

## УДК 504.064.3:574

Чемерис І.А., Корнелюк Н.М. (Україна, Черкаси)

**ФІТОМОНІТОРИНГ УРБАНІЗОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА (НА ПРИКЛАДІ М. ЧЕРКАСИ)**

Міське середовище внаслідок високої концентрації населення та виробництв піддається різноманітним екологічним впливам, які чинять негативну дію на біотичні угруповання. Вплив на живі організми міст відбувається через різні види забруднення атмосферного, водного та ґрунтового середовища. Для оптимізації стану міського середовища активно використовується озеленення. Але проблема полягає в тому, що, з одного боку, зелені рослини підвищують комфортність проживання в містах шляхом здійснення цілого ряду фітомеліоративних функцій (є терморегуляторами, фітофільтрами, мають ландшафтне, санітарно-гігієнічне, рекреаційне та естетичне значення), що вивчено достатньо широко, а з іншого боку, відчуваючи негативний вплив антропогенних факторів, можуть використовуватися для моніторингу стану компонентів міського середовища.

Останній напрямок вивчення взаємовідносин рослин та урбанізованого середовища вивчений недостатньо повно, хоча сьогодні проводяться активні наукові розробки, присвячені фітомоніторингу як одному з методів оцінки якості навколишнього середовища [1 – 6].

В урбоекосистемах одним із потужних забруднювачів повітря є пил, який переноситься на великі відстані при розпиленні ґрунтів, при викидах від цементних, керамічних заводів, підприємств по виробництву силікатної цегли, а також від автотранспорту, що рухається. Ступінь негативної дії атмосферного пилу на рослини залежить від багатьох чинників, основними є її хімічний склад і розчинність у воді, густина осідання на поверхні і тривалість утримування, стійкість рослин до проникаючих токсикантів і інших екологічних чинників (таблиця 1).

Таблиця 1

**Дія атмосферного пилу на рослини**

Фізична дія	Хімічна дія
зміна оптичних властивостей листків, закупорювання продихів та гальмування біосинтетичних процесів	подразнення листків та гальмування росту рослин,

Поглинання забруднюючих речовин рослинним покривом є одним із важливих процесів виведення забруднення з атмосферного повітря. Найбільшою ефективністю виведення пилових частинок з атмосфери володіють ялинові ліси, найменшою — широколистяні; соснові ліси в цьому ряду займають проміжне місце. Максимальну пилоосаджувальну здатність серед листяних дерев мають різні види тополі (тополя біла, тополя бальзамічна, тополя чорна, тополя канадська), а також липа серцелиста, клен ясенелистий, ясен звичайний, які поширені в зелених насадженнях міст. Кількість пилу, що видаляється з повітря, збільшується з підвищенням шорсткості, гофрованості або горбистості листової пластинки. Це пов'язано з тим, що частинки, які осіли, утримуються міцно і не змиваються дощем. З листя з рівною глянцевою поверхнею пил легко змивається дощем [7, 8, 10, 11, 13, 14].

Для визначення кількості пилу використовуються різні методи. Найбільш поширений – аспіраційний. Але більш доступними є методи фітоіндикації. Тому основне завдання нашої роботи полягало в аналізі забруднення навколишнього середовища пилом в місті Черкаси, використовуючи розрахунок накопичення пилу на листових пластинках деревних рослин та дані, отримані аспіраційним методом.

Дослідження проводились за допомогою методики визначення кількості пилу по осадженню на листових пластинках [12]. Для проведення дослідження обрано найбільш поширені в м. Черкаси види деревних рослин – липу серцелисту (*Tilia cordata* L.), тополю пірамідальну (*Populus italica* L.) та каштан кінський (*Aesculus hippocastanum* L.). Для дослідження забруднення атмосферного повітря м. Черкаси пилом визначено вулиці з різним антропогенним навантаженням – Смілянську, площа 700 – річчя, Енгельса, Героїв Сталінграда, Дахнівська (подано в порядку зменшення антропогенного навантаження). Контроль – ділянка в умовно екологічно чистому районі (с.Скородистик, Черкаська область, Чорнобаївський район).

Дослідження пилового забруднення атмосфери за допомогою електроаспіратора весною 2008 р. показало наступну кількість пилу (таблиця 2)

Таблиця 2

<b>Кількість пилу на пробних майданчиках (аспіраційний метод)</b>	
Назва вулиці	Маса пилу, мг/м <sup>3</sup>
Смілянська – бульвар Шевченка	<u>0,39 ± 0,006</u> 2,56
Дахнівська	<u>0,28 ± 0,006</u> 3,60
Героїв Сталінграда	<u>0,31 ± 0,003</u> 1,84
Площа 700 -річчя	<u>0,37 ± 0,006</u> 2,70
Енгельса	<u>0,31 ± 0,006</u> 3,23
Контроль	<u>0,18 ± 0,006</u> 2,85

Примітка: Під рискою значення CV, %

Найбільш запиленими виявилися перехрестя вул. Смілянська – бульв. Шевченка та Площа 700 –річчя, де кількість пилу була вдвічі більше, ніж на контрольній ділянці. Найменша кількість пилу була на вул. Дахнівській, яка проходить через рекреаційні території міста, але і там кількість пилу виявилася у 1,5 рази більше, ніж на контрольній ділянці, що свідчить про надходження пилу від автотранспорту.

Аналіз кількості пилу за його накопиченням на листових пластинках дерев показав, що найбільшу кількість пилу накопичують листові пластинки липи серцелистої, найменшу – каштану (рисунок 1).

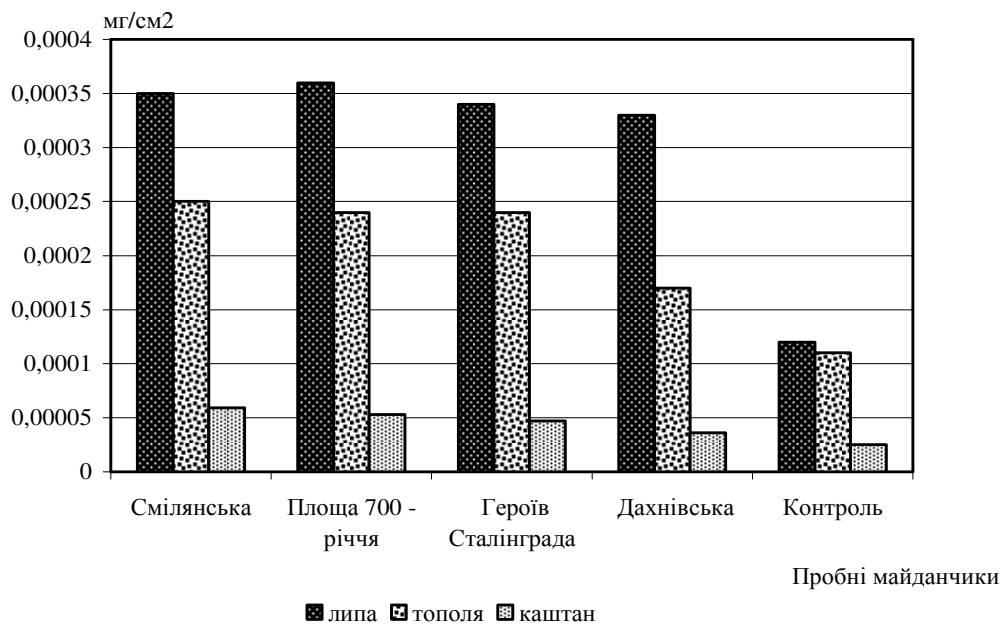


Рисунок 1 - Маса пилу на листових пластинках деревних рослин на пробних майданчиках

Порівняльний аналіз вмісту пилу на листових пластинках досліджуваних деревних рослин показав, що найбільша кількість пилу на листових пластинках деревних рослин спостерігалась на Площі 700-річчя та вулиці Смілянській, а найменша – в контрольному майданчику. Крім того, всі три види дерев мають схожі показники заповненості листових пластинок, що дає можливість показати залежність між забрудненням атмосферного повітря пилом та вмістом пилу на листових пластинках деревних рослин в різних районах м. Черкаси. Найбільша кількість пилу на листових

пластинках липи серцелистої спостерігалась на Площі 700 – річчя ( $0,00036 \text{ мг/см}^2$ ), дещо менша – на перехресті вулиці Смілянська – бульвар Шевченка ( $0,00035 \text{ мг/см}^2$ ), а найменший вміст пилу був на контрольній ділянці ( $0,00012 \text{ мг/см}^2$ ). Найбільша кількість пилу на листових пластинках тополі пірамідальної була на вулиці Смілянській, що може бути результатом впливу підвищеного руху транспорту в даному районі. Дещо менша – на Площі 700-річчя та вулиці Героїв Сталінграда, а найменший вміст – на контрольній ділянці. Найбільша кількість пилу на листових пластинках каштана кінського була визначена на вулиці Смілянській, дещо менша – на площі 700-річчя та вулиці Героїв Сталінграда, а найменший вміст – на контрольній ділянці.

З метою визначення достовірності фітоіндикаційного методу проведено розрахунок коефіцієнту кореляції, який показує рівень зв'язку між значеннями, виміряними аспіраційним методом та отриманими фітоіндикаційним методом. Коефіцієнт кореляції різних деревних рослин коливається в межах  $0,80 - 0,94$ : липа серцелиста –  $0,87$ , тополя пірамідальна –  $0,80$ , каштан кінський –  $0,94$ , що свідчить про високий ступінь зв'язку між досліджуваними показниками. Отже, можна зробити висновок, що даний метод визначення забруднення навколишнього середовища пилом за його накопиченням на листових пластинках деревних рослин є досить точним.

З метою практичного застосування отриманих результатів нами було розраховано рівняння регресії, яке дозволяє прогнозувати та визначати вміст пилу в атмосферному повітрі урбоєкосистем за його накопиченням на листових пластинках деревних рослин і не використовувати фізико-хімічні методи визначення пилу у повітрі (таблиця 2). Це рівняння показує залежність кількості пилу в атмосферному повітрі ( $y_x$ ) від накопичення пилу на листових пластинках деревних рослин ( $x$ ):

$$y_x = a_0 + a_1 \cdot x,$$

де  $a_0$  – значення  $y_x$  при умові, що  $x = 0$ ;  $a_1$  – коефіцієнт регресії (коефіцієнт пропорційності).

Таблиця 2

### Розрахунок рівняння регресії для деревних видів рослин

Досліджувані вулиці	Практичні значення вмісту пилу в атмосферному повітрі міста Черкас, $\text{мг/м}^3$	Розрахунок рівняння регресії	Теоретичні значення вмісту пилу в атмосферному повітрі міста Черкас, $\text{мг/м}^3$
<i>Липа серцелиста (Tilia cordata L.)</i>			
Вулиця Смілянська	0,3900	$y = 0,28 + 166,7 \cdot 0,00035$	0,3320
Площа 700 -річчя	0,3700	$y = 0,28 + 166,7 \cdot 0,00036$	0,3420
Вулиця Героїв Сталінграда	0,3100	$y = 0,28 + 166,7 \cdot 0,00034$	0,3300
Вулиця Дахнівська	0,2800	$y = 0,28 + 166,7 \cdot 0,00028$	0,3290
Сума:	1,3500		1,3500
<i>Тополь пірамідальна (Populus italica L.)</i>			
Вулиця Смілянська	0,3900	$y = 0,0878 + 1109,78 \cdot 0,00025$	0,3700
Площа 700 -річчя	0,3700	$y = 0,0878 + 1109,78 \cdot 0,00024$	0,3540
Вулиця Героїв Сталінграда	0,3100	$y = 0,0878 + 1109,78 \cdot 0,00024$	0,3540
Вулиця Дахнівська	0,2800	$y = 0,0878 + 1109,78 \cdot 0,00017$	0,2760
Сума:	1,3500		1,3500
<i>Каштан кінський (Aesculus hippocastanum L.)</i>			
Вулиця Смілянська –	0,3900	$y = 0,452 + 5,794 \cdot 0,000059$	0,4523
Площа 700 -річчя	0,3700	$y = 0,452 + 5,794 \cdot 0,000053$	0,4523
Вулиця Героїв Сталінграда	0,3100	$y = 0,452 + 5,794 \cdot 0,000047$	0,4522
Вулиця Дахнівська	0,2800	$y = 0,452 + 5,794 \cdot 0,000036$	0,4522
Сума:	1,3500		1,8100

Перевірка достовірності рівняння показала, що сума практичних значень вмісту пилу в атмосферному повітрі та сума його теоретичних (розрахованих за рівнянням значень) однакова для липи серцелистої та тополі пірамідальної і дорівнює  $1,35 \text{ мг/м}^3$ . Для каштана кінського сума теоретичних значень склала  $1,81 \text{ мг/м}^3$ , що перевищує практичне значення вмісту пилу в атмосферному повітрі міста.

Тому за даною методикою доцільніше використовувати липу серцелисту та тополню пірамідальну, оскільки отримані дані свідчать про високу залежність кількості накопиченого пилу на їх листових пластинках від вмісту пилу в атмосферному повітрі. Таким чином, для моніторингу пилового забруднення урбанізованого середовища можна активно впроваджувати фітоіндикаційні методи, використовуючи в якості монітора таку рослину як липа серцелиста.

Отже, можна зробити наступні рекомендації щодо оптимізації вмісту пилу на вулицях м. Черкаси:

1 Оптимізація руху автотранспорту:

а) зменшення руху автотранспорту по вулицях Смілянська, Ільїна, бульвар Шевченка за рахунок створення маршрутів на паралельних їм вулицях, оскільки за результатами дослідження в цих районах спостерігається найбільша запиленість повітря;

б) створення об'їздних доріг, які б сприяли зменшенню інтенсивності автотранспорту на головних вулицях міста;

3 Створення пилозатримуючих насаджень вздовж магістралей з використанням стійких до пилового забруднення дерев (тополя біла, тополя бальзамічна, тополя чорна, липа серцелиста, клен ясенелистий, тополя канадська, ясен звичайний), які затримують пил завдяки шорсткості, гофрованості листових пластинок даних видів дерев.

4 Застосування пиловловлюючих установок (сухих та мокрих пиловловлювачів) для очищення повітря від пилу на промислових підприємствах міста.

5 Зволоження вулиць міста:

а) побудова фонтанів;

б) зволоження шляхом поливання вулиць міста.

6 Збільшення на території міста площ газонів та клумб, створення композицій з різних груп рослин.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дідух Я. П., Плюта П. Г. Фітоіндикація екологічних факторів / АН України; Інститут ботаніки ім. М.Г.Холодного / К.М. Ситник (відп.ред.). — К.: Наук. думка, 1994. — 280с.
2. Ольхович О.П., Мусієнко М.М. Фітоіндикація та фітомоніторинг: Метод. рек./ Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. — К.: Фітосоціоцентр, 2005. — 64с.
3. Глухов О.З., Сафонов А.І., Хижняк Н.А.. Фітоіндикація металопресингу в антропогенно трансформованому середовищі / Донецький ботанічний сад НАН України. — Донецьк: Норд-Пресс, 2006. — 358с.
4. Гриб Й.В., Чемерис І.А. Екологічна оцінка стану навколишнього середовища методами фітоіндикації // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. — В. 1 (29). — Рівне: НУВГП, 2005. — С. 3 – 11.
5. Морозова Т.В. Різномірне біоіндикаційна оцінка екологічного стану слабо урбанізованих селітебних територій Чернівецької області: Автореф. дис. ... канд.. біол. наук: 03.00.16 / Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича. — Чернівці, 2005. — 22 с.
6. Стефурак В.П. Использование биологической активности почв для определения загрязнения их выбросами предприятий химической промышленности: Методические рекомендации. — Ивано-Франковск, 1990. — 23 с.
7. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем: Пер. с нем. / Под ред. Р. Шуберта. — М.: Мир, 1988. — 350 с.
8. Влияние загрязнения воздуха на растительность: Пер. с нем. / Бёртиц С., Эндерляйн Х., Энгманн Ф. и др; Под ред. Десслера Х.-Г. — М.: Лесная промышленность, 1981. — 184 с.
9. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. — К.: Наукова думка, 1978. — 246 с.
10. Кулагин Ю.З. Древесные насаждения и промышленная среда. — М.: Наука, 1974. — 215 с.
11. Мэннинг Уильям Дж., Федер Уильям А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений: Пер. с англ. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. — 143 с.
12. Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія: практичний курс. — Чернівці: Рута, 2003. — 320 с.
13. Смит У.Х. Лес и атмосфера: Взаимодействие между лесными экосистемами и примесями атмосферного воздуха: Пер. с англ. — М.: Прогресс, 1985. — 430 с.
14. Трешоу М. Диагностика влияния загрязнения воздуха и сходство симптомов // Загрязнение воздуха и жизнь растений. — Л.: Гидрометеиздат, 1988. — С.126 – 143.