

ОЦІНКА НАКОПИЧЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПИЛУ ЛИСТКАМИ ДЕРЕВ ТОПОЛІ В РІЗНИХ УРБООКОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

Досліджено накопичення атмосферного пилу листками тополі. Відпрацьовано метод фотометричної оцінки параметрів атмосферного пилу, накопичуваного листками дерев. Встановлений зв'язок між параметрами запиленості листків і урботехногенним навантаженням. Метод рекомендований для екологічної індикації, діагностики і моніторингу урбоєкосистем.

Ключові слова: атмосферні домішки, екологія, зелені насадження, індикація техногенного забруднення, нефелометрія, турбідиметрія, урбоєкосистема

Запорошеність приземного шару повітря є важливим параметром стану урбоєкосистем, де атмосферний пил пов'язаний за походженням з літогенною основою території та техногенезом. Як й інші атмосферні домішки, пил, пропорційно до його вмісту в повітрі, седиментується на відкриті поверхні, зокрема кору та листки дерев, які використовують для індикації запорошеності приземного шару повітря [1, 2].

Метою цього дослідження є опрацювання методу фотометричної оцінки параметрів атмосферного пилу накопиченого листям дерев тополі в різних урбоєкологічних умовах. Параметрами, що досліджувались є значення фотометричної оцінки кількості, розміру та щільності пилуватих часток змитих з поверхні листків дерев.

Матеріал і методи дослідження

Спостереження проведено протягом 2010 р. на 32 пікетах в урбоєкосистемах Івано-Франківська, Мелітополя та Чорнобиля. Відбирали листки тополі пірамідальної (*Populus pyramidalis* Borkh.), тополі чорної (*P. nigra* L.) або їх гібридів. На кожному пікеті – не менше 50-ти листків із 5-ти й більше дерев. До аналізу проби зберігали у поліетиленових пакетах при температурі +5-10°C. Вимірювання нефелометричних одиниць каламутності води (NTU) змивів з листків дерев проводили у день відбору проб з використанням приладу контролю якості води U-10 (Horiba). Виготовлення калібрувальних розчинів та проведення вимірювань виконано згідно інструкції з експлуатації приладу. При виконанні аналізу використовували дистильовану воду. Проби заливали 300 мл. води, збовтували протягом 3 хв., зливали рідину у аналітичну комірку й проводили 5 послідовних вимірювань NTU з інтервалом 2 хв. Листки після видалення змиву для аналізу промивали послідовно 4-ма порціями води, заливали 300 мл. води витримували 30 хв., розчин зливали у аналітичну комірку і проводили вимірювання значення NTU водної витяжки з листків. Значення NTU змитого з листової поверхні пилу обчислювали згідно запропонованої нами формули:

$$NTU_{\text{пилу}} = (NTU_1 - NTU_{\text{витяжки}}) \cdot S^{-1}, \quad (1)$$

де: NTU_1 – значення каламутності змиву за першим вимірюванням; $NTU_{\text{витяжки}}$ – каламутність водної витяжки листків; S – площа поверхні листків, з якої зроблено змив.

Фотометричний седиментаційний показник складу атмосферного пилу змитого з поверхні листків (ураховує розмір й щільність пилуватих часток) обчислювали згідно запропонованої нами формули:

$$P_{\text{седимент}} \% = (NTU_1 - NTU_i) \cdot 100 \cdot NTU_1^{-1}, \quad (2)$$

де: NTU_i – значення каламутності змиву i -го вимірюванням, в цьому дослідженні – 5-го.

Мінімально необхідну кількість спостережень на пікеті обчислювали за рівнянням [3]:

$$n = \frac{t^2 V^2}{m^2}, \quad (3)$$

де: t – табличне значення критерію Ст'юдента (при $P=0,68$, $t=1,0$); V – коефіцієнт варіації (в %); m – задане значення точності дослідження, в нашому випадку – 10%.

Для уникнення похибки, пов'язаної з видоспецифічністю накопичення атмосферного пилу листками тополі, порівнювали значення фотометричної оцінки запорошеності листя дерев на восьми пікетах в м. Івано-Франківську, м. Мелітополі та м. Чорнобиль. Достовірної різниці значень, отриманих для досліджуваних видів дерев, виявлено не було. Відповідно, паралельні результати, отримані для обох видів тополі, усереднювали.

Межа розширеної невизначеності лабораторних вимірювань, обчислена згідно існуючих рекомендацій [4], не перевищувала 5%.

Результати досліджень та їх обговорення

Для оцінки мінімально необхідної кількості спостережень при заданих параметрах точності (формула 3), в Івано-Франківську та Мелітополі було відібрано на шести пікетах окремі проби з п'яти дерев *Populus pyramidalis*. Результати спостережень показали, що для неперевикнення межі розширеної невизначеності – 30%, яка включає невизначеність позиціонування при відборі проб (10%) й лабораторних вимірювань (5%), невизначеність пов'язана із нерівномірним розподілом пилу на листі дерев не має перевищувати 15%. Для досягнення вказаного значення необхідно проводити відбір проб листків при заданих параметрах точності в середньому з 6-ти дерев (табл. 1). В міру збільшення запорошеності приземного шару повітря або неоднорідності умов седиментації пилу, кількість складових (листіків з окремих дерев) сумарної проби, що відбирається на пікеті – зростатиме. Зменшити інтервал невизначеності можна або збільшення кількості обстежених дерев або повторними спостереженнями на даному пікеті.

Обстежені урбоєкосистеми відрізняються за запорошеністю повітря та реакцією дерев на забруднення. За цими параметрами досліджувані території можна розташувати в порядку погіршення умов в ряд: Чорнобиль, Мелітополь, Івано-Франківськ [2]. Усереднені результати спостережень за значеннями $NTU_{пилу}$ та $P_{седимент}$ узгоджуються з порівняльною оцінкою стану урбоєкосистем (табл. 2).

Таблиця 1

Інтервали значень фотометричної оцінки атмосферного пилу накопиченого листками дерев тополі

Параметри	V, %, мін.-макс.	Інтервал невизначеності, %	n, мін.-макс.
$NTU_{пилу}, NTU/см^2$	15–28	44–84	3–8
$P_{седимент}, \%$	10–33	39–98	3–11

Примітки: V, % – коефіцієнт варіації; n – мінімально необхідна кількість спостережень на пікеті обчислена за формулою 3

Таблиця 2

Усереднені значення фотометричної оцінки атмосферного пилу накопиченого листками дерев тополі

Урбоєкосистема	$NTU_{пилу,2}$ $NTU/см^2$	V, %	$P_{седимент}, \%$	V, %	$NTU_{витяжки},$ % до NTU_1	V, %
Івано-Франківськ	0,265	44	29	35	26	33
Мелітополь	0,219	24	13	40	14	57
Чорнобиль	0,104	51	18	44	17	50

Значення $NTU_{витяжки}$, що характеризує пошкодження клітинних мембран, є більшими у дерев у Івано-Франківську й Чорнобилі, де у першому випадку переважає урботехногенне забруднення, а у другому – радіаційне. В умовах Мелітополя у складі атмосферних домішок значну роль відіграє пил розвіяного ґрунту, що меншою мірою пошкоджує покривну тканину листків дерев.

Зв'язок значень фотометричної оцінки атмосферного пилу, накопиченого листками дерев тополі з параметрами урботехногенного навантаження, оцінювали методом кореляційного аналізу за результатами спостережень на 15 пікетах, закладених у Мелітополі (табл. 3).

Результати кореляційного порівняння значень фотометричної оцінки запорошеності листків дерев та урботехногенного навантаження

Параметри	qAT , авт.·м ² ·год. ⁻¹	Z_c кори дерев	P_E , мкЗв/год.	$K_{б\ddot{y}d}$
$NTU_{пилу}$, $NTU/см^2$	0,29	0	0,34	0,62
$P_{седимент}$, %	-0,24	-0,42	0	0

Як параметри урботехногенного навантаження використано значення щільності потоку автотранспорту (qAT); показник сумарного забруднення кори дерев атмосферними поллютантами (Z_c); дозовий еквівалент літолого-геохімічної трансформації ґрунту при забудові (P_E); урбометричний показник забудованості ($K_{б\ddot{y}d}$) [2]. При відсутності достовірного зв'язку значення коефіцієнтів кореляції позначено у табл. 3 як "0". Найтісніший зв'язок (із коефіцієнтом кореляції 0,62) виявлено між значеннями $K_{б\ddot{y}d}$ та $NTU_{пилу}$. Причиною зв'язку є те, що при ущільненні забудови скорочується озелененість міст, збільшується вітрова ерозія ґрунту, засміченого будівельними відходами, зростає запорошеність повітря. Вплив будівельного чинника підтверджує зв'язок значень $NTU_{пилу}$ та P_E , який показує, що використані в будівництві зола та шлаки збільшують потужності гама-випромінення ґрунту та збагачують його пилюватою фракцією. Зростання в атмосфері частки дрібнодисперсного техногенного пилу та аерозолів викликає зростання значення Z_c кори дерев. Зворотній зв'язок (-0,42) між значеннями Z_c кори та $P_{седимент}$ листя дерев свідчить про чутливість методу до техногенного пилу, який швидше седиментується у змивах завдяки більшій щільності. Кореляції між значенням qAT , з одного боку, $NTU_{пилу}$ (0,29) та $P_{седимент}$ (-0,24), з іншого, демонструють розвіювання від доріг крупнодисперсного будівельного пилу поряд з щільним дрібнодисперсним та аерозолями. Перший утворюється при ерозії дорожнього покриття й викликає збільшення значення $NTU_{пилу}$; друге – від згоряння пального, корозії та тертя механічних деталей транспорту. Щільний, збагачений металами матеріал прискорює седиментацію зависі у змивах з листя дерев та збільшує значення $P_{седимент}$.

Висновки

Отримані результати показали, що запропонований нами метод фотометричної оцінки параметрів атмосферного пилу накопиченого листками дерев опрацьований на прикладі листків двох видів тополі може бути застосованим для екологічної індикації, діагностики та моніторингу урбоєкосистем. Метод є чутливим до оцінки генези пилу (техногенного чи природного) завдяки фотометричній оцінці кількості та динаміки седиментації пилюватих часток, змитих з поверхні листків дерев.

1. *Вивчити* вплив антропогенних факторів на ріст зелених насаджень міста Івано-Франківськ і розробити рекомендації по підвищенню стійкості існуючих та створенню нових насаджень / Звіт з НДР (заключний). Тема № 1/95 (ГД). Затверджено : директор УкрНДДгірліс, д. б. н. В. І. Парпан. – Івано-Франківськ, 1995. – 140 с.
2. *Ганжа Д. Д.* Індикаційно-діагностична оцінка поверхневого забруднення суходольних біогеоценозів (на прикладі Запорізької, Івано-Франківської областей та зони відчуження Чорнобильської АЕС) / *Ганжа Д. Д.* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біологічних наук. Спец. "Екологія". – Дніпропетровськ, 2009. – 20 с.
3. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов – М. : Колос, 1965. – 736 с.
4. *Применение* Руководства по выражению неопределенности измерений. РМГ 43-2001: Государственная система обеспечения единства измерений. Издание официальное. – Минск : ИПК изд-во стандартов, 2003. – 19 с.

Д. Д. Ганжа

Государственное специализированное предприятие по переработке и утилизации техногенных отходов "ТЕХНОЦЕНТР", Украина

ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ АТМОСФЕРНОЙ ПЫЛИ ЛИСТЬЯМИ ДЕРЕВЬЕВ В РАЗЛИЧНЫХ УРБОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Проведено исследование накопления атмосферной пыли листьями тополя. Отработан метод фотометрической оценки параметров атмосферной пыли, накапливаемой листьями деревьев. Установлена связь между параметрами запыленности листьев и урботехногенной нагрузкой.

Метод рекомендован для экологической индикации, диагностики и мониторинга урбоэкосистем.

Ключевые слова: атмосферные примеси, зеленые насаждения, индикация техногенного загрязнения, нефелометрия, турбидиметрия, урбоэкосистема

D.D. Ganzha

State specialized enterprise technogenic waste treatment and disposal centre "TECHNOCENTRE", Ukraine

ESTIMATION OF TREES LEAVES ATMOSPHERIC DUST ACCUMULATION IN DIFFERENT URBAN ECOLOGY CONDITIONS

The study of *Populus leaves* atmospheric dust accumulation. Photometric method for estimation of atmospheric dust parameters, which accumulates the leaves of trees worked out. The relationship between the parameters of dust and leaves technogenic load. Method is recommended for environmental indicator, diagnostics and monitoring urbanized ecosystems.

Keywords: atmospheric pollutants, greenery, ecology, indication of man-caused contamination, nephelometry, turbidimetry, urbanized ecosystems

Рекомендує до друку
В.В. Грубінко

Надійшла 24.02.2011