

УДК 502:57.04:504.75.05

[HTTPS://DOI.ORG/10.30970/VLUBS.2026/96/03](https://doi.org/10.30970/VLUBS.2026/96/03)

ЧУТЛИВІСТЬ ПИЛКУ *FORSYTHIA SUSPENS*A Vahl. ДО УМОВ СЕРЕДОВИЩА В ЗЕЛЕНИХ НАСАДЖЕННЯХ ЛЬВОВА

Р. Матяшук*, І. Ткаченко, І. Тесленко

Державна установа «Інститут еволюційної екології НАН України»
бул. Акад. Лебедева, 37, Київ 03143, Україна
e-mail: raisakiev2015@gmail.com

Матяшук Р. К. – <https://orcid.org/0000-0003-1929-0522>

Ткаченко І. В. – <https://orcid.org/0000-0001-6398-3129>

Тесленко І. К. – <https://orcid.org/0000-0002-4184-4774>

Започатковано моніторингову оцінку стану урбоекосистеми Львова за чутливістю видів-фітоіндикаторів. Досліджено якісні й кількісні показники пилку високоствійкого біоіндикатора *Forsythia suspensa* Vahl. як одного з найбільш поширених видів чагарникового ярусу в зелених насадженнях міста. Для екомоніторингу закладено 11 локацій у міських насадженнях з різним рівнем забруднення атмосфери та впливу чинників урботехногенного походження. Результати визначення температури поверхні землі на досліджених локаціях Львова підтвердили вагомий позитивний вплив великих за площею паркових насаджень на зменшення теплового забруднення прилеглих територій і реалізацію репродуктивного потенціалу *F. suspensa* (фертильність пилку досягала майже 80 %). Найбільші порушення мікроспорогенезу в цього виду, зокрема, за морфометричними показниками пилку, відмічено у рослин із вуличних насаджень Львова. У цих умовах під час квітання рослин значно (в 1,4–1,8 рази) зростала частка морфологічно-аномального пилку, переважно через продукування дегенерованих зерен. Тим самим біоіндикаційні дані підтверджують відомості Центральної геофізичної обсерваторії ім. Б. Срезневського, що саме автотранспорт є домінуючим джерелом забруднення атмосфери Львова. Підтверджено перспективність використання методів біоіндикаційної оцінки довкілля Львова з використанням рослин чагарникового ярусу. Оскільки з 2021 р. Львів увійшов до списку міст із найбільшим рівнем забруднення повітря в Україні, фітоіндикація екосистем може бути складовою соціально-гігієнічного моніторингу та поділу територій на категорії екологічної безпеки за токсикомутагенним фоном. Важливо, що спостереження за станом атмосферного повітря, водного середовища, біорізноманіття є найпершим елементом реалізації затвердженого плану дій Зеленого міста Львова.

Ключові слова: *Forsythia suspensa* Vahl., урбоекосистема, біоіндикація, пилок, моніторинг

Природне середовище є необхідною фізичною і біологічною умовою існування людини та джерелом життя на Землі. У цьому середовищі під впливом різних факторів відбуваються небажані зміни, які порушують екологічну рівновагу і тим самим завдають великої шкоди генофонду всього живого, зокрема, й людини [18]. Зміни у стані природного середовища пов'язані не лише з біосферними процесами, а й із діяльністю людини, тому виникає необхідність постійно контролювати стан урбоєкосистеми, маючи на меті екологічно безпечні умови проживання [12, 32]. Регулювання стану атмосферного повітря як основного елементу навколишнього природного середовища є запорукою здорового та гармонійного існування людини і всієї екосистеми [20, 50]. Водночас для більшості великих міст України саме із забрудненням атмосферного повітря пов'язані основні екологічні проблеми [10, 28, 34–36]. Згідно зі звітом World Air Quality Report, у 2020 р. за забрудненістю повітря Україна була 8-ю у Європі та 43-ю серед країн світу [16]. У 2022 р. за оцінкою екологічної ситуації Львівська обл. опинилася на одному з останніх місць по Україні (на підставі офіційних даних Держстату, Держводагентства, Національного інституту раку за 2020 р.) [21].

Екологічні умови продовжують залишатися детермінантами розвитку найбільш поширених патологій у населення [9, 41, 51, 52 та ін.]. На сьогодні у станах передхвороби перебуває більше 50 % усього населення планети [23]. За даними (на 2020 р.) Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) в Україні від забруднення повітря щорічно передчасно помирало 124 особи на кожні 100 тис. мешканців [27]. ВООЗ зазначає, що із забрудненням атмосферного повітря у світі пов'язують 4,2 млн смертей на рік через інсульт, хвороби серця, рак легенів і хронічні респіраторні захворювання. Саме ці хвороби лідирують в Україні за поширеністю й кількістю смертей [16].

Реальна загроза здоров'ю населення поглиблюється через забруднення довкілля великою кількістю шкідливих хімічних речовин від стаціонарних і пересувних джерел. Ця загроза посилюється одночасним забрудненням довкілля речовинами зі синергізмом шкідливої дії. Від впливу таких аерополітантів як пил, сірчистий ангідрид, діоксид азоту, мідь, хром, цинк найбільше страждають органи дихання людини [41, 45]. Основними джерелами цих забруднень (понад третина) є автотранспорт, трохи менше, ніж третина (27 %) – теплоелектростанції та електростанції з пилоподібним паливом. У великих містах України шкідливі викиди у повітря внаслідок роботи автотранспорту перевищують 50 % їхньої загальної кількості, а обсяг газового забруднення ще вищий – 60–70 % [23, 26].

Головну функцію очищення повітря від домішок, що містяться у ньому, зниження впливу пилу та шкідливих газів на людину виконують лише зелені насадження [18]. Водночас підтверджено, що вищі рослини чутливі до впливу канцерогенних агентів і можуть бути використані як додаткове джерело інформації у визначенні рівня забруднення повітря, особливо в районах із високим вмістом забруднювачів [1, 5, 6, 34–36 та ін.]. Використання рослин як інструменту біомоніторингу стає дедалі більш актуальним методом завдяки його доступності, простоті в застосуванні, наявності численних уже стандартизованих методик [2, 31, 52]. Показник кореляції даних, отриманих у рослинних тестах, із результатами тестування на культивованих клітинах ссавців не нижчий від показника кореляції між результатами тестування на інших організмах. Тісний кореляційний зв'язок, встановлений між показником абортивності біоіндикатора й концентраціями політантів (зокрема, таких як окис вуглецю, двоокис азоту, фенол, формальдегід і аміак), та незначний зв'язок з вмістом пилу, двоокису сірки, фтористого і хлористого водню є підставою, зокрема, для поділу територій на категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном [32]. В умовах воєнного стану система

моніторингу повітря є важливою складовою соціально-гігієнічного моніторингу й оцінки ризику для здоров'я населення. Отримання цієї інформації потребує використання всіх наявних інструментів, а метод біоіндикації є важливим доповненням екомоніторингових досліджень [8, 25, 26]. Представлена робота є продовженням біоіндикаційної оцінки стану довкілля з використанням рослин чагарникового ярусу в озелененні різних міст України.

Матеріали та методи

Дослідження пилку *Forsythia suspensa* Vahl. як одного з найпоширеніших видів чагарникового ярусу в зелених насадженнях Львова проводили у квітні 2025 р. Для оцінки стану забруднення атмосферного повітря використали відомості Центральної геофізичної обсерваторії ім. Б. Срезневського (далі – ЦГО) та інформацію Державної служби статистики України (зокрема, Головного управління статистики у Львівській області) [48, 58–61].

За стійкістю пилку до дії несприятливих екологічних факторів *F. suspensa* належить до п'ятої групи (високочутливі види) у списку рекомендованих рослин для фітоіндикації довкілля [40]. Генеративна частина цих рослин розташована на висоті до 1,5–1,8 м, вона, як і дихальна система людей, що перебуває в цій же зоні, реагує на довготривалу дію основних складових аерогенного забруднення [10, с. 84–87]. Матеріал відбирали у фазу масової бутонізації та квітнення рослин на 11 локаціях, зокрема, на 4 об'єктах природно-заповідного фонду (ботанічні сади Національного лісотехнічного університету України та Львівського національного університету імені Івана Франка, пам'ятка садово-паркового мистецтва «Стрийський парк», парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення «Високий Замок»), лінійних і фрагментарних вуличних насадженнях (див. таблицю). Згідно з даними Львівського регіонального центру з гідрометеорології у місті Львові, залежно від рівня забруднення атмосферного повітря, виділяють чотири зони, з урахуванням яких розташовані пости спостережень за якістю повітря (далі – ПСЗ) [24]. Ураховуючи розташування постів спостережень, дані щодо забруднення атмосферного повітря з ПСЗ 1 використовували для оцінки стану пилку *F. suspensa* на діл. 9, 10, з ПСЗ 2 – на діл. 6, з ПСЗ 3 – на діл. 2, 3, 4, 5 і ПСЗ 4 – на діл. 7, 8, а для діл. 1 вважаємо рівнозначно актуальні відомості з ПСЗ 2 і ПСЗ 3.

Фертильність (%) пилкових зерен оцінювали за наявністю крохмалю, визначали за гістохімічною реакцією з розчином Люголя [14; 15; 17] та за морфометричними показниками сухого пилку (розмір зерен за довжиною полярної осі P та екваторіального діаметра E , мкм). Вибірка становила не менше 200 зерен у кожному варіанті.

Також визначали рівень морфологічної різноякісності пилку (гіпотрофовані пилкові зерна в 1,5–2 рази менші та гіпертрофовані – в 1,3–1,5 рази крупніші) для доповнення висновку про ступінь екологічної напруженості території [54]. Типова форма сухого пилкового зерна *F. suspensa* – сфероїдальна (URL: <https://www.paladat.org/pub>). За співвідношенням довжини полярної осі до екваторіального діаметра (P/E), що визначає індекс форми (ІФ), пилкові зерна цього виду належать до класу prolate (подовгастий, або витягнутий) [4, 13]. Препарати досліджували за допомогою мікроскопа Nikon Eclipse E100 з фотоапаратом Canon 1300D BODY і програмного забезпечення AxioVision Rel. 4.8. Статистичну обробку проводили за загальноприйнятими методами дисперсного аналізу з використанням MS Excel 97-2003.

Також визначали рівень морфологічної різноякісності пилку (гіпотрофовані пилкові зерна в 1,5–2 рази менші та гіпертрофовані – в 1,3–1,5 рази крупніші) для доповнення висновку про ступінь екологічної напруженості території [54]. Типова форма сухого пилко-

Розташування дослідних ділянок і стаціонарних постів спостережень Центральної геофізичної обсерваторії ім. Б. Срезневського

№ ділянки	Адреса моніторингової ділянки	GPS координати локації збору матеріалу
1	Ботанічний сад НЛТУ України	49,82401; 24,00257
2	Парк імені Івана Франка	49,83841; 24,02172
3	Стрийський парк	49,8208; 24,02473
4	Парк Високий Замок	49,84848; 24,03506
5	вул. Максима Кривоноса, 39А	49,84763; 24,04143
6	вул. Городоцька	49,82875; 23,9589
7	вул. Зелена, 255	49,80357; 23,06446
8	вул. Пасічна, 127А	49,80721; 23,07033
9	вул. Петра Панча, 5	49,86061; 24,01512
10	вул. В. Чорновола, 67Г	49,86146; 24,01743
11	вул. Володимира Коновальця (с. Малехів)	49,88504; 24,07628
Розташування стаціонарних постів спостережень		
Пост 1	вул. Генерала Юнаківа, 10	
Пост 2	вул. Городоцька, 221	
Пост 3	Соборна площа, 11	
Пост 4	вул. Зелена, 301	

вого зерна *F. suspensa* – сфероїдальна (URL: <https://www.paldata.org/pub>). За співвідношенням довжини полярної осі до екваторіального діаметра (P/E), що визначає індекс форми (ІФ), пилкові зерна цього виду належать до класу prolate (подовгастий, або витягнутий) [4, 13]. Препарати досліджували за допомогою мікроскопа Nikon Eclipse E100 з фотоапаратом Canon 1300D BODY і програмного забезпечення AxioVision Rel. 4.8. Статистичну обробку проводили за загальноприйнятими методами дисперсного аналізу з використанням MS Excel 97-2003.

Для створення теплової карти території міста Львова використали супутникові знімки Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L1, що отримані через портал USGS EarthExplorer. Ці знімки містять термальні інфрачервоні дані, які дають змогу оцінити температуру земної поверхні (Land Surface Temperature, LST). Також використано методику [3], яка базується на вдосконаленому одноканальному алгоритмі для визначення температури поверхні землі за даними теплового інфрачервоного сенсора (TIRS) супутників Landsat-8. У роботі обрано такі дати супутникових знімків: 2025.04.04, 2025.04.29, 2025.06.16, 2025.07.02, 2025.08.03. Для визначення температури та створення візуалізованих карт обрано програму QGIS 3.44.2.

Територія досліджень

У 2021 р. Львів увійшов до списку міст із найбільшим рівнем забруднення повітря в Україні [59]. Рейтинг Львівщини з 16–18-ї сходинки у 2021 р. знизився до 21-ї сходинки у 2022 р., і загальний бал становив лише 2,36 одиниці (до прикладу, у лідерів рейтингу Житомирської, Чернівецької та Закарпатської областей – від 20,57 до 18,84 бала,

відповідно). Стан атмосферного повітря області (за показником викидів забруднюючих речовин в атмосферу) був гірший ($6,8 \text{ т/км}^2$) за середні показники по Україні ($6,0 \text{ т/км}^2$) [21]. На склад атмосферного повітря території впливають два головні фактори: внесення в атмосферу забруднюючих речовин через різноманітні джерела і шкідливий фізичний вплив (випромінювання, звукові коливання, шум тощо) на повітря. Ці та інші фактори порушують оптимальну якість повітря, що негативно впливає на здоров'я людей, стан і розвиток тварин і рослин [20]. За даними ЦГО, у Львові індекс забруднення атмосфери (ІЗА), який враховує ступінь забруднення атмосферного повітря за п'ятьма пріоритетними забруднювальними домішками (формальдегід, діоксид азоту, завислі речовини, оксид вуглецю, фтористий водень) у 2021 р. становив 7,2 ум. од., у 2022 р. – 7,0 ум. од. та у 2023 р. 8,3 ум. од. У 2024 р. Львів знов увійшов до п'ятірки міст із високим індексом забруднення атмосферного повітря (8,9 ум. од.), поряд із містами Кам'янське (13,9 ум. од.) і Кривий Ріг (11,2 ум. од.) [58–61].

Щорічно тенденція до зростання ІЗА розпочинається в березні–квітні (це період активного розвитку генеративних органів *F. suspensa*) і досягає максимуму в липні–вересні (рис. 1). На забруднення атмосфери мають вплив і погодні умови – мала кількість опадів, високі температури, низька вологість повітря та мала швидкість вітру сприяють зростанню вмісту аерополітантів по всіх домішках [24].

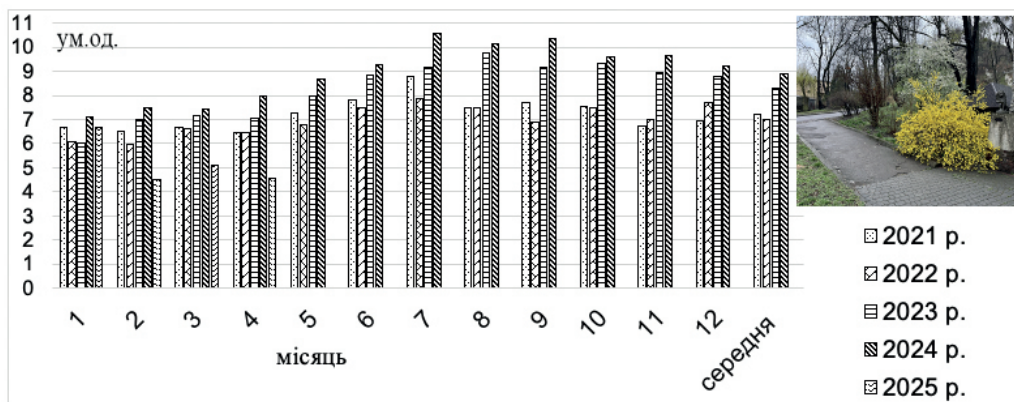


Рис. 1. Індекс забруднення атмосфери Львова (за даними ЦГО)

За інтегральним показником (визначається за показниками стану атмосферного повітря, земельних і водних ресурсів через антропогенне навантаження і природний стан екосистем регіонів України) стан навколишнього природного середовища у Львівській обл. є напруженим (0,499 при 0,435 – середнє по Україні; до прикладу – 0,636 у Волинській обл.). Індекс екологічного стану атмосферного повітря – 0,447 ум. од., при 0,469 по країні [46].

Доведено, що забруднювачі атмосферного повітря обумовлюють ефект пролонгованої акумуляційної дії на організм дорослої людини [7]. Вплив стану атмосферного повітря на здоров'я населення (зокрема, загострення хронічних хвороб органів дихання, серцево-судинної та нервової систем, алергічних проявів) відчувається в районах житлової забудови, прилеглої до автомагістралей з інтенсивним транспортним рухом, де рівні забруднення повітря на порядок вищі, ніж у районах, де відповідного

руху немає. За даними ДУ «Центр громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України» (за 2023 р.), показники захворювання на ГРВІ у Львівській області на 32 % перевищують середні по Україні, а показники на інші респіраторні інфекції – в 1,3–1,8 раза [44, 57]. Математичні моделі засвідчили очікуване зростання поширеності більшості хвороб у найближчій перспективі саме під впливом зростаючих обсягів надходження забруднюючих речовин від пересувних джерел [26]. Саме автотранспорт є домінуючим джерелом забруднення атмосферного повітря у Львові, а також комунальні підприємства: Львівське комунальне підприємство «Залізничтеплокомуненерго», Львівське міське комунальне підприємство «Львівтеплоенерго» (ТЕЦ-1, ТЕЦ-2), Львівське комунальне підприємство «Львівводоканал», ТОВ «Львівська ізоляторна компанія», ПрАТ «Львівський локомотиворемонтний завод», АТ «Галичфарм», котельні [19, 20, 56, 60, 61].

Пріоритетними забруднюючими речовинами атмосферного повітря міста є: пил (джерела – автотранспорт, деревообробна промисловість); діоксид сірки (промислові підприємства); оксид вуглецю (автотранспорт, підприємства теплоенергетики); діоксид азоту (підприємства теплоенергетики); формальдегід (автотранспорт, фанерна промисловість). Саме перевищення середньодобових гранично допустимих концентрацій (ГДКс.д.) по формальдегіду є найбільшим – від 2,7 раза (2019–2021 рр.) до 3,33–3,67 у 2023 і 2024 рр., відповідно [47, 59–61]. Упродовж січня–квітня 2025 р. вміст формальдегіду в атмосферному повітрі Львова у 1,2–2,8 раза перевищував ГДКс.д. [49, 56]. За нормативом ГДКс.д. оцінюють речовини, які здатні тимчасово або постійно накопичуватися в організмі людини [22].

Важливими агентами елімінації з міського середовища та знешкодження (або депонування) шкідливих полютантів, пилу, оптимізації газового складу повітря і терморегуляції у міському середовищі є зелені насадження. Деревні фітоценози здатні знижувати на понад 40 % концентрацію пилу в повітрі, зменшувати шумовий тиск до нормативно допустимих рівнів, пригнічувати розвиток хвороботворних бактерій за рахунок фітонцидності [33]. За даними Управління екології та природних ресурсів Львова, майже 26 % площі міста вкрито парковими і вуличними насадженнями, що істотно зменшує забруднення довкілля. Станом на 2000 р. на одного мешканця припадало 54 кв. м зелених насаджень (за даними Управління екології та природних ресурсів), а відповідно до вимог ВООЗ оптимальною для міського мешканця вважається площа зелених насаджень на рівні 50 кв. м [29, 55]. Важливо, що саме з пріоритетних заходів щодо моніторингу якості повітря та впливу транспорту на аерозабруднення та шумове забруднення розпочинається комплексна стратегія покращення екологічних показників міста згідно із затвердженням Планом заходів «Зеленого міста» для Львова [29, 30, 37, 39, 42]. Оцінка стану найчутливішої частини рослин – клітин генеративного розмноження – є ефективним доповненням у системі індикації екологічного стану урбоєкосистеми та оцінки ймовірних ризиків для здоров'я населення, тому що рослини значно раніше за людей і тварин реагують на зміни у довкіллі.

Результати і їхнє обговорення

Моніторингові ділянки розташовані в чотирьох районах (Франківському, Галицькому, Личаківському, Шевченківському) та с. Малехів, віддаленому на 5 км від центру Львова (рис. 2).

Території трохи відрізняються за рівнем забруднення атмосфери і за впливом чинників урботехногенного походження. За даними ЦГО, для території розташування ПСЗ 1 у 2024 р. максимальний показник ІЗА становив 8,77 ум. од. (липень), мінімальний

5,86 (січень), у 2023 р. – 7,54 (серпень) та 4,49 (січень). Для території розташування ПСЗ 2 у 2024 р. – 10,38 (липень) і 7,0 (січень) та у серпні й січні 2023 р. – 9,41 і 5,8, відповідно. Для ПСЗ 3 – 12,07 (липень – серпень) і 8,17 (січень) у 2024 р. та 11,65 (серпень) і 7,25 (січень) 2023 р. Для ПСЗ 4 – 10,91 (липень) і 7,47 (січень) 2024 р. та 10,53 (серпень) і 6,47 (січень) 2023 р.



Рис. 2. Розташування дослідних ділянок (позначка ●) і стаціонарних постів спостережень Центральної геофізичної обсерваторії ім. Б. Срезневського (позначка ▲)

Додаткові відомості про стан атмосферного повітря у м. Львові (зі 7 онлайн-станцій моніторингу, які тепер працюють) надає система SaveEcoBot, зокрема, за формулою Now-Cast (US EPA) вона наводить індекс якості атмосферного повітря, що розрахований для головного забрудника повітря – дрібнодисперсного пилу фракції 2,5 мк (PM_{2,5}) (<https://www.saveecobot.com/maps/lviv>) (рис. 3). Висока потенційна загроза PM_{2,5} для здоров'я людини криється у його здатності легко проникати в організм людини через дихальні шляхи і спричиняти захворювання органів дихання та зростання ризику хвороб серцево-судинної системи [11]. Часова варіація концентрацій PM_{2,5} залежно від сезону року також істотно впливає на рівень забруднення повітря у приземному шарі.

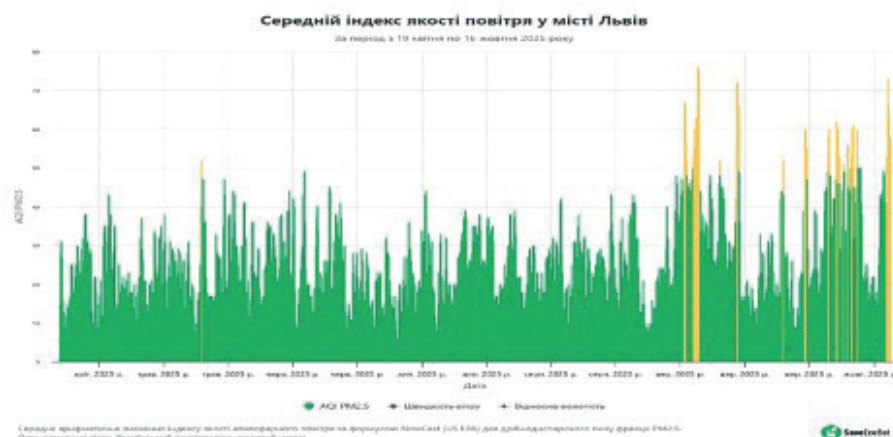


Рис. 3. Середнє арифметичне значення індексу якості повітря за формулою NowCast для дрібнодисперсного пилу фракції 2,5 мк за даними системи SaveEcoBot у м. Львові

Відстежити відмінність умов вирощування рослин на обраних ділянках дають можливість і результати визначення температури поверхні землі за даними теплового інфрачервоного сенсора супутників Landsat-8 (за [3]) (рис. 4).



Рис. 4. Теплова карта території дослідних ділянок у м. Львові

У фазу масової бутонізації (04 квітня) *F. suspensa* температура на ділянках відрізнялася на 4,2 °C, у період масового квітування (29 квітня) різниця сягала 6,9 °C. Максимальну (10 °C) відмінність температурних умов спостерігали у червні, коли настає формування генеративних органів для квітування рослин у наступному році. Упродовж наведеного періоду найменші коливання температури (9–11 °C) зафіксовано для діл. 1–5 і 11, значно вищі (12,5–13,5 °C) – для діл. 6, 7, 9, 10, а максимальні (15 °C) – для діл. 8. Це додатково підкреслює вагому роль зелених насаджень у терморегуляції міського середовища – саме значні за площею масиви ботанічного саду (діл. 1), парків (діл. 2–3) і прилеглих до них територій (діл. 5) зменшують теплове забруднення міста. У розрізі адміністративних районів Львова найбільша площа зелених насаджень є в Личаківському та Шевченківському, найменша – в Галицькому та Франківському районах [29].

Отже, за аналізом наведених екологічних чинників міського середовища на діл. 1–5 є більш сприятливі абіотичні умови для вирощування рослин, а найменший вплив антропогенних факторів (за показником ІЗА) є на діл. 9 і 10, і це, зокрема, позначається на реалізації репродуктивного потенціалу *F. suspensa*. Максимально високу якість пилку (79,6 та 78,2 %) в закритому бутоні мали рослини з паркових насаджень міста (парк Високий Замок і парк імені Івана Франка, відповідно діл. 4, 2), а також на діл. 6, 10 вуличних зелених насаджень (75,9 та 74,5 %, відповідно). Із розкриттям квітки фертильність пилку здебільшого знижується, але в насадженнях Стрийського парку (діл. 3), навпаки, спостерігали пролонговане збільшення (на 2,1 %) частки якісного пилку в рослин цього виду. Стабільно низька (близько 66 %) фертильність пилку була у рослин з діл. 11, яка на 5 км віддалена від центру міста.

Чутливість генеративних органів *F. suspensa* до комплексу факторів середовища вирощування рослин проявилася також за мінливістю морфометричних характеристик зерен свіжозібраного пилку (рис. 5). Як за якісними ознаками, так і за розмірами зерен упродовж розвитку квітки найнижчими є показники ушкодженості клітин пилку в рослин зі Стрийського парку (діл. 3). Ця найбільша (52,1 га) за площею (з обраних моніторингових ділянок) паркова територія Львова може слугувати умовним контролем

у нашому дослідженні.

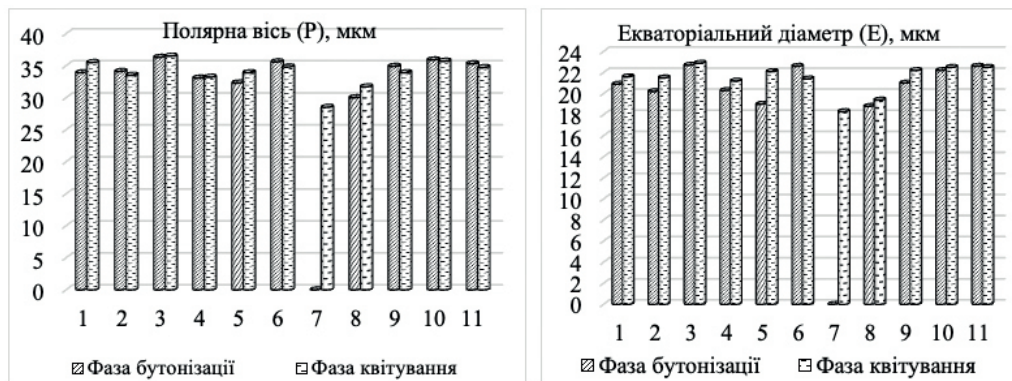


Рис. 5. Параметри пилкових зерен *F. suspensa* на дослідних ділянках Львова, мкм (немає даних досліджень негідратованого пилку у фазу бутонізації рослин на діл. 7)

Пролонгований ріст пилкових зерен після завершення фази бутонізації, наприклад, на діл. 1, є свідченням більш сприятливих зовнішніх умов на цих територіях, зокрема, за температурним фактором. Зміна розмірів пилкових зерен з розкриттям квітки відбувалася переважно за рахунок збільшення екваторіального діаметра. Винятком є рослини на діл. 6, де у фазу масового квітання відмічено зменшення обох параметрів негідратованого пилку, які характеризують форму і розмір зерен. Найдрібніший пилкок був у рослин вуличних насаджень (діл. 7, 8) на територіях зі значно вищим, ніж в умовному контролі, рівнем забруднення повітря та максимально високою температурою поверхні землі.

Чутливість *F. suspensa* до комплексу аерогенних чинників більш чітко простежується за індексом форми пилкових зерен – на діл. 1, 3, 11 були найменші морфометричні зміни зерен упродовж розвитку квітки (рис. 6). На діл. 2, 5, 9 відмічено тенденцію до зменшення (на 8,3–11,1 %) видовженості пилкових зерен під час масового квітання, порівняно з їхніми середніми параметрами у закритому бутоні. Встановлені за індексом форми морфометричні зміни доповнюють оцінку чутливості пилку *F. suspensa* до впливу аерополутантів та інших факторів повітряного середовища, що посилюється з розкриттям квітки. Проте на всіх досліджених ділянках пилкові зерна цього виду зберігають приналежність до класу prolate (подовгастий, або витягнутий).

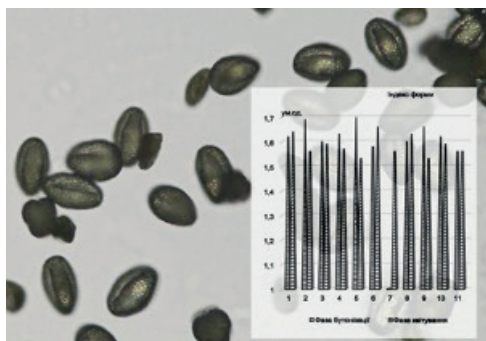


Рис. 6. Загальний вигляд свіжозібраного пилку *F. suspensa* та індекс форми зерен (немає даних досліджень негідратованого пилку у фазу бутонізації рослин на діл. 7)

Фенотипічні прояви чутливості пилку *F. suspensa* до комплексу екзогенних чинників середовища вирощування реалізувались у формуванні дегенерованих (дрібних) і гіпертрофованих (аномально крупних) зерен (рис. 7). Уже на завершення бутонізації в популяції негідратованого пилку частка аномальних зерен сягала третини (діл. 1, 5).

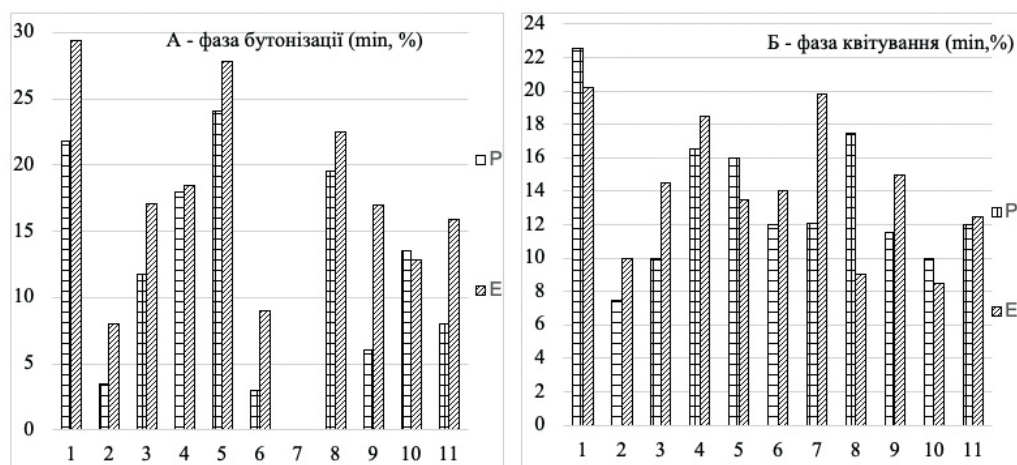


Рис. 7. Частка дегенерованих зерен за довжиною полярної осі (P) та екваторіальним діаметром (E) в популяції сухого пилку *F. suspensa* на дослідних ділянках Львова (1–11 – номери ділянок, опис наведено вище)

Найчастіше морфометричні зміни проявлялись у формуванні дегенеративних зерен за довжиною як полярної осі, так і екваторіального діаметра. Найбільшу частку (приблизно 20 %) дрібних зерен за обома параметрами виявлено в популяції пилку рослин з 1, 4, 5, 8, 9 діл. Понад 20 % гіпертрофованих зерен за екваторіальним діаметром було в дозрілих бутонах рослин з 1, 5 та 8 діл. При цьому чіткої тенденції до зростання частки аномальних зерен у популяції сухого пилку під час масового квітування рослин не виявлено. Винятком є пилки *F. suspensa* у вуличних насадженнях (діл. 6–9) і на території Ботанічного саду НЛТУ України (діл. 1), де частка аномальних пилкових зерен (зокрема, дегенерованих) перевищувала рівень з території умовного контролю. Такі депресивні морфологічні зміни у формуванні пилку додатково свідчать про інгібуючий вплив комплексу позаоптимальних чинників, у даному разі – забруднювальних речовин, на генеративні органи рослин. Це яскравий приклад впливу взаємодії факторів «точка збору + умови року» на мікроспорогенез рослин [34]. У даному випадку слід зазначити, що Львів лежить на середній висоті 300 м н. р. м., а найвищою точкою є гора Високий Замок (413 м н. р. м.). До прикладу, моніторингова діл. 7 лежить на висоті 355–360 м н. р. м., збір матеріалу на діл. 4 ми здійснювали на висоті 378 м, Стрийський парк як умовний контроль у нашій роботі (діл. 3) розташований на висоті 340 м. Територія Ботанічного саду НЛТУ України (діл. 1) лежить значно нижче (320 м н. р. м.) навіть у межах Франківського району міста (середня висота 331 м) (<https://uk-ua.topographic-map.com/place-pkpngt/%D0%9B%D1%8C%D0%B2%D1%96%D0%B2/>). Таке топографічне розташування дослідної локації значним чином пояснює посилений вплив чинників урботехногенного походження, зокрема, через значне переважаання вмісту формальдегіду в складі шкідливих речовин у приземному шарі повітря. До прикладу, у 2024 р. за середньорічним вмістом формальдегіду перевищення ГДКс.д. по Україні становило 2,1,

у Львові – 3,5, тоді як за даними ПСЗ 2 перевищення цієї забруднювальної речовини досягало 5,76–6,02 ГДКс.д., а за даними ПСЗ 3 – до 7,24 ГДКс.д. під час формування і розвитку генеративних органів *F. suspensa* [42].

Отже, за станом пилку *F. suspensa*, зокрема, за зниженням його фертильності, мінливістю основних параметрів форми і продукуванням морфологічно різноякісних зерен, можна простежити чіткий негативний вплив позаоптимальних чинників на мікроспорогенез цього виду. Зокрема, у вуличних насадженнях міста, де вищий рівень забруднення атмосфери (діл. 4, 5, 8) і температури поверхні землі (діл. 7–9), пилкок найчастіше має нижчі якісні та кількісні показники, а у фазу квітання рослин зростає частка морфологічно-аномальних зерен. Помітно нижча фертильність пилку (до 65 % у фазу квітання) і значна частка (20–30 %) аномальних зерен у популяції пилку рослин із території ботанічного саду НЛТУ (діл. 1) є підтвердженням високої чутливості цього виду саме до забруднення атмосферного повітря полутантами, оскільки за показником температури поверхні землі на цій території є найбільш сприятливі умови для рослин. Загалом, результати дослідження реакції *F. suspensa* на вплив екзогенних чинників середовища вирощування (як за кількісними, так і за якісними показниками пилку) свідчать про перспективність використання цього виду для біоіндикаційної оцінки стану довкілля Львова.

За станом пилку високочутливого виду рослин *F. suspensa* підтверджено відомості Центральної геофізичної обсерваторії ім. Б. Срезневського щодо високого рівня забруднення атмосферного повітря у Львові. Відмічено, що значні за площею масиви зелених насаджень міста відіграють вагомий роль у терморегуляції міського середовища, що позначається на більш успішній реалізації репродуктивного потенціалу *F. suspensa* (фертильність пилку досягала майже 80 %), а також на найменших морфометричних змінах пилкових зерен.

Встановлено негативний вплив позаоптимальних чинників середовища вирощування рослин у вуличних насадженнях міста на якісні та кількісні показники пилку. Зокрема, в цих умовах сформувався найдрібніший пилкок з високим продукуванням морфологічно різноякісних зерен. У фазу квітання рослин частка морфологічно-аномальних зерен зростала в 1,4–1,8 рази, переважно через продукування дегенерованих зерен. Тим самим біоіндикаційні дані підтверджують відомості ЦГО ім. Б. Срезневського про те, що саме автотранспорт є домінуючим джерелом забруднення атмосфери Львова.

Підтверджено перспективність використання високочутливого виду рослин *F. suspensa* в системі індикації екологічного стану урбоєкосистеми та оцінки ймовірних ризиків для здоров'я населення. Екомоніторинг довкілля Львова з використанням пилку рослин, зокрема, чагарникового ярусу, може бути складовою соціально-гігієнічного моніторингу та поділу територій на категорії екологічної безпеки за токсико-мутагенним фоном.

Дослідження проведено згідно із робочим планом відомчої тематики «Біоіндикаційна оцінка стану паркових екосистем в умовах урбанізації» (номер державної реєстрації 0122U000570).

Автори висловлюють вдячність колективу Ботанічного саду НЛТУ України (директор к. с.-г. н. Наталія Кендзьора) за наукове сприяння роботі на підставі укладеного договору про співпрацю між нашими установами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Antenozio M. L., Caissutti C., Caporusso F. M. et al.* Urban Air Pollution and Plant Tolerance: Omics Responses to Ozone, Nitrogen Oxides, and Particulate Matter // *Plants*. 2024. Vol. 13. No. 15. <https://doi.org/10.3390/plants13152027>
2. *Cen S.* Biological Monitoring of Air Pollutants and Its Influence on Human Beings // *Open Biomed. Eng. J.* 2015. Vol. 9. No. 1. P. 219–223. <https://doi.org/10.2174/1874120701509010219>
3. *Cristóbal J., Jiménez-Muñoz J. C., Prakash A. et al.* An improved single-channel method to retrieve land surface temperature from the Landsat-8 Thermal Infrared Sensor // *Remote Sensing*. 2018. Vol. 10. No. 3. 431 p. DOI: 10.3390/rs10030431.
4. *Erdtman G.* Pollen Morphology and Plant Taxonomy-Angiosperms // *Almqvist and Wiksell*. Stockholm. 1952. 539 p.
5. *Kandel A., Pokhrel K.* Study of Urban Sprawl and Its Impact on Vegetation, Land Surface Temperature and Air Pollution Using Remote Sensing and GIS in Kathmandu Valley from 2015 to 2020 // *Journal Geoscience and Environment Protection*. 2024. Vol. 12. No. 3. P. 28–53. <https://doi.org/10.4236/gep.2024.123003>
6. *Narayanti P. S., Astija Kundera I. N.* Plant Bioindicators in Assessing Air Quality: A Short Review // *Int. J. Environ. Pollut. Research*. 2024. Vol. 12. No. 2. P. 1–11. <https://doi.org/10.37745/ijep.13/vol12n2111>
7. *Nekos A., Medvedeva Y., Cherkashyna N.* Assessment of environmental risks from atmospheric air pollution in industrially developed regions of Ukraine // *J. Geol. Geogr. Geoecol.* 2019. Vol. 28. No. 3. P. 511–518. <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/111947>.
8. *New Paradigms in Environmental Biomonitoring Using Plants*. 1st Ed. – May 20, 2022. eBook ISBN: 9780323859844
9. *Pozzer A., Anenberg S. C., Dey S. et al.* Mortality attributable to ambient air pollution: A review of global estimates // *GeoHealth*. 2023. Vol. 7. Is. 17. e2022GH000711. <https://doi.org/10.1029/2022GH000711>
10. *Мірошник Н. В., Ліханов А. Ф., Матяшук Р. К.* та ін. Біоіндикаційна оцінка стану паркових екосистем міста Києва. К.: Академперіодика, 2023. 200 с. <https://doi.org/10.15407/akademperiodyka.488.200>
11. *Бодак І. В., Дядечко К. В.* Просторово-часова варіація забруднення атмосферного повітря м. Харків дрібнодисперсним пилом фракції PM_{2,5} // *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2020. Т. 33. С. 91–101. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2020-33-08>
12. *Віцюк А. А.* Наслідки вторгнення російської федерації на територію України: екологічний аспект // *Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України (Вісімнадцяті марзєєвські читання): зб. тез доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (21–22 жовтня 2022 р.). К., 2022. Вип. 22. С. 69–71. https://health.gov.ua/wpcontent/uploads/2024/02/xviii_marzieiev_readings_proceedings_2022.pdf*
13. *Гнатюк А. М., Гурненко І. В.* Морфологічні особливості пилових зерен видів родини Colchicaceae DC. флори України // *Інтродукція рослин*. 2013. Вип. 2. С. 57–62. http://nbuv.gov.ua/UJRN/IR_2013_2_11
14. *Горова А. І.* Методичні рекомендації «Обстеження та районування територій за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів». Дніпропетровськ, 2008. С. 14–16.
15. *Горова А. І., Павличенко А. В., Нероба Ю. Г.* Моніторинг забруднення ґрунтів Дніпропетровської області рухомими формами важких металів з використанням відгуків біоіндикаторів // *Довкілля та здоров'я*. 2006. Т. 4. № 39. С. 20–24.
16. *Гульчій О. П., Хоменко І. М., Туряниця С. М.* та ін. Забруднення атмосферного повітря –

- виклик для фахівців громадського здоров'я // Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (21–22 жовтня 2021 р.). К., 2021. Вип. 21. С. 81–84.
17. Дегтярьова Н. І. Лабораторний і польовий практикум з генетики. К.: Вища школа, 1973. 272 с.
 18. Доповідь про стан навколишнього природного середовища міста Києва за 2021 рік. <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/Regionalna-dopovid-Kyuyivska-mista-Kuyeva-u-2021-rotsi.pdf>; <https://studfile.net/preview/9725401/page:9/>
 19. Екологічна ситуація. Відкритий ресурс Управління екології та природних ресурсів Львівської міської ради. <https://city-adm.lviv.ua/lmr/ecology/>
 20. Екологічний паспорт Львівської області за даними 2024 року. <https://loda.gov.ua/useful-info/51653?authorId=17111>
 21. Екологічний рейтинг регіонів України 2022: Київ – найзабрудненіший // Газета “Світ” від 14.02.2022. <https://svit.kpi.ua/2022/02/14/>
 22. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» № 2708-XII від 16.10.92 (зі змінами № 4017-IX від 10.10.2024) <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>
 23. Зарічна О. З., Хомів О. В. Охорона довкілля у збереженні здоров'я населення // Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю до 140-річчя з дня народж. О. М. Марзеєва (19 жовтня 2023 р.). К., 2023. Вип. 23. С. 43–44. ISBN 978-617-7431-28-21. https://health.gov.ua/wpcontent/uploads/2024/02/xix_marzieiev_readings_proceedings_2023.pdf
 24. Звіт про результати моніторингу природного довкілля Львівщини за 2021 рік. <https://deplv.gov.ua/planova-robota-systemy-monitoryngu/>
 25. Васенко О. Г., Рибалова О. В., Артем'єв С. Р. та ін. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища. Харків: НУГЗУ, 2015. 419 с.
 26. Клименко М. О., Лико Д. В., Прищепка А. М. та ін. О-93 Оцінювання стану міста Рівне за показниками цитогенетичного моніторингу. Рівне: НУВГП, 2018. 187 с. ISBN 978-966-327-371-6
 27. Кліматичні цілі Львова. Гайд для обраних до міської ради. <https://plato.lviv.ua/wp-content/uploads/2020/09/klimatychni-czili-lvova-plato-internet-1.pdf>
 28. Ковров О. С., Омельченко В. В., Козаченко А. М. Аналіз хімічного перетворення забруднюючих речовин в атмосфері урбанізованих та промислових територій // Технології захисту навколишнього середовища. 2020. № 61. С. 103–115. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/61.103>.
 29. Комплексна екологічна програма на 2024–2028 роки для Львівської міської територіальної громади (ухвала від 28.03.2024 р. № 4526, рішення 25-ї сесії 8-го скликання Львівської міської ради). [https://www8.city-adm.lviv.ua/inteam/uhvaly.nsf/\(SearchForWeb\)/9E3691546179C0F0C2258AFA0047172B](https://www8.city-adm.lviv.ua/inteam/uhvaly.nsf/(SearchForWeb)/9E3691546179C0F0C2258AFA0047172B)
 30. Комплексна стратегія розвитку Львова 2012–2025 pp. [https://www8.city-adm.lviv.ua/inteam/uhvaly.nsf/\(SearchForWeb\)/23349F49BC91BA52C225793400489747](https://www8.city-adm.lviv.ua/inteam/uhvaly.nsf/(SearchForWeb)/23349F49BC91BA52C225793400489747)
 31. Кудрявська Т. Б., Дичко А. О. Оцінка забруднення урбоекосистеми міста Києва за показником ушкодженості біоіндикатора // Вісн. КрНУ ім. М. Остроградського. 2013. Т. 6. № 83. С. 140–144. [https://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2013-6\(83\)/140.pdf](https://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2013-6(83)/140.pdf)
 32. Кудрявська Т. Б., Дичко А. О. Метод оцінки та прогнозування впливу техногенного забруднення на повітря урбоекосистеми // Східно-Європейський журнал передових технологій. 2014. Т. 1. № 10 (67). С. 4–7. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.19882>
 33. Кучерявий В. П., Генік Я. В., Кучерявий В. С. Наукові засади фітомеліоративної ефек-

- тивності зеленої інфраструктури міста // Наук. вісн. НЛТУ України. 2025. Т. 35. № 4. С. 18–27. <https://doi.org/10.36930/40350402>
34. Матяшук Р. К., Ткаченко І. В. Пилок рослин чагарникового ярусу міського зеленого простору як індикатор стану атмосферного повітря мегаполісу (на прикладі представників роду Форзиція) // Вісн. Харків. ун-ту. Сер. екол. 2021. № 25. С. 135–156. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-25-12>
35. Матяшук Р. К., Ткаченко І. В. Мінливість кількісних та якісних ознак пилку *Robinia pseudoacacia* L. в умовах мегаполісу // Ecology and Noospherology. 2023. Т. 34. № 2. С. 70–80. <https://doi.org/10.15421/032311>
36. Матяшук Р. К., Ткаченко І. В. Оцінка стану атмосферного повітря Житомира за показниками ушкодження пилку *Spiraea x vanhouttei* // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2024. № 93. С. 62–71. <http://dx.doi.org/10.30970/vlubs.2024.93.06>
37. Моніторинг довкілля. Ресурс Департаменту екології та природних ресурсів Львівської ОДА <https://loda.gov.ua/useful-info/51653?authorId=17111>
38. Назарук М. М., Бота О. В. Природно-історичні аспекти моніторингу довкілля на території міста Львова // Вісн. Харків. ун-ту. Сер. екол. 2023. Вип. 28. С. 6–14. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2023-28-01>
39. Назарук М. М., Полянський Ю. С., Остроушко М. В. Реалії та перспективи розвитку урбосистем у місті Львів // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. 2022. Вип. 37. С. 6–21. <https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-37-01>
40. 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. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0116282-07#Text>
41. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>
42. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України у 2024 році. К., 2025. 58 с. <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/khimichnezabrudnennia>
43. План заходів “Зеленого міста”, ухвалений 26 червня 2020 р. виконкомом Львівської міськради. <https://city-adm.lviv.ua/lmrdownloads/2021/08/GCAP.pdf>
44. Профілі громадського здоров'я, 2023. Львівська область. <https://phc.org.ua/sites/default/files/users/user92/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%BBi%202023%20%D0%9B%D1%8C%D0%B2%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C.pdf>
45. Родина Н. С., Гринчук Г. М., Гусович М. І. та ін. Оцінка неканцерогенного і канцерогенного ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря на урбанізованих територіях Київської області // Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (21–22 жовтня 2022 р.). К., 2022. Вип. 22. С. 306–308. https://health.gov.ua/wp-content/uploads/2024/02/xviii_marzieiev_readings_proceedings_2022.pdf
46. Регіональний людський розвиток: зб. стат. / відп. за випуск О. О. Кармазіна). К., 2018. 72 с. https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/09/zb_rlr2017_pdf.pdf
47. Річний звіт про результати моніторингу природного довкілля Львівщини. <https://loda.gov.ua/useful-info/51653?authorId=17111>
48. Семеняга А., Косовець-Скавронська О., Лук'янова Ж. Стан забруднення навколишньо-

- го природного середовища на території України у 2024 році // Праці ЦГО. 2025. Вип. 2. № 35. С. 12–31. <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/pratsi-tsgo-vipusk-21-35>
49. Стан довкілля у Львівській області (за результатами моніторингових досліджень): інформ.-аналіт. огляд IV кв. 2022 р. <https://loda.gov.ua/useful-info/51653?authorId=17111>
50. Турос О. І., Брезіцька Н. В., Давиденко Г. М. Очікувані наслідки змін клімату для здоров'я населення // Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (21–22 жовтня 2022 р.). К., 2022. Вип. 22. С. 133–134.
51. Сніжко С. І., Шевченко О. Г. Урбометеорологічні аспекти забруднення атмосферного повітря великого міста. К.: Обрії, 2011. 297 с.
52. Ханнанова О. Р., Арканова А. А. Біоіндикаційна оцінка стану атмосферного повітря Полтавського міського парку // Біологія та екологія. 2017. Вип. 3. № 1–2. С. 69–75. ISSN 2414–9810.
53. Хоменко І. М., Авраменко Л. М., Першегуба Я. В. та ін. Стан атмосферного повітря м. Києва і його вплив на формування здоров'я населення // Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (21–22 жовтня 2021 р.). К., 2021. Вип. 21. С. 155–158.
54. Швець Л. С. Біоіндикація інтенсивності забруднення довкілля за показниками фертильності пилових зерен різних рослин // Досягнення біології та медицини. 2011. Вип. 1. № 17. С. 41–44. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/47479>
55. Шолок І. Просторовий аналіз зеленої зони та перспективні території її розширення в межах Львова // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геогр. 2014. №. 45. С. 417–423.
56. Щомісячні дані забруднення атмосферного повітря. Ресурс Укргідрометцентру. <https://www.meteo.gov.ua/ua/Shchomisyachni-dani>
57. Щорічна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській обл. в 2023 р. <https://deplv.gov.ua/2024/09/19/informacziya-shhodo-stanu-dovkilliya-nevtrachaye-svoyeyi-aktualnosti-3/>
58. Щорічник стану забруднення атмосферного повітря на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій за 2021 рік. К., 2022. С. 91–94.
59. Щорічник стану забруднення атмосферного повітря на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій за 2022 рік. К., 2023. С. 89–92.
60. Щорічник стану забруднення атмосферного повітря на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій за 2023 рік. К., 2024. С. 88–92.
61. Щорічник стану забруднення атмосферного повітря на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій за 2024 рік. К., 2025. С. 90–94.

Стаття надійшла до редакції 17.11.25

прийнята до друку 01.01.26

POLLEN SENSITIVITY OF *FORSYTHIA SUSPENS*A VAHL. TO ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN THE GREEN SPACES OF THE CITY OF LVIV

R. Matiashuk, I. Tkachenko, I. Teslenko*Institute for Evolutionary Ecology, NAS of Ukraine**37, Lebedeva St., Kyiv 03143, Ukraine**e-mail: raisakiev2015@gmail.com*

Monitoring assessment of the state of the urban ecosystem of Lviv based on the sensitivity of phytoindicator species has been initiated. Qualitative and quantitative indicators of pollen of a highly resistant bioindicator – *Forsythia suspensa* Vahl., as one of the most common species of the shrub layer in the city's green spaces, were studied. For eco-monitoring, 11 locations in the city's green spaces have been established, which differ in the level of atmospheric pollution and the influence of factors of urban-technological origin.

The results of determining the surface temperature of the earth at the studied locations in Lviv confirmed the significant positive impact of large-area park plantings on reducing thermal pollution of nearby territories and ensuring the maximum realization of the reproductive potential of *F. suspensa* (pollen fertility reached almost 80 %). The most significant violations of microsporogenesis in this species, in particular according to pollen morphometric indicators, were observed in plants from street plantings in Lviv. In particular, under these conditions, the smallest pollen was formed, with a high production of morphologically abnormal grains. In the flowering phase of plants, the proportion of abnormally degenerated grains increased by 1.4–1.8 times. Thus, bioindication data confirm the information that motor vehicles are the dominant source of atmospheric pollution in Lviv.

The results of assessing the sensitivity of *Forsythia suspensa* Vahl. pollen to a complex of exogenous factors of the growing environment confirmed the promising use of this species for bioindication assessment of the environment. Since 2021, Lviv has been included in the list of cities with the highest level of air pollution in Ukraine, phytoindication of ecosystems using plant pollen can be a component of social and hygienic monitoring and division of territories into categories of environmental safety based on toxic-mutagenic background. It is important that monitoring the state of atmospheric air, aquatic environment, and biodiversity is the very first element of implementing the approved action plan of the Green City of Lviv.

Keywords: *Forsythia suspensa* Vahl., urban ecosystem, bioindication, pollen, monitoring