

ченості рослин заснований на показі найбільш яскравих і типових рис дерев, чагарників, трав і квітів. Підбір асортименту формувався на основі їх відповідності за розміром, формою, фактурою і кольором. Задумуючи будь-яку композицію, важливо пам'ятати, що не тільки окремі місця озелененої ділянки, але і весь сад повинен справляти враження врівноваженості та гармонії.

Література

1. Кучерявый В.А. Зеленая зона города / В.А. Кучерявый. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1981. – 248 с.
2. Сычева А.В. Основы ландшафтной архитектуры / А.В. Сычева. – Минск : Изд-во "Парадокс", 2002. – 88 с.
3. Бэтстоун К. Дизайн сада. Профессиональный подход / К. Бэтстоун. – М. : Изд-во "Кладезь-Букс", 2006. – 135 с.
4. Ефимов А.В. Дизайн архитектурной среды / А.В. Ефимов и др. – М. : Изд-во "Архитектура-С", 2005. – 504 с.
5. Ньюбери Тим. Библия садового дизайна / Тим. Ньюбери. – М. : Изд-во "Кладезь-Букс", 2005. – 256 с.
6. Холяво В. Дендрология и основы зеленого строительства : учебн. пособ. / В. Холяво, Д. Глоба-Михайленко. – Изд. 2-е, [перераб. и доп.]. – М. : Изд-во "Выш. шк.", 1976 г. 238 стр.

Ладнюк М.И. Принципы планировки и озеленения усадеб в равнинной и горной местностях

Описаны основные принципы создания усадеб в горной и равнинной местностях с учетом особенностей рельефа и формированием садово-парковых композиций.

Ключевые слова: усадьба, рельеф, климат, садово-парковые композиции.

Ladnyuk M.I. Farmsteads planning and planting principles of greenery in flat and mountain localities

Are described basic principles of creation of farmsteads in mountain and flat localities considering the features of relief; forming compositions of gardens and parks.

Keywords: farmstead, relief, climate, gardens and parks composition.

УДК 504.064.36:574

Доц. М.М. Миленка, канд. біол. наук;

аспір. Н.В. Довганич – Прикарпатський НУ ім. Василя Стефаника

БІОІНДИКАЦІЙНА І ФІТОМЕЛІОРАТИВНА РОЛЬ ДЕРЕВНОЇ РОСЛИННОСТІ В УРБОТЕХНОГЕННИХ ЕКОСИСТЕМАХ

Досліджено видові особливості металоакумуючої здатності деревних рослин в умовах різнофункціональних локальних екотопів Бурштинської урботехногенної екосистеми. Проаналізовано перспективність застосування деревних рослин як фіто-меліорантів і біоіндикаторів металічного забруднення середовища.

Ключові слова: урботехногенна екосистема, фіто-меліорація, біоіндикація, деревні рослини, важкі метали.

Вступ. Однією з найбільш характерних рис сучасності є стрімкий розвиток урбанізаційних процесів, який супроводжується техногенною трансформацією довкілля. Це призводить до деградації природних екосистем та формування особливого урботехногенного середовища з комплексом специфічних екологічних чинників [1]. Екосистемам, які перебувають у зоні активного урбо- і техногенезу, характерна максимальна антропогенна зміна абі-

отичної і біотичної компонент, що спричинює незворотні порушення їх структурної і функціональної організації та проявляється руйнацією природних біотопів, зменшенням біорізноманіття, погіршенням здоров'я людей [3]. Тому розроблення та впровадження системи ефективних еколого-оптимізаційних заходів в умовах міських екосистем є актуальним завданням прикладної екології [5]. Використання деревних рослин як акумуляторів урботехногенних поллютантів і біоіндикаторів якості довкілля є необхідною теоретичною передумовою для створення санітарно-ефективних культурфітоценозів в урбо-екосистемах [5, 9].

Мета – дослідити фіто-меліоративну ефективність і біоіндикаційну перспективність деревних рослин в умовах урботехногенного середовища.

Методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2007-2010 рр. у Бурштинській урботехногенній екосистемі. Вивчали внутрішню та позаміські зелені насадження, різні за видовим складом і функціональним призначенням, утворені системою окремих лісових біогеоценозів. Дослідні ділянки виділяли у різнофункціональних міських екотопах, гетерогенних за характером урботехногенного впливу і рівнем озеленення: промислова площа (ПП) в зоні неорганізованих викидів Бурштинської теплоелектростанції (БуТЕС), придорожні ділянки, аграрна, селітебна та зона комплексного озеленення. Як фонову обрано умовно чисту територію поблизу м. Рогатин, схожу за природно-кліматичними умовами. Об'єктом дослідження слугували листки і листковий опад тополі пірамідальної (*Populus pyramidalis* Roz.), клена ясенелистого (*Acer negundo* L.), берези повислої (*Betula pendula* Roth), липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill).

Фітосануючі та біоіндикаційні властивості деревних рослин вивчали через їх здатність акумулювати у біомасі важкі метали й елімінувати токсико-мутагенні ефекти урбопромислових забруднювачів. Металоаккумулятивну здатність деревних рослин оцінювали на основі сумарних показників забруднення ґрунтів і листкового опад (K_z і Z_c), коефіцієнтів аномальності (K_a) і біологічного поглинання ($KBП$) [6]. Для розрахунку зазначених показників використовували результати атомно-адсорбційного аналізу вмісту у ґрунтах і листковому опаді рухомих форм важких металів (ВМ), які домінують у складі викидів БуТЕС і є типоморфними елементами урбанізованого середовища – Pb, Cu, Zn, Fe, Ni, Cd [2, 9]. Токсико-мутагенний фон території оцінювали за інтегральним умовним показником ушкодження (ІУПУ) біосистем, розрахованим відповідно до методик [7]. Математичну інтерпретацію отриманих даних виконували варіаційно-статистичним методом з подальшим кореляційно-регресійним аналізом [4]. Усі розрахунки проводили за допомогою редактора MS Excel 2007.

Результати дослідження. Вплив урботехногенних чинників зумовлює виникнення у межах Бурштинської екосистеми локальних геохімічних аномалій. Свідченням цьому є зміна концентрацій рухомих форм ВМ у ґрунтах різнофункціональних міських екотопів, порівняно із фоновією територією: підвищення концентрацій Pb, Cu, Fe, Ni, Cd і зниження Zn. Ступінь техногенного перетворення едафотопів урбо-екосистеми визначається характе-

ром антропогенного впливу та фітомеліоративною ефективністю рослинного покриву. Відповідно до значень інтегрального показника забруднення (K_z), територія комплексного озеленення – міські парки і сквери (рис. 1 А) є помірно забрудненою ($K_z = 2,31$); селітебна зона, де деревні рослини зростають, переважно, у біогрупах (рис. 1 Б), – середньо забрудненою ($K_z = 2,70$); ПП БуТЕС, аграрна і придорожна зони характеризуються найвищими рівнем забруднення (K_z становить відповідно 4,37, 4,39 та 4,85). Для останніх характерний мінімальний рівень озеленення території, а деревна рослинність представлена лінійними насадженнями – рядами (рис. 1 В) і поодинокими особинами – солітерами (рис. 1 Г).

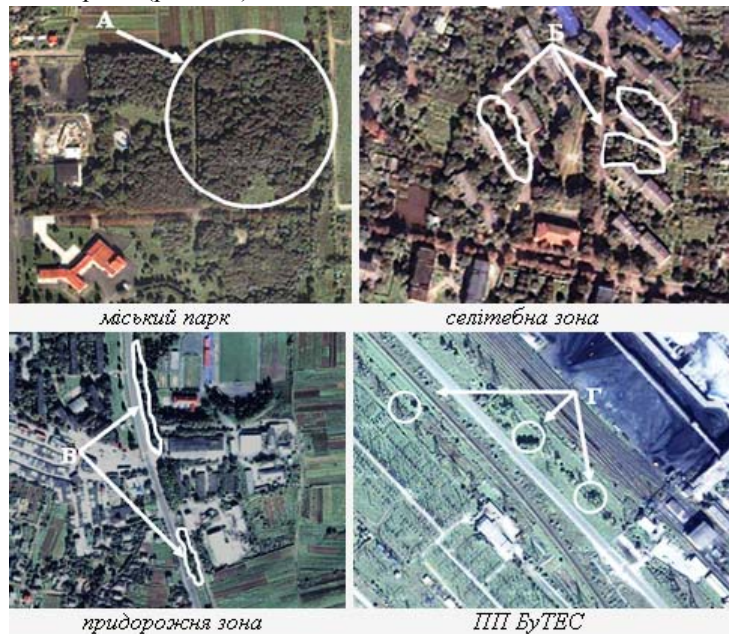


Рис. 1. Переважаючі типи озеленення у різнофункціональних зонах Бурштинської урботехногенної екосистеми. Аерофотознімки. М 1: 2500 [8]

У придорожніх зонах урботехногенної екосистеми встановлені піки максимальних концентрацій Pb та Cu (відповідно 4,7 та 2,4 мг/кг за фонових значень – 0,75 та 0,57 мг/кг), у зонах аграрного використання – Cd (0,78 мг/кг за 0,14 мг/кг на фоновій території), а на ПП БуТЕС – Ni (3,4 мг/кг порівняно з 1,6 мг/кг). Рівень забруднення ВМ листового опаду деревних рослин корелює зі ступенем металонавантаження на едафотопи.

Сумарний показник забруднення флукує у діапазоні 13,8-26,1 мг/кг, сягаючи максимального значення на ПП підприємства, мінімального – у зоні комплексного озеленення урботехногенної екосистеми (рис. 2).

Для досліджених деревних рослин характерні видоспецифічні особливості металокумулятивної здатності, про що свідчить динаміка коефіцієнта аномальності. Видові особливості акумуляції листовим опадом окремих ВМ відображають коефіцієнти аномальності (K_a) (табл. 1).

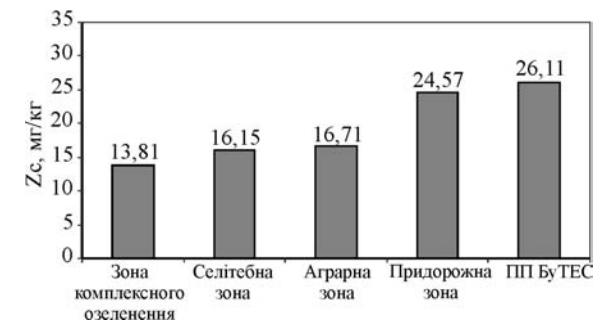


Рис. 2. Усереднений сумарний показник забруднення листового опаду деревних рослин ВМ

Табл. 1. Інтенсивність нагромадження ВМ опадом деревних рослин

Вид-індикатор	Послідовні ряди інтенсивності нагромадження ВМ (K_a)
<i>Populus pyramidalis</i>	Zn (3,75) > Cd (3,74) > Pb (3,65) > Fe (3,61) > Ni (3,06) > Cu (2,71)
<i>Acer negundo</i>	Pb (5,28) > Fe (4,20) > Cd (4,16) > Cu (3,77) > Ni (3,40) > Zn (2,18)
<i>Betula pendula</i>	Pb (4,67) > Fe (4,03) > Cd (3,74) > Cu (3,45) > Ni (3,00) > Zn (2,88)
<i>Tilia cordata</i>	Pb (5,87) > Ni (5,32) > Cu (5,29) > Fe (5,15) > Cd (4,01) > Zn (2,36)

Максимальні коефіцієнти аномальності для більшості досліджених видів відзначено для Pb; *Populus pyramidalis* найкраще поглинає Zn. Мінімальні значення K_a для тополі встановлено щодо Cu, а для решти досліджених видів – Zn. Відповідно до значень коефіцієнта аномальності, найкращі кумулятивні властивості має *Tilia cordata*, що дає змогу виділити цей вид як найбільш перспективний фітомеліорант і кумулятивний індикатор якості довкілля. Для встановлення наближених статистичних залежностей між рівнем забруднення ґрунтів ВМ та їх вмістом у листовому опаді деревних рослин-індикаторів проводили парний кореляційний аналіз, результати якого графічно зображено на рис. 2.

Достовірні значення коефіцієнтів кореляції Пірсона між аналогічними елементами в системі "ґрунт – рослина" встановлено для всіх досліджених деревних видів стосовно свинцю, заліза, міді та нікелю. Ця закономірність для *Acer negundo* справджується також відносно кадмію. В інших аналізованих варіантах кореляційний зв'язок між аналогічними елементами в системі "рослина – екотоп" не виявлено або є статистично незначущим. Високі значення коефіцієнтів кореляції між різними елементами в ґрунті та деревному опаді свідчать про тісний зв'язок між ними в системі, що розглядається. Це вказує на перспективність використання досліджених деревних рослин як кумулятивних індикаторів металічного забруднення урботехногенних екосистем та на їх високу фітомеліоративну цінність в умовах забруднення довкілля ВМ.

Виявлена закономірність також є свідченням фоліарного забруднення рослинного матеріалу ВМ, оскільки за умови кореневого надходження мікроелементів і обов'язкового в такому випадку вибіркового нагромадження їх рослинами загальна позитивна кореляція з високими значеннями відповідних коефіцієнтів була б неможливою.

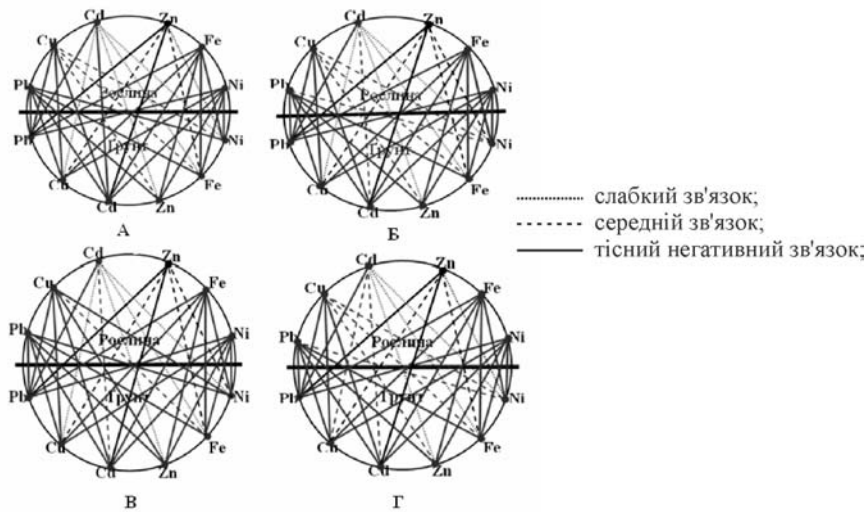


Рис. 3. Кореляційні залежності між вмістом ВМ у ґрунтах та опаді деревних рослин-індикаторів: А – *Acer negundo*; Б – *Populus pyramidalis*; В – *Betula pendula*; Г – *Tilia cordata*

За інтенсивністю біологічного поглинання аналізовані мікроелементи відносять до двох класифікаційних груп: енергійного ($КБП \geq 10C_{i(грунт)}$) та сильного ($КБП = C_{i(грунт)} - 10C_{i(грунт)}$) нагромадження. Елементами першої групи є Zn і Fe стосовно всіх аналізованих видів, а також Cu щодо *Tilia cordata*. Характер нагромадження інших ВМ видами-біоіндикаторами дає змогу віднести їх до групи елементів сильного нагромадження.

Фітосануючі властивості рослинного покриву проявляються також через здатність частково зменшувати токсико-мутагенний вплив урбопромислових забруднювачів, зокрема ВМ. Фітомеліоративна ефективність залежить від рівня та типу озеленення території (табл. 2).

Табл. 2. Показники екологічної безпечності різнофункціональних зон Бурштинської урботехногенної екосистеми за токсико-мутагенним фоном

№ з/п	Функціональна зона	Тип озеленення	ІУПУ біосистем	Категорія екологічної безпеки території
1	Міські парки, сквери	комплексне	0,175	безпечна
2	Селітебна зона	біогрупи	0,380	помірно небезпечна
3	Аграрна зона	солітери, ряди	0,515	небезпечна
4	Придорожні ділянки	солітери, ряди	0,825	надзвичайно небезпечна
5	ПП БУТЕС	солітери, ряди	0,915	надзвичайно небезпечна

Елімінація токсико-мутагенного ефекту забруднювачів може бути зумовлена алелопатичною дією опадів й діяльністю ризосфери.

Висновки. Мікроедафотопи Бурштинської урбоекосистеми характеризуються підвищеним вмістом рухомих форм Pb, Cu, Cd, Ni, Fe та зниженими концентраціями Zn, порівняно з фоновою територією. Рівень забруднення ґрунтів визначається характером й інтенсивністю урботехногенного впливу і

фітомеліоративною ефективністю рослинного покриву. Мінімальні значення інтегрального показника забруднення встановлено у зоні комплексного озеленення ($K_z = 2,31$), максимальні – у міських біотопах, де деревна рослинність представлена рядами і солітерами ($K_z = 4,37-4,85$). Фітосануючі властивості рослинного покриву проявляються також через здатність еліминувати токсико-мутагенний вплив урбопромислових забруднювачів.

Забруднення ВМ листового опадів знаходиться в апроксимаційній залежності зі ступенем металонавантаження на едафотопи. Сумарний показник забруднення флукує у діапазоні 13,81-26,11 мг/кг. Забруднення опадів відбувається переважно внаслідок фоліарного надходження. Акумулятивна здатність деревних рослин має виражений видоспецифічний характер. Найкращими кумулятивними властивостями відзначається *Tilia cordata*, що свідчить про значну фітомеліоративну і біоіндикаційну цінність виду в умовах урботехногенних екосистем.

Для оптимізації міського середовища рекомендують розширити зону комплексного озеленення із використанням деревних рослин-індикаторів і фітомеліорантів.

Література

1. Антропогенні зміни біогеоценологічного покриву в Карпатському регіоні / за ред. М.А. Голубця. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1994. – 170 с.
2. Козловський В. Важкі метали у ґрунтах та рослинах заплави річки Тиса / В. Козловський, Н. Романюк, О. Терек // Вісник Львівського університету. – Сер.: Біологічна. – 2005. – Вип. 40. – С. 35-50.
3. Кучерявий В.А. Урбоэкологические основы фитомелиорации / В.А. Кучерявий. – М. : НПО "Информ", 1991. – Ч. I. – 289 с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия : учебн. пособ. [для студ. ВУЗов]. – Изд. 4-ое / Г.Ф. Лакин. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1990. – 350 с.
5. Лаптев О.О. Екологічна оптимізація біогеоценологічного покриву в сучасному урболандшафті / О.О. Лаптев. – К. : Вид-во Укр. екол. акад. наук, 1998. – 208 с.
6. Ревич Б.А. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения городов химическими элементами / Б.А. Ревич, Ю.Е. Сагет, Р.С. Смирнова, Е.П. Сорокина. – М. : ИМГРС, 1982. – 111 с.
7. Наказ МОЗ України № 116 від 13.03.2007 р. "Про затвердження методичних рекомендацій "Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів" // Офіційний вісник України. – 2007. – № 4. – С. 186-209.
8. Пакет електронних карт і аерофотознімків. [Електронний ресурс]. – Доступний за <http://www.bitbucket.org/vdemidov/sas.planet/downloads>.
9. Парпан В.І. Деревні рослини як кумулятивні індикатори забруднення довкілля важкими металами / В.І. Парпан, М.М. Миленка // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. – 2008. – № 4 (38). – С. 93-97.

Миленка М.М., Довгань Н.В. Биоиндикационная и фитомелиоративная роль древесной растительности в урботехногенных экосистемах

Исследованы видовые особенности металлоаккумулирующей способности древесных растений в условиях разнофункциональных локальных экотопов Бурштинской урботехногенной экосистемы. Проанализирована перспективность применения древесных растений как фитомелиорантов и биоиндикаторов металлического загрязнения среды.

Ключевые слова: урботехногенная экосистема, фитомелиорация, биоиндикация, древесные растения, тяжелые металлы.

Mylen'ka M.M., Dovganich N.V. Bioindicative and phytomeliorative role of woody plants in urbotechnogenic ecosystems

Researched species features of metal accumulation ability of woody plants in different functional local ecotypes of the Burshtyn urbanecosystem. Analyzed the application of promising woody plants as phytomeliorants and bio-indicators of metal pollution of the environment.

Keywords: urbotechnogenic ecosystem, phytoimprovement, bioindication, woody plants, heavy metals.

УДК 551.582.1

Асист. Т.М. Левусь – НЛТУ України, м. Львів

ЕКОЛОГО-ТИПОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ МОДЕЛЮВАННЯ ГІРСЬКИХ КУЛЬТУРНИХ ЛАНДШАФТІВ

На основі еколого-типологічного принципу розроблено проект реконструкції ділянки парку у м. Трускавець з метою створення еколого-ботанічного стаціонару як моделі природних лісових фітоценозів Карпатських Бескид. Також висвітлено біологічні особливості створення кам'янистого саду – "Карпатарию" – як моделі високогірних карпатських ландшафтів.

Вивчення біорізноманіття, а на цій основі і його розширення – одне з головних завдань, поставлене II Конференцією ООН "Довкілля і розвиток" у Ріо-де-Жанейро (1992 р.). Особливо це стосується гірських регіонів, де найкраще збереглися окремі екосистеми, які володіють значним флористичним потенціалом.

Водночас сьогодні на порядок денний екологічної науки поставлене надзвичайно важливе завдання – дослідження фітоценотичного різноманіття, адже повночленні фітоценози забезпечують оптимальне існування особин того чи іншого виду. Внаслідок цього, охорона і збереження природних фітоценозів стає справою надзвичайно актуальною, про що свідчить створення "Зеленої книги України", куди занесені найхарактерніші фітоценози природних екосистем. Таким фітоценотичним багатством володіють Бескиди – зовнішня північно-східна смуга Українських Карпат, що піднімається до висоти 1268 м н.р.м. (гора Парашка).

У 2007 р. кафедрою ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоекології розроблено проект створення "Еколого-ботанічного стаціонару "Бескиди" Дрогобицького державного університету ім. Івана Франка" в межах господарського договору № 08.11-27-07. Під цей об'єкт була відведена частина парку у Трускавці, площею близько 5 га, межі якої прилягають як до забудови різного функціонального призначення (санаторій, приватні будівлі), так і до існуючого паркового масиву. Хоча парк вважається старовинним і характеризується певними композиційними особливостями, ділянка, відведена під реконструкцію та створення стаціонару, представляє собою загущені малоцінні насадження на складному рельєфі, з наявним водним потоком, що дає змогу розвинути тут експозицію різноманітних природних фітоценозів.

Використовуючи загальноприйняті еколого-типологічні принципи підбору рослин, проектом передбачено створення на основі сучасних парко-

вих насаджень фітоценозів-аналогів різних типів лісу, які існують на Нижніх, Середніх і Верхніх Бескидах. Формування цих фітоценозів проводитиметься шляхом реконструкції існуючих культурфітоценозів, методом вибірки окремих дерев з підсадкою на їх місце дерев-едифікаторів, кущів та трав'яних видів [5].

Відповідно до концепції проекту, викладеної вище, на основі літературних джерел [1, 5], підібрано, враховуючи природні умови Бескид (а саме типи лісорослинних умов), 15 найхарактерніших типів лісів. На цій основі проектується створення фітоценозів, які будуть представляти такі типи лісу в експозиціях стаціонару (рис.):



1. С₂-ЯлД – свіжа ялицева судіброва;
2. С₂-БкД – свіжа букова судіброва;
3. С₂-ГБк – свіжа грабова субучина;
4. С₃-ГБк – волога грабова субучина;
5. С₃-ЯлБк – волога ялицева субучина;
6. С₄-СмБкЯл – смереково-букова суяличина;
7. Д₂-Бк – свіжа чиста бучина;
8. Д₂-ЯлБк – свіжа ялицева бучина;