

ГРУНТОВО-РОСЛИННИЙ ПОКРИВ ЯК ПОКАЗНИК ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ

Проведені дослідження забруднення ґрунтового-рослинного покриву центральної частини м. Кременчук важкими металами (свинцем, міддю, залізом, марганцем, цинком), яке виникає під впливом забрудненого атмосферного повітря. Розглядається можливість використання результатів даних досліджень під час озеленення міст з метою підвищення ефективності біологічного очищення атмосферного повітря.

Ключові слова: ґрунтового-рослинний покрив, атмосферне повітря, важкі метали, біоіндикація.

Вступ. Ознакою сьогодення є інтенсивне перетворення природних ландшафтів на антропогенні під впливом міської забудови. Значна частина урбанізованих територій зайнята будівлями, промисловими підприємствами, транспортними магістралями, які є джерелами забруднюючих речовин, у тому числі важких металів (ВМ). Надходячи у атмосферне повітря, техногенні полютанти осідають на ґрунт й включаються в біохімічні кругообіги. Біогеохімічний склад та велика площа активної поверхні тонкодисперсної частини перетворює ґрунт на «депо» токсичних сполук на шляху міграції з атмосфери міста у ґрунтові води та річкову мережу. Інтенсифікація постачання ВМ у навколишнє середовище спричинює утворення біогеохімічних аномалій різної контрастності. Накопичення ВМ у ґрунті призводить до акумуляції їх у ланках трофічних ланцюгів, що негативно впливає на здоров'я населення, особливо дітей. Ця проблема є особливо актуальною для міст, у межах яких розташовані приватні будинки із садово-городніми ділянками. З цієї причини виникає необхідність вивчення забруднення природного навколишнього середовища ВМ для подальшої оптимізації його екологічного стану й зменшення негативного впливу на здоров'я населення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В більш ранніх роботах вивчалися закономірності утворення техногенних педо- й біогеохімічних аномалій у різних ландшафтних умовах [1], оцінювалися переваги тих чи інших природних індикаторів [2, 3]. Ореоли розсіювання у ґрунтах більш статичні, ніж, наприклад, у сніговому покриві, оскільки вони акумулюють полютанти протягом усього періоду техногенного впливу. Біоіндикатори, як інструмент моніторингових досліджень стану атмосферного повітря, є також ефективними, оскільки характеризуються доброю відновлюваністю результатів, безперервним сприйняттям зовнішніх впливів. Такі переваги роблять використання ґрунту й рослинності як індикаторів стану атмосферного повітря, одним з основних методів екологічної оцінки стану довкілля сучасного міста.

Тому **метою** роботи передбачено дослідження забруднення ґрунтового-рослинного покриву ВМ у межах селітебних, транспортних зон м. Кременчук для подальшої оцінки стану атмосферного повітря.

Матеріали і методи дослідження. Об'єктом дослідження є ґрунтового-рослинний покрив Кременчука – міста обласного підпорядкування, районного центру Полтавської області. Основу промисловості міста складають машинобудівна, гірничорудна та нафтохімічна галузі, які доповнюють підприємства харчової, легкої промисловості, будівельна індустрія. Для досліджень екологічного стану ґрунтового-рослинного покриву обрано центральну частину міста Кременчук, де, по-перше, найбільш показово відображається техногенний вплив на навколишнє середовище різноманітних негативних екологічних чинників, серед яких домінують викиди до атмосфери ПАТ

«Кредмаш» (машинобудівного профілю) й автотранспорту, а, по-друге, ця територія не була охоплена попередніми екологічними дослідженнями [4].

На початковому етапі вивчалися природні умови району дослідження, які визначають міграцію, трансформацію, накопичення ВМ у навколишньому природному середовищі, у тому числі, геоморфологічні, кліматичні, ландшафтно-геохімічні. Наступним етапом було визначення джерел забруднення атмосферного повітря, у тому числі підприємства «Кредмаш» (домінуючі полютанти: діоксид азоту, пил, сполуки ВМ).

Основна частина роботи присвячена вивченню забруднення ґрунтово-рослинного покриву ВМ. Дані щодо вмісту ВМ у ґрунтах центральної частини Кременчука було надано санітарно-епідеміологічною станцією міста. Для висновку щодо накопичення або розсіювання ВМ у ґрунті фактичні дані порівнювалися з фоновими показниками, в результаті чого було розраховано коефіцієнти концентрації для ВМ. Визначення сумарного забруднення ґрунтів ВМ відбувалося за допомогою сумарного показника забруднення ґрунту (Z_c).

Паралельно в роботі було визначено вміст ВМ – 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*). Зразки листя відбиралися з деревних порід, що належать до одного виду, з однієї висоти й приблизно однакового віку. Визначення ВМ здійснено за допомогою атомно-спектрофотометричного аналізу (Київський національний університет імені Тараса Шевченка). Похибка визначення не перевищувала 5-10 %, що є прийнятним у подібних дослідженнях. Для оцінки забруднення листя дерев ВМ фактичні концентрації порівнювалися з їх ГДК.

Результати дослідження та їх аналіз. В запропонованій роботі досліджувалось забруднення ґрунтів цинком, нікелем, міддю, кадмієм, свинцем. Для оцінки ступеня забруднення ґрунтів ВМ фактичні концентрації у досліджуваних зразках порівнювалися з ГДК (рисунок 1).

Аналіз отриманих даних вказує, що перевищення над ГДК виявлено для свинцю (у 3,3 раза) і цинку (у 1,1 раза). Решта металів накопичується у концентраціях, які не перевищують ГДК.

Для визначення сумарного показника забруднення ґрунтів ВМ проведено зіставлення їх концентрацій з фоновими показниками. Як фонові ділянки у роботі розглядалася територія парку імені Котлова, на яку майже не впливають антропогенні чинники. Результат розрахунку коефіцієнтів концентрацій ВМ у ґрунті відображено на рисунку 2.

Результати досліджень свідчать про різний ступінь накопичення ВМ у ґрунті. Так, серед металів за даним показником виокремлюється свинець ($K_c=3,3$). Коефіцієнт накопичення $K_c=1,5-3$ спостерігається для цинку й міді. Кадмій характеризується коефіцієнтом накопичення меншим, ніж 1,5, а нікель - меншим, ніж 1. Накопичення цих ВМ у ґрунті можна пояснити присутністю їх у викидах ПАТ «Кредмаш» й відпрацьованих газах автомобілів (свинець), які визначають антропогенний вплив на центральну частину Кременчука.

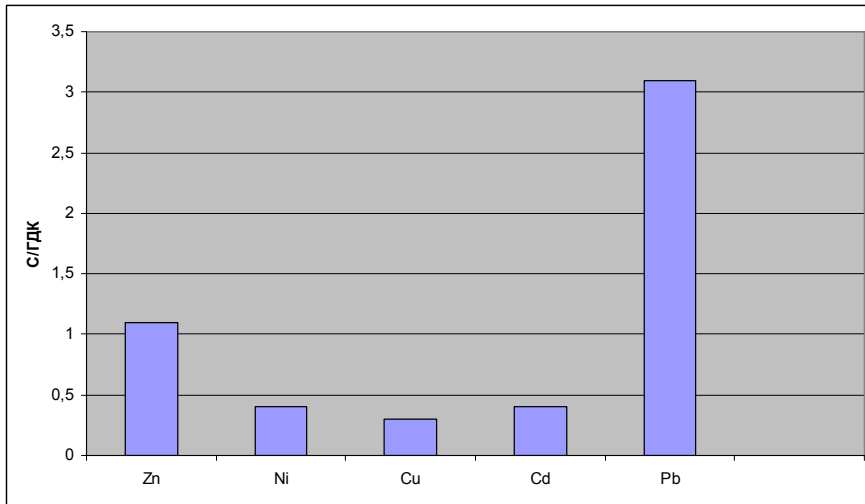


Рис. 1 — Відношення фактичних концентрацій ВМ (С) у ґрунті центральної частини м. Кременчук до гранично-допустимих концентрацій (ГДК)

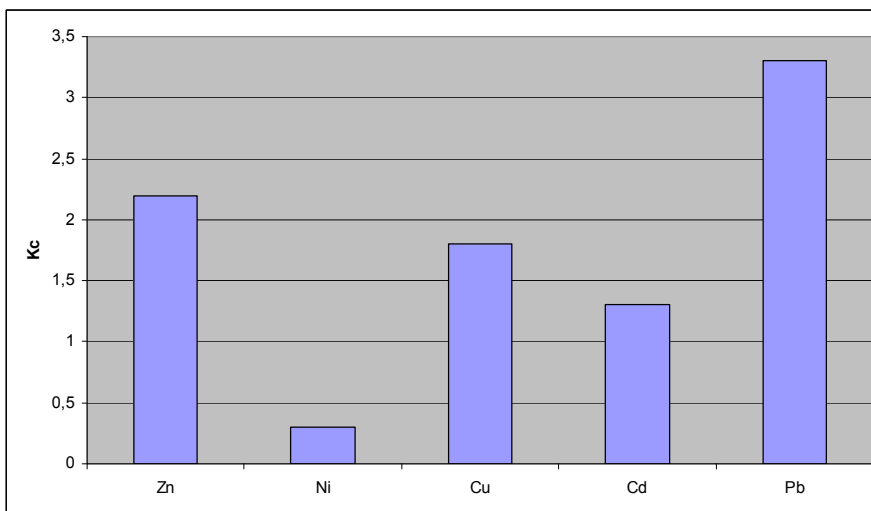


Рис. 2 – Коефіцієнти концентрації ВМ у ґрунті (Kc) центральної частини міста Кременчук

Одержані результати дослідження можна пояснити й деякими природними причинами. Так, в більш ранніх роботах відзначалося, що радіальна направленість фізико-хімічної міграції для звичайних опідзолених чорноземів лісостепової зони України має змінний сезонний характер. Він визначається нейтральним і слаболужним показниками природних вод й кальцієвим класом міграції. Такі умови гальмують міграцію хімічних елементів, що призводить до накопичення їх у верхньому гумусовому горизонті. Для ґрунтів лісостепової зони характерне винесення Ni з верхніх горизонтів у нижні. У верхніх горизонтах накопичуються марганець, свинець, і цинк. Порівняно рівномірно за ґрунтовим профілем розподіляється мідь [5, 6].

В роботі розраховано сумарний показник забруднення ґрунтів ВМ (Zc), що дорівнює 5,6. Згідно оціночної шкали небезпечності забруднення ґрунтів рівень забруднення ґрунтового покриву району дослідження можна охарактеризувати як припустимий ($Zc < 16$). Дана категорія стану ґрунту супроводжується незначними змінами показників здоров'я населення – невисоким рівнем захворювання дітей та мінімумом функціональних відхилень.

Накопичення ВМ у ґрунтах призводить до їх техногенної деградації. Основними ознаками деградації є такі. По-перше, під дією кислих поллютантів і внаслідок взаємодії катіонів важких металів з поглинальним комплексом спостерігається підкислення ґрунтового розчину в чорноземах опідзолених – до рН 4,6. По-друге, забруднення ґрунтів ВМ значно посилює вилугування лужних і лужноземельних металів (кальцію, магнію, калію та ін.) і гумусових речовин, що знижує агрегативну стійкість колоїдного комплексу і за сприятливих умов зволоження призводить до втрати тонкодисперсного матеріалу. По-третє, внаслідок техногенного забруднення погіршуються мікробіологічний й ферментативний види активності ґрунтів [1].

Паралельно в роботі було проведено біоіндикаційні дослідження у межах центральної частини міста Кременчук. Результати порівняння вмісту ВМ в листі дерев з їх гранично-допустимими концентраціями наведено на рисунках 3-6.

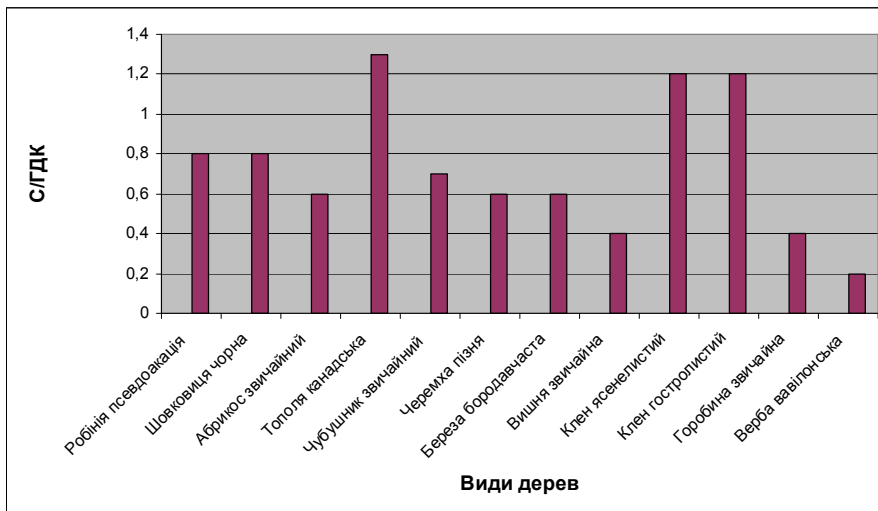


Рис. 3 – Відношення фактичних концентрації заліза (С) у листі дерев центральної частини м. Кременчук до гранично-допустимих концентрацій (ГДК)

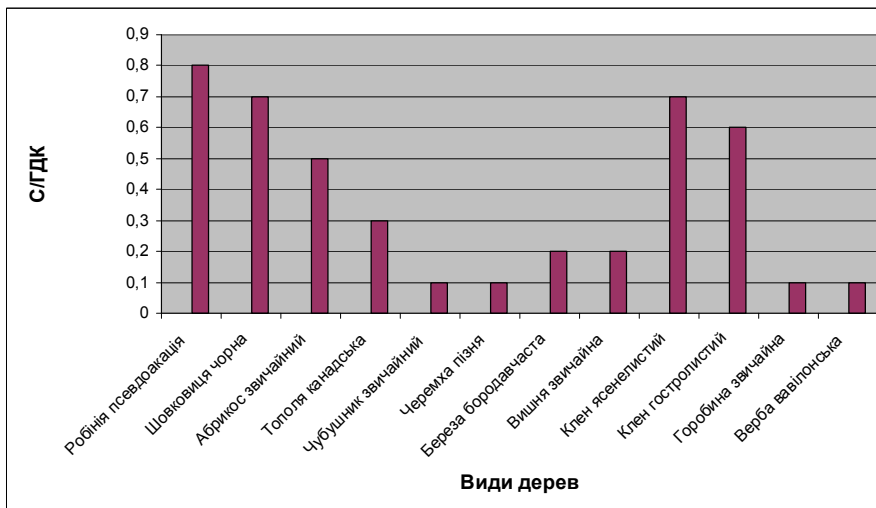


Рис. 4 – Відношення фактичних концентрації марганцю (С) у листі дерев центральної частини м. Кременчук до гранично-допустимих концентрацій (ГДК)

Найвищий ступінь накопичення у листі дерев виявився для міді. Близько 30 % зразків характеризуються вмістом міді у 1,10–1,50 раза вищим за ГДК, що пояснюється присутністю сполук міді у атмосферному повітря центру м. Кременчук.

Залізо накопичується у листі дерев менш інтенсивно. Так, у 25 % зразків було виявлено незначне перевищення ГДК у 1,20–1,30 раза. Решта дослідного матеріалу містила залізо у межах норми.

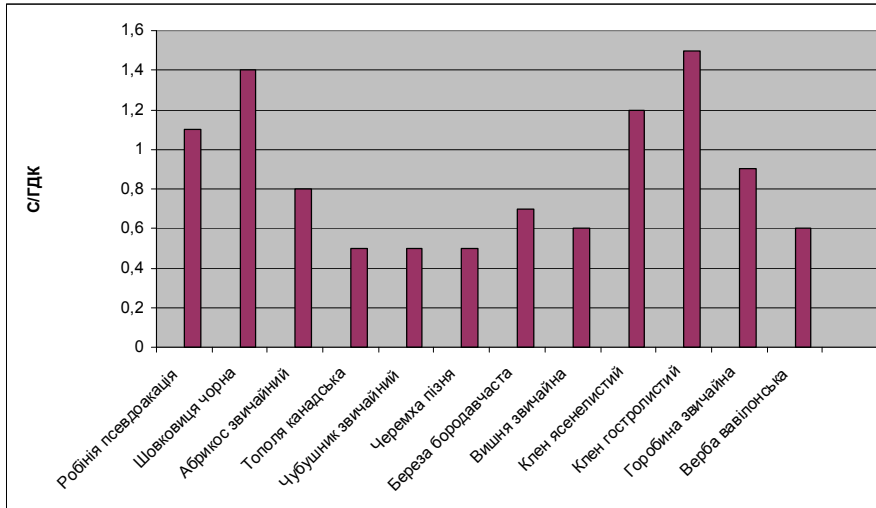


Рис. 5 – Відношення фактичних концентрації міді (C) у листі дерев центральної частини м. Кременчук до гранично-допустимих концентрацій (ГДК)

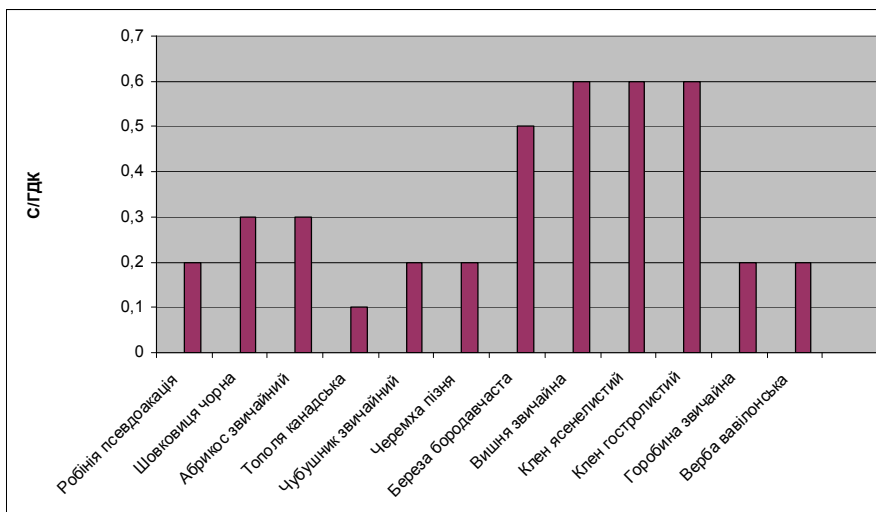


Рис. 6 – Відношення фактичних концентрації свинцю (C) у листі дерев центральної частини м. Кременчук до гранично-допустимих концентрацій (ГДК)

Дослідження показали, що рівень акумуляції свинцю у листі невисокий. 100 % зразків листя містять свинець у кількостях, нижчих за ГДК. Марганець міститься у кількостях, що не перевищують ГДК.

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 раза, по залізу – у 1,20 раза. Решта дерев накопичувала в листі один з ВМ (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 перевищують ГДК у 1,10–1,50 разів. Накопичення заліза визначено для тополі канадської (перевищення ГДК у 1,30 разів).

Різний рівень накопичення ВМ 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 [7].

Зіставлення результатів досліджень стану ґрунту і рослинного покриву свідчить про неоднаковий рівень накопичення ВМ у різних природних компонентах. Рівень забруднення ґрунту може бути вищим або нижчим порівняно з рослинним покривом. Цей факт можна пояснити багатьма чинниками, у тому числі, вмістом у ґрунті рухливих форм сполук ВМ, ландшафтними особливостями місцевості (рельєфом, властивостями самих ґрунтів тощо), фоліарним поглинанням ВМ з атмосферного повітря, різними механізмами накопичення ВМ ґрунтами та рослинним покривом, видовою належністю рослин [1, 2, 4, 5, 7].

Висновки. Дослідження показали, що ґрунтово-рослинний покрив є ефективним індикатором забруднення атмосферного повітря сучасного міста. Так, природне довкілля центральної частини м. Кременчук потерпає від певного антропогенного впливу. Про це свідчить накопичення міді у поверхневому шарі ґрунту та у листі деревних порід, а також свинцю, цинку, міді у ґрунтовому покриві. Наявність ВМ в ґрунтах і рослинах свідчить про їх присутність у атмосферному повітрі.

Рівень забруднення ґрунту центральної частини м. Кременчук оцінено як припустимий. Тобто екологічний стан атмосферного повітря можна оцінити як мало забруднений. Треба відзначити, що невисоке значення сумарного показника забруднення ґрунту не означає, що екологічний стан району дослідження є цілком задовільним. Беручи до уваги зростання надходження ВМ у міське довкілля та особливості міграції хімічних елементів у чорноземах опідзолених лісостепової зони України можна зробити висновок, що їх накопичення у ґрунтовому покриві буде й далі збільшуватися, що загострює цю екологічну проблему і потребує її нагального вирішення.

Порівняння одержаних даних з результатами проведених раніше досліджень [8-12] свідчить, що рівень накопичення ВМ в листі дерев центральної частини міста Кременчука можна оцінити як невисокий (для свинцю, марганцю і заліза) і середній (для міді). Результати роботи підтверджують присутність даних металів у атмосфері міста й говорять про невисокий рівень її забруднення. Дослідження свідчать про найвищий ступінь накопичення свинцю, міді і заліза у листі клена ясенелистого і клена гостролистого. Відсутність змін у зовнішньому вигляді листя дозволяє рекомендувати дані деревні породи для озеленення санітарно-захисних зон та вулиць міст лісостепової зони України.

Перспективи подальших розвідок. Крім ґрунтів й листя рослин для моніторингових досліджень екологічного стану атмосферного повітря перспективним є використання й інших біоіндикаторів, у тому числі кори дерев. На відміну від трав'янистих рослин вона не має фізіологічних меж поглинання забруднюючих речовин, які можуть значно ускладнити інтерпретацію даних. Отже, для оцінки екологічного стану атмосферного повітря більш оптимально залучати максимальну кількість природних індикаторів.

Список літератури

1. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины. — К.: Наукова думка, 2002. — 213 с.
2. Экогеохимия городских ландшафтов / Ред. Н.С. Касимов. — М.: Издательство МГУ, 1995. — 336 с.
3. Цирд М. Исследование состояния воздушного бассейна городов с помощью природных индикаторов // Автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геогр. наук. — М.: МГУ им. М.В.Ломоносова, 1992. — 24 с.
4. Сараненко І.І. Екологічні дослідження лісових біогеоценозів м. Кременчука. — Кременчук: Видавництво ПП Щербатих О.В., 2011. — 153 с.
5. Добровольский В.В. Миграционные формы и миграция масс тяжелых металлов в биосфере. — К.: Наукова думка, 2006. — 140 с.
6. Волкова Т.П., Попова Ю.С., Волкова К.В. Анализ та оцінка впливу промислових підприємств на забруднення ґрунтів Донецької області. // Охорона навколишнього середовища та раціональне використання природних ресурсів, т.2. — Донецьк: Видавництво Донецького НТУ, 2005. — С. 134-142.
7. Лукаревская Т.В. Растения в условиях города. — Биология: Издательство «Первое сентября». - 2007. — № 8. — С. 32-39.
8. Луцишин О.Г., Шандра О.В., Палапа Н.В. Вплив техногенного забруднення на функціональний стан зелених зон Київського мегаполісу. // Захист довкілля від антропогенного навантаження. — Київ, 2008. — Вип. 17. — С. 76-87.
9. Волощинська С.С. Біоіндикація стану забруднення довкілля важкими металами (на прикладі автомагістралі «Київ-Варшава») // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, Екологія. — Дніпропетровськ, 2008. — Вип. 16, т. 2. — С. 24-28.
10. Королева Е.Г., Оливерусова Л.В. Экологические подходы к классификации городских территорий в природоохранных целях, Биоиндикация в городах и пригородных зонах. — Москва, 1993. — С. 11-14.
11. Ерофеева Е.А., Наумова М.М. Взаимосвязь физиолого-морфологических показателей листовой пластинки березы повислой с содержанием в ней тяжелых металлов. // Вестник Нижегородского университета им. Н.И.Лобачевского. — Нижний Новгород, 2010. — № 1. — С. 140–143.
12. Копылова Л.В. Аккумуляция железа и марганца в листьях древесных растений в техногенных районах Забайкальского края. // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. — Самара, 2010. — № 13. — С. 18–24.

Почвенно-растительний покрив як показател ь заґрязнення атмосферного воздуха тяжелыми металлами.

Алексеева Т.Н.

Исследовано заґрязнение почвенно-растительного покрива центральной части г. Кременчуг тяжелыми металлами (свинцом, медью, железом, марганцем, цинком), которое возникает под влиянием заґрязненного атмосферного воздуха. Рассматривается возможность использования результатов данных исследований для озеленения городов с целью повышения эффективности биологической очистки атмосферного воздуха.

Ключевые слова: почвенно-растительный покрив, атмосферный воздух, тяжелые металлы, биоиндикация.

Soil and vegetative cover as an index of heavy metal air pollution

Alekseyeva T.

The paper presents the research results of heavy metal contamination of soils and vegetative cover (lead, copper, ferric, manganese, zinc pollution) caused by air pollution in Kremenchuk. It is considered the feasibility of the experimental results obtained for urban landscaping and greening to enhance the efficiency of air biotreatment.

Key words: soil and vegetative cover, air, heavy metal, bioindication.