,5	1,0	1,7	1,6	1,5	6,1
	СУС-2	2,6	2,0	2,3	1,2	2,6	2,2	2,6	9,5
	РУС-Ш-2	3,3	2,3	3,0	1,2	3,5	2,5	1,7	11,3
	РУС-П-2	1,8	1,1	1,7	0,7	1,1	1,1	2,1	3,8
	Схід	ТУС-А-3	2,5	1,6	6,1	1,6	1,5	3,0	1,4
ТРЛ-З-3		3,7	6,2	10,5	2,2	8,0	2,5	5,6	32,7
ПУС-Х-3		2,6	3,7	6,5	1,5	2,8	0,5	1,5	13,6
ПУС-К-3		1,9	5,2	2,5	1,1	1,9	1,4	1,8	9,8
СКУС-3		2,2	3,7	2,9	2,1	1,7	1,9	1,7	10,1
СУС-3		1,5	2,4	3,9	1,8	1,6	1,0	1,5	7,6
РУС-П-3		1,8	1,1	3,6	1,5	3,2	3,1	2,2	10,6
Лівий берег	ТУС-А-4	1,1	0,7	1,0	0,6	0,8	0,5	1,6	1,6
	СУС-4	1,2	0,8	0,7	0,4	0,6	0,3	1,1	1,3
	РУС-Ш-4	1,3	0,9	0,8	0,5	0,7	0,7	1,6	1,9
	РУС-П-4	1,1	0,6	0,7	0,4	0,8	0,8	1,3	1,4

Примітка. Вміст важких металів в рослинах цієї урбосистеми було обрано в якості місцевого фону.

У кульбабі лікарській з урбосистем, які характеризуються сильним рівнем забруднення важкими металами ґрунтів, також переважно визначались підвищені концентрації металів. Слід зазначити, що між двома сумарними показниками забруднення – ґрунтів і рослин виду *Taraxacum officinale* – існує досить виражений зв'язок.

Інша картина спостерігалась відносно тонконогу вузьколистого. Навіть за умов дуже сильного рівня забруднення ґрунтів в деяких урбосистемах, в тканинах рослин цього виду не визначалось підвищеного вмісту металів. Взагалі, сумарний показник забруднення тонконогу вузьколистого в основному зростає за рахунок підвищеного вмісту марганцю, цинку, свинцю та кадмію. Рівень забруднення рослин цього виду майже не пов'язаний з рівнем забруднення ґрунтів.

Таблиця 3

Коефіцієнти відносного накопичення важких металів рослинами
Poa angustifolia урбосистем м. Дніпродзержинська

Зона	Урбосистема	Fe	Mn	Cu	Zn	Ni	Pb	Cd	СПЗР
Захід	ТУС-А-1	0,7	0,7	0,6	1,9	1,1	2,9	1,6	4,4
	ПУС-МБ-1	0,9	2,2	1,1	1,3	0,9	3,4	0,9	5,0
	СУС-1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	–*
	РУС-П-1	1,1	0,6	1,1	1,4	1,4	2,3	1,1	3,4
Центр	ТУС-А-2	1,3	1,8	0,9	1,0	0,8	3,4	0,8	4,5
	ТРЛ-3-2	1,1	2,1	1,3	1,7	0,7	2,4	1,1	4,7
	ПУС-Ч-2	1,0	2,6	1,9	2,4	0,7	2,7	1,8	4,8
	ПУС-К-2	0,9	1,9	0,8	1,4	0,6	1,0	1,3	1,7
	ПУС-Б-2	0,8	1,9	0,7	1,4	1,4	2,2	1,3	4,3
	ПУС-ХЛ-2	0,7	1,6	1,0	1,2	1,2	3,5	2,6	6,0
	ПУС-МО-2	1,1	2,2	1,2	3,0	0,9	3,7	1,5	7,8
	ПУС-Е-2	1,0	1,7	1,0	2,2	0,9	2,6	1,7	5,3
	СУС-2	1,3	1,1	0,8	2,6	1,2	2,1	2,7	6,0
	РУС-Ш-2	1,0	0,9	1,2	2,0	0,9	1,6	1,2	3,0
	РУС-П-2	0,8	0,8	0,7	1,1	0,5	0,9	0,7	1,1
Схід	ТУС-А-3	1,1	2,6	1,0	2,4	1,0	3,1	1,6	6,8
	ТРЛ-3-3	1,2	1,4	0,8	2,0	1,0	2,6	1,3	4,5
	ПУС-Х-3	1,0	1,7	1,2	1,7	1,2	2,4	1,0	4,3
	ПУС-К-3	0,9	2,4	1,0	1,4	1,2	1,4	1,1	3,5
	СКУС-3	0,9	1,3	1,3	1,0	0,8	1,6	1,8	3,0
	СУС-3	0,7	1,4	0,8	2,4	0,7	0,9	0,8	2,8
	РУС-П-3	0,5	2,1	1,4	2,8	0,9	1,9	2,0	5,8
Лівий берег	ТУС-А-4	0,6	1,1	0,4	1,1	0,6	0,9	1,8	2,0
	СУС-4	0,7	1,2	0,4	0,8	0,6	0,8	0,9	1,2
	РУС-Ш-4	0,5	1,0	0,5	1,6	0,7	0,5	0,6	1,6
	РУС-П-4	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.	не визн.

Примітка. Вміст важких металів в рослинах цієї урбосистеми було обрано в якості місцевого фону.

Як вже зазначалось, обидва види рослин представлені в трав'янистих угрупованнях в урбосистемах з високим рівнем техногенного забруднення, однак механізми захисту від надлишку важких металів в середовищі у них відмінні – в тонконозі більш розвинений бар'єр системи „грунт – рослина”, а в кульбабі лікарській працює система внутрішніх механізмів інактивації підвищених концентрацій цих полютантів.

Висновки.

1. Визначено розподіл Mn, Cu, Zn, Ni, Pb, Cd та Fe в рослинах видів *Taraxacum officinale* Wigg. і *Poa angustifolia* L. Встановлено, що інтенсивність

поглинання заліза, марганцю, міді, цинку і нікелю згідно значень рослинно-грунтового коефіцієнту в рослинах обох видів відрізняється неістотно, проте кульбаба лікарська накопичує значно більші кількості свинцю та кадмію.

2. Виявлено порівняно більшу варіабельність вмісту важких металів у кульбабі лікарській, ніж у тонконозі вузьколистому. Встановлено, що тіснота кореляції між вмістом цих металів у рослинах більше виражена у кульбабі лікарській.

3. Визначено коефіцієнти відносного накопичення важких металів у рослинах видів *Taraxacum officinale* і *Poa angustifolia*.

4. Встановлено, що максимальним рівнем забруднення важкими металами кульбаби лікарської характеризується в промислова урбосистема на території металургійного комбінату в Центральній зоні і залізнична транспортна урбосистема в Східній зоні міста. Мінімальним рівнем забруднення рослин цього виду характеризуються урбосистеми в Лівобережній зоні і селитебна урбосистема в Західній зоні міста. Забруднення тонконогу вузьколистого в урбосистемах м. Дніпродзержинська не перевищувало середнього рівня. Мінімальним рівнем забруднення важкими металами тонконогу вузьколистого характеризуються урбосистеми в Лівобережній зоні міста. Не виявлено забруднення рослин цього виду в природній рекреаційній урбосистемі в Центральній зоні і селитебній урбосистемі в Лівобережній зоні міста.

5. Запропоновано використовувати *Taraxacum officinale* в якості рослини-монітору в пасивному моніторингу забруднення міських ґрунтів і середовища в цілому. Рослини виду *Poa angustifolia* рекомендовані для озеленення промислових і транспортних урбосистем, які зазнають істотних техногенних навантажень.

Список літератури

1. Кучерявый В.А. Природная среда города. – Львов.: Вища школа, 1984. – 144 с.
2. Горышина Т.К. Растение в городе. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991. – 152 с.
3. Безель В.С., Жуйкова Т.В., Позолотина В.Н. Структура ценопопуляций одуванчика и специфика накопления тяжелых металлов // Экология. – 1998. – № 5. – С. 376–382.
4. Никольский В.И. Одуванчик – *Taraxacum officinale* как возможный объект фенотипического мониторинга природных экосистем // Проблемы устойчивости биологических систем. – Харьков, 1990. – С. 99–101.
5. Лихолат Ю.В., Мицик Л.П. Накопичення важких металів газоутворюючими рослинами на території промислових підприємств Дніпропетровська // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Дніпропетровськ: ДДУ, 1999. – С. 120–125.
6. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
7. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами / Сост. Ревич Б.А., Саев Ю.Е., Смирнова Р.С., Сорокина Е.П. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 80 с.

Рекомендовано до публікації д.т.н. Зберовським О.В.
Надійшла до редакції 19.03.2012