

УДК 911+504.05

Т. М. АЛЕКСЄЄВА, канд. геогр. наук

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Вул. Першотравнева, 20, 39600, м. Кременчук, Україна

E-mail: dalant58@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА РОСЛИННИЙ ПОКРИВ МІСТА КРЕМЕНЧУКА

У результаті проведених досліджень виявлено різні ступені некрозу листя й хвої дерев у центральній частині міста Кременчук. Досліджено закономірності накопичення свинцю, заліза, міді у листі деревних порід. Розглядається можливість використання результатів даних досліджень під час озеленення міст з метою підвищення ефективності біологічного очищення навколишнього середовища.

Ключові слова: важкі метали, біоіндикація, некроз, свинець, залізо, мідь.

Alekseeva T. N. THE INVESTIGATION OF TECHNOGENIC INFLUENCE ON THE VEGETATION ON AN EXAMPLE OF TOWN KREMENCHUG

As a result of the conducted researches necrosis of leaves and pine-needle of trees is exposed in central part of Kremenchug city. The accumulation of lead, iron, copper in the leaves of arboreal breeds has been investigated. Possibility of use the results of research data in planting of greenery of cities is examined for the bioscrubbing of environment.

Key words: heavy metals, necrosis, lead, iron, copper

Алексеева Т. Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ НА РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ ГОРОДА КРЕМЕНЧУГА

В результате проведенных исследований выявлена различная степень некрозов листьев и хвои деревьев в центральной части г. Кременчуга. Исследованы закономерности накопления свинца, железа, меди, в листьях древесных пород. Рассматривается возможность использования результатов данных исследования в озеленении городов для повышения эффективности биологической очистки окружающей среды.

Ключевые слова: тяжелые металлы, биоиндикация, некроз, свинец, железо медь

Вступ

Актуальність. Унаслідок інтенсивної урбанізації, забруднення навколишнього природного середовища виникає необхідність пошуку нових та вдосконалення вже існуючих методів екологічних досліджень, оскільки від якості природного середовища залежить здоров'я населення. Одним з ефективних методів моніторингу стану міського довкілля є біоіндикація. Дослідження екологічного стану урбофітоценозів та їх оптимізація є актуальними завданням сучасності, оскільки зелений покрив міста має важливе екологічне, мікрокліматичне, естетичне значення.

Раніше проведені дослідження показали, що важливим біоіндикатором урбанізованих територій є рослинний покрив. Його переваги, як інструменту моніторингових досліджень стану навколишнього середовища, – відносно невисока вартість проведення робіт, добра відновлюваність результатів,

безперервне сприйняття зовнішніх впливів [1]. У випадку використання лишайників ураховують їх проекційне покриття і видове різноманіття [2]. Вищі рослини відповідають на атмосферні полутанти пожовтінням та структурним пошкодженням листя, його несвоєчасним опаданням, закупорюванням дихальних отворів, пригніченням фотосинтезу й руйнуванням фотосинтетичного апарату рослин [3].

Відповідні реакції рослин на певні забруднюючі речовини залежать від багатьох факторів навколишнього середовища: вологості, температури повітря. Крім того, інтерпретація даних ускладнюється тим, що вплив окремих речовин та їх суми викликають різні зміни у рослин [1]. Раніше встановлено накопичення важких металів у рослинах у межах районів з різним рівнем техногенного навантаження [1, 2, 4, 5], більш вразливі види рослин, механізми поглинання важких металів рослиною, коре-

неве і фоліарне поглинання важких металів [1-5].

Треба відмітити, що біоіндикаційні дослідження частіше проводилися у великих промислових містах з високим рівнем техногенного навантаження. Містам з низьким і середнім промисловим потенціалом,

Методи та методика досліджень

Об'єктом дослідження є фітоценотична складова урбоекосистеми Кременчука – міста обласного підпорядкування, районного центру Полтавської області. Основу промислового комплексу міста складають підприємства машинобудівної, металообробної, гірничорудної та нафтохімічної промисловості. Крім того є низка підприємств харчової, легкої промисловості, розвинута будівельна індустрія.

Для біоіндикаційних досліджень було обрано центральну частину міста Кременчук, де найбільш показово відображається техногенний вплив на фітобіоту різноманітних негативних екологічних чинників, серед яких домінують викиди до атмосферного повітря ПАТ «Кредмаш» (машинобудівного профілю) й автотранспорту.

На початковому етапі дослідження вивчалися джерела забруднення навколишнього середовища, у тому числі підприємства «Кредмаш» (домінуючі поллютанти: діоксид азоту, пил, сполуки важких металів), та їх вплив на урбофітоценози. Під час досліджень було використано також багаторічні данні Кременчуцької санітарно-епідеміологічної станції щодо вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі центру міста.

Для біоіндикаційних досліджень була обрана тополя чорна (*Populus nigra*), як одна з найпоширеніших деревних порід у місті. Зразки листя відбиралися у 2012 році з дерев приблизно одного віку і з однієї висоти. Всього було відібрано 128 зразків листя тополі чорної у 32 точках дослідження, які були розподілені у межах центральної частини міста таким чином, щоб рівномірно охопити ділянки з різним ступенем антропогенного навантаження. Ступінь антропогенного впливу оцінювалася за мірою пошкодження

що складають більшість міст України, приділялося менше уваги. Саме тому метою роботи передбачено оцінку екологічного стану рослинного покриву типового промислового міста на прикладі Кременчука під впливом атмосферних поллютантів.

листя [8], яка у кожній точці визначалася за середніми показниками.

Для оцінки стану хвойних дерев було визначено індекс пошкодження хвої. На жаль, ці рослини не мають суцільного поширення у центрі Кременчука, тому не було можливості виявити закономірності їх пошкодження у просторі, висновки стосуються їх загального екологічного стану. Для біоіндикаційних досліджень використовувалася ялина колюча (зелена і блакитна форми) (*Picea pungens*), з яких у 2012 року було відібрано 112 зразків хвої. Зразки відбиралися на одній висоті за основними напрямками горизонту. Пошкодження хвойних рослин оцінювалося за розміром ділянок хвоїнок, охоплених некрозом [5]. Значення індексу пошкодження хвої за кожним напрямом горизонту визначалося як середній показник.

Паралельно в роботі було визначено вміст важких металів – свинцю, заліза, марганцю, міді – у листі деяких видів дерев: робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacasia*), шовковиці чорної (*Morus nigra*), абрикоса звичайного (*Armeniaca vulgaris*), тополі канадської (*Populus canadensis*), чубушника звичайного (*Philadelphus coronarius*), черемхи пізньої (*Padus serotina*), берези бородавчастої (*Betula verrucosa*), вишні звичайної (*Cerasus vulgaris*), клена ясенелистого (*Acer negundo*), клена гостролистого (*Acer platanoides*), горобини звичайної (*Sorbus aucuparia*), верби вавилонської (*Salix babylonica*). Визначення важких металів здійснено за допомогою атомно-спектрофотометричного аналізу (Київський національний університет імені Тараса Шевченка). Похибка визначення не перевищувала 5-10 %, що є прийнятним у подібного роді дослідженнях.

Результати та обговорення

Дослідження свідчать про різний ступінь пошкодження листя тополі чорної у

центрі міста: від 0,9 до 26,1 %. Результати розрахунків наведено на рисунку 1.

Для виявлення закономірностей розподілу за ступенем пошкодження результати досліджень нанесено на карту методом ізоліній (рис. 2). Зона з найвищим ступенем пошкодження листя розташовується майже у центрі, простягається з півдня на північ (рис. 2) і добре узгоджується з найважливішою транспортною артерією міста – вулицею Пролетарською. Вона поєднує міст через Дніпро з центральними вулицями Кре-

менчука, є найбільш перевантаженою у даному районі. Значна кількість автомобілів є причиною високого вмісту в атмосфері окису вуглецю, азоту, вуглеводнів, сполук свинцю. Доля зразків листя з максимальним ступенем пошкодження складає приблизно 16 %. Як свідчить рисунок 3, усі ці зразки було відібрано з дерев на вулиці Пролетарській.

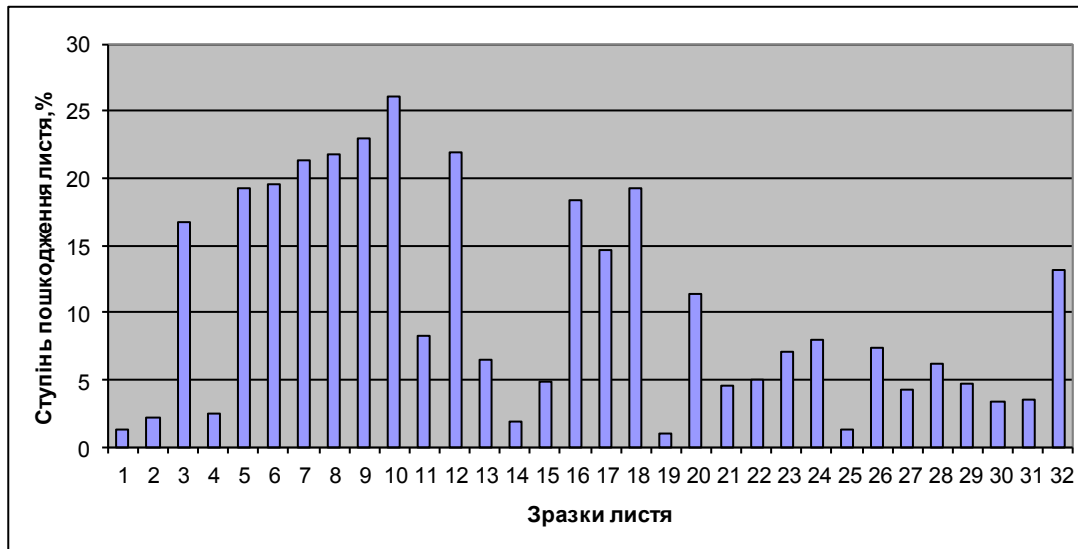


Рис. 1 – Ступінь пошкодження листя *Populus nigra*

СТУПІНЬ ПОШКОДЖЕННЯ ЛИСТЯ ТОПОЛІ ЧОРНОЇ В РАЙОНІ ДОСЛІДЖЕННЯ



Рис. 2 – Ступінь пошкодження листя *Populus nigra*

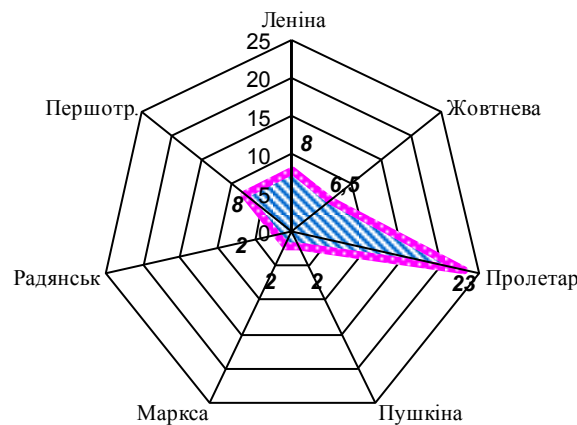


Рис. 3 – Ступінь пошкодження листа *Populus nigra*

Як відомо, вплив забруднення природного навколишнього середовища на рослини можна поділити на прямий і опосередкований. Непряма дія техногенних речовин відбувається через ґрунт [1]. Попередні дослідження міських ґрунтів свідчать про підкислення ґрунту, втрати кальцію, гумусу [5]. Такі відхилення від норми у ґрунті поступово можуть призвести до його руйнування, тому погіршення стану дерев у центрі міста зрозумілі. Треба відмітити, що вулиця Пролетарська майже повністю вкрита асфальтом. За таких умов коріння дерев більшою частиною знаходиться під асфальтом, тому його дихання відбувається неефективно, що підсилює шкідливий вплив на рослини.

Важливим чинником, що визначає стан природного навколишнього середовища у центрі є автомобільний транспорт. Дослідження показали, що зразки листя, у яких виявився невисокий ступінь пошкодження (20 %), відбиралася усередині житлових кварталів, на дворових ділянках. Ця обставина підтверджує, що важливим бар'єром на шляху розсіювання забруднюючих речовин від автомобілів є забудова.

Треба відмітити, що північно-східна частина району дослідження (вул. Халаменюка) характеризується високим автомобільним навантаженням, і знаходиться під впливом підприємства «Кредмаш», але ступінь пошкодження листя рослин тут середній. Даний факт пояснюється тим, що викиди підприємства «Кредмаш», осідають на земну поверхню на певній відстані від заво-

ду. Позитивну роль відіграє і значна провітрюваність вулиці завдяки досить широким тротуарам і власно проїзної частини. Найменший ступінь пошкодження листя спостерігався у північно-східній і західній частинах району дослідження. Це можна пояснити незначним автомобільним навантаженням деяких вулиць (Маркса, Гагаріна, Горького).

Пошкодження хвойних рослин оцінювалося за розміром ділянок хвоїнок, охоплених некрозом [5]. Результати відбору зразків хвої наведено у таблиці. Як визначалося раніше, у складі атмосфери міста присутній цілий ряд забруднюючих речовин, тому негативні зміни рослинного покриву можна вважати результатом сумісної їх дії, що ускладнює аналіз даних. Відомо, що різні види рослин по-різному реагують на антропогенні домішки у повітрі. Так, побуріння і опадання хвої у ялини колючої свідчить про присутність в атмосфері двооксиду сірки. Найвищий ступінь пошкодження хвої було виявлено в зоні впливу ПАТ «Кредмаш» (до 50 %), що свідчить про присутність двооксиду сірки у викидах підприємства (рисунок 4). Порівняння результатів досліджень за хвойними та широколистяними видами показало відсутність повної аналогії в ступені їх пошкодження. Так, найбільш пошкоджена хвоя у ялини колючої спостерігалася у північно-східній частині району дослідження (вул. Халаменюка), а листя тополі чорної – у центральній частині (вул. Пролетарська № 3). Цей факт здається досить зрозумілим, якщо прийняти

до уваги, по-перше, що на ділянці з найвищим пошкодженням листя (вулиця Пролетарська)

хвойні рослини відсутні, тому відібрати зразки хвої не було можливості.

Таблиця

Ступінь пошкодження хвої *Picea pungens*, у центральній частині міста Кременчук

№ точки відбору	№ зразку	Індекс пошкодження хвої, %	№ точки відбору	№ зразку	Індекс пошкодження хвої, %
1	1	13,8	4	1	10
	2	8,7		2	5
	3	43,5		3	0
	4	4		4	5
2	1	0	5	1	4
	2	4		2	5
	3	0		3	0
	4	6,3		4	0
3	1	15	6	1	51,9
	2	50		2	22
	3	10		3	30
	4	0		4	10

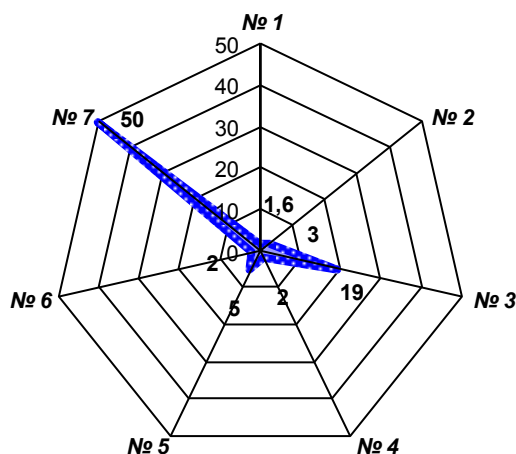


Рис. 4 – Ступінь пошкодження хвої *Picea pungens*

По-друге, в зоні впливу підприємства присутні десятки техногенних речовин, тому логічно припустити, що найбільша інтенсивність некротичних процесів у хвої викликана комплексом шкідливостей, присутніх у атмосфері. Звертає увагу також вищий ступінь пошкодження хвої ялини колочої, ніж листя тополі чорної. При поясненні такого факту треба урахувати природу самих рослин. Так, листяні породи є більш стійкими до техногенного впливу, а також оновлюють листя кожен рік, тому для негативних змін вони «мають» менше часу, ніж хвоя. Треба заува-

жити, що в точках, де спостерігався максимальний ступінь пошкодження листя тополі чорної відібрані зразки хвої також свідчать про підвищений техногенний тиск. Так, зразки хвої, відібрані на вулиці Леніна, охоплені некрозом на 10-50 %, що є яскравим доказом того, що антропогенні чинники впливу на довкілля для хвойних і листяних рослин є спільними.

Для оцінювання рівня накопичення важких металів у рослинних об'єктах у центральній частині м. Кременчук їх концентрації порівнювалися з ГДК [5]. Визначено перевищення ГДК по міді і залізу (рис. 5-8).

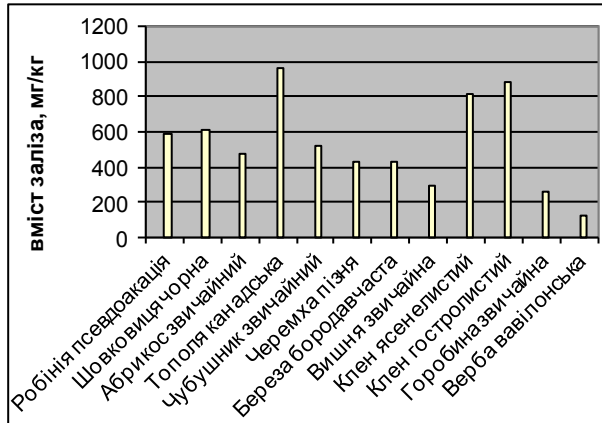


Рис. 5 – Вміст заліза у листі дерев

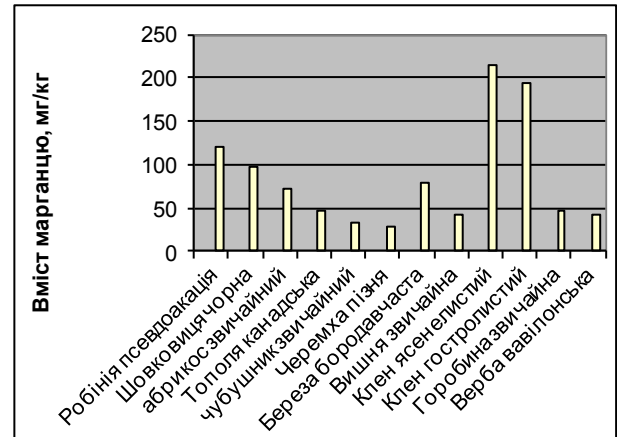


Рис. 6 – Вміст міді у листі дерев

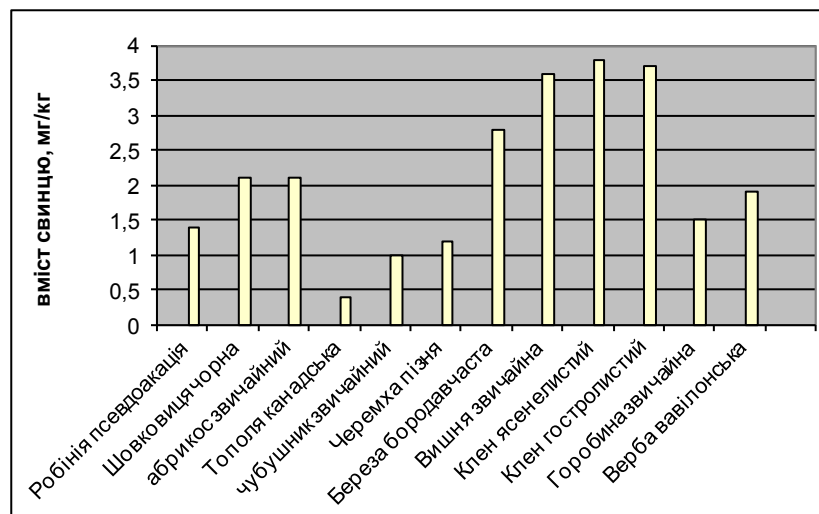


Рис. 7 – Вміст свинцю у листі дерев центральної частини м. Кременчук

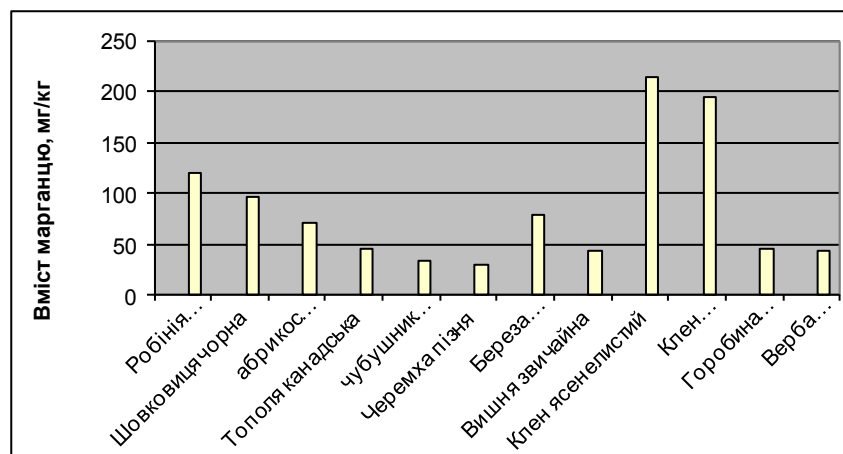


Рис. 8 – Вміст марганцю у листі дерев центральної частини м. Кременчук

Найвищий ступінь накопичення у листі дерев виявився для міді. Близько 30 % зразків характеризуються вмістом міді у 1,1–1,5 разів вищим за ГДК, що пояснюється присутністю сполук міді у викидах підприємства «Кредмаш».

Залізо накопичується у листі дерев менш інтенсивно. Так, у 25 % зразків було виявлено незначне перевищення ГДК у 1,08–1,30 рази. Решта дослідного матеріалу містило залізо у межах норми.

Дослідження показали, що рівень акумуляції свинцю у листі невисокий. 100 % зразків листя містять свинець у кількостях, нижчих за ГДК. Для марганцю перевищення ГДК також не виявлено.

Дослідження показали, що для різних порід дерев характерна неоднакова здатність до акумуляції техногенних речовин. Так, максимальне перевищення ГДК спостерігалось для клена ясенелистого та клена гостролистого по міді – у 1,20 і 1,50 рази, по залізу – у 1,20 і 1,08 рази відповідно. Решта дерев накопичувала в листі один з важких металів (мідь або залізо) у кількостях вищих за ГДК. Більшість дерев інтенсивніше накопичувала мідь. Так, листя робінії псевдоакації, шовковиці чорної, клена ясенелистого та клена гостролистого містило мідь у кількостях, що перевищує ГДК у 1,2–1,5 рази. Накопичення заліза визначено

для тополі канадської (перевищення ГДК у 1,3 рази).

Накопичення у листі дерев центральної частини міста важких металів свідчить про їх відчутні кількості у атмосферному повітрі. Джерелами їх надходження до навколишнього середовища є ПАТ «Кредмаш» й автотранспорт. Різний рівень накопичення важких металів пояснюється, головним чином, видовою належністю. Деякі рослини можуть обмежувати надходження, регулювати акумуляцію металів на рівні організму, окремих його органів, тканин й регулювати їх пересування з коріння у стебла й листя. Певна вибіркова здатність кореневого поглинання дозволяє рослині запобігати надлишковій акумуляції металів. Стійкі види деревних порід накопичують більше металів у корінні, ніж у надземній частині [1, 5].

Висновки

Техногенний вплив на екологічний стан дерев центральної частини міста Кременчука можна оцінити як середній. Найвищий ступінь пошкодження листя відповідає ділянкам, що у найбільшій мірі потерпають від впливу промислових підприємств (ПАТ «Кредмаш») й автотранспорту. Хвойні рослини є менш стійкими проти дії шкідливих промислових викидів. Найвищий ступінь пошкодження хвої ялини ключою виявлений в зоні впливу підприємства «Кредмаш», що свідчить про присутність в атмосфері двооксиду сірки.

Викиди сполук важких металів до навколишнього середовища є причиною накопичення їх у рослинах. Порівняння одержаних даних з результатами проведених раніше досліджень [1, 2, 4, 5] свідчить, що рівень накопичення важких металів у листі дерев центральної частини міста Кременчу-

ка можна оцінити як невисокий (для свинцю, марганцю і заліза) і середній (для міді). Найвищий ступінь накопичення свинцю, міді і заліза визначено у листі клена ясенелистого і клена гостролистого. Відсутність змін у зовнішньому вигляді листя дозволяє рекомендувати ці деревні породи для озеленення санітарно-захисних зон та вулиць міст лісостепової зони України.

Одержані матеріали можуть бути використані при проектуванні забудови, вирішенні питань, пов'язаних з обґрунтуванням меж функціональних зон, розміщенням дитячих дошкільних закладів, місць відпочинку. Виявлення за допомогою геохімічних показників незадовільної екологічної ситуації дасть змогу покращити якість природного навколишнього середовища, раціонально організувати службу контролю за показниками здоров'я населення.

Література

1. Экогеохимия городских ландшафтов / [Перельман А. И., Касимов Н. С. и др.]; под ред. Н. С. Касимова – Москва: Изд-во МГУ, 1995. – 336 с.
2. Цирд М. Исследование состояния воздушного бассейна городов с помощью природных индикаторов: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геогр. наук: 11.00.11 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» / М. Цирд. – Москва: МГУ им. М.В.Ломоносова, 1992. – 24 [1–2] с.
3. Ерофеева Е. А. Взаимосвязь физиолого-морфологических показателей листовой пластинки березы повислой с содержанием в ней

- тяжелых металлов / Е. А. Ерофеева, М. М. Наумова // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. – 2010. – № 1. – С. 140–143.

4. Копылова Л. В. Аккумуляция железа и марганца в листьях древесных растений в техногенных районах Забайкальского края / Л. В. Копылова // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. – 2010. – № 13. – С. 18–24.

5. Лукаревская Т. В. Растения в условиях города / Т. В. Лукаревская // Биология. – 2007. – № 8. – С. 32–39.

Надійшла до редколегії 5.04.2011

