УДК 574:581.5:582.47
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.6-69.44

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ ХВОЙНИХ НАСАДЖЕНЬ В УРБАНІЗОВАНИХ ЛАНДШАФТАХ

Перепелиця М.Р.
Уманський національний університет
вул. Інститутська 1, 20300, м. Умань
Sofiya2026@ukr.net

У статті досліджено екологічний стан хвойних насаджень в урбанізованих ландшафтах міста Умань на прикладі ялини звичайної (*Picea abies* (L.) H. Karst.) та ялини колючої (*Picea pungens* Engelm.). Актуальність роботи зумовлена необхідністю оцінювання стану міських деревних насаджень в умовах зростання антропогенного навантаження та пошуку доступних методів біоіндикації змін навколишнього середовища.

Дослідження проводили на трьох ділянках, що відрізняються умовами зростання та рівнем потенційного антропогенного впливу: на території Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України, на території аграрного кампусу Уманського національного університету та вздовж вулиці Європейської. Оцінювання здійснювали за морфометричними показниками хвої, довжиною пагонів, кількістю хвоїнок на одиницю довжини пагона, ступенем некрозу й хлорозу, абсолютною сухою масою та вмістом вологи у хвої.

Встановлено, що на ділянках із вищим потенційним антропогенним навантаженням спостерігалося зменшення довжини, ширини, товщини та площі поверхні хвої обох видів, а також скорочення довжини пагонів. Водночас збільшувалася кількість хвоїнок на 10 см пагона та зростали показники некрозу й хлорозу. На магістральній ділянці вздовж вулиці Європейської зафіксовано найнижчі значення абсолютної сухої маси та вмісту вологи у хвої. Ялина колюча на всіх досліджуваних ділянках характеризувалася більшими значеннями основних морфометричних показників, вищою сухою масою та вологістю хвої порівняно з ялиною звичайною.

Виявлені відмінності свідчать про неоднакові характеристики досліджуваних видів за різних умов міського середовища. Комплексне використання морфометричних, вагових і водних показників та візуальної оцінки ушкоджень хвої є перспективним підходом до біоіндикаційного оцінювання стану хвойних насаджень. Водночас для встановлення безпосереднього впливу забруднення атмосферного повітря необхідні подальші дослідження з урахуванням фактичних показників якості повітря та інших екологічних чинників. *Ключові слова:* урбанізовані ландшафти, хвойні насадження, ялина звичайна, ялина колюча, морфометричні показники, вологість хвої, некроз, хлороз, біоіндикація, антропогенне навантаження.

Ecological assessment of the condition of coniferous plantations in urbanized landscapes. Perepelytsia M.

The article investigates the ecological condition of coniferous plantations in the urbanized landscapes of Uman, focusing on Norway spruce (*Picea abies* (L.) H. Karst.) and blue spruce (*Picea pungens* Engelm.). The relevance of the study is determined by the need to assess the condition of urban tree plantations under increasing anthropogenic pressure and to identify accessible methods for bioindication of environmental changes.

The study was conducted at three sites differing in growing conditions and the level of potential anthropogenic impact: the territory of the National Dendrological Park “Sofiyivka” of the National Academy of Sciences of Ukraine, the agricultural campus of Uman National University, and the roadside area along Yevropeiska Street. The assessment was based on needle morphometric parameters, shoot length, the number of needles per unit shoot length, the degree of necrosis and chlorosis, absolute dry needle mass, and needle moisture content.

The results revealed that sites exposed to higher potential anthropogenic pressure exhibited decreases in needle length, width, thickness, and surface area in both species, as well as reduced shoot length. At the same time, the number of needles per 10 cm of shoot increased, along with the severity of necrosis and chlorosis. The lowest values of absolute dry needle mass and moisture content were recorded at the roadside site along Yevropeiska Street. Blue spruce exhibited higher values of the main morphometric parameters, greater dry needle mass, and higher needle moisture content than Norway spruce at all study sites.

The identified differences indicate that the two species exhibit distinct characteristics under varying urban environmental conditions. The combined use of morphometric, gravimetric, and moisture parameters, together with visual assessment of needle damage, represents a promising approach to the bioindication-based assessment of coniferous plantation conditions. However, further research incorporating actual air quality measurements and other environmental factors is required to establish the direct influence of atmospheric pollution. *Key words:* urbanized landscapes, coniferous plantations, Norway spruce, blue spruce, morphometric parameters, needle moisture content, necrosis, chlorosis, bioindication, anthropogenic pressure.

Постановка проблеми. Посилення антропогенного навантаження на урбанізовані території зумовлює необхідність оцінювання стану міських зелених насаджень, зокрема хвойних дерев, які відіграють важливу роль у підтриманні екологічної рівноваги та поліпшенні якості міського середовища [2, 4]. Вплив транспортних викидів та інших несприятливих чинників може спричиняти зміни морфометричних і фізі-

© Перепелиця М.Р., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

ологічних показників хвої, що відображається на загальному стані рослин [3, 5, 6, 8]. Тому актуальним є дослідження особливостей реагування різних видів хвойних дерев на умови зростання в урбанізованих ландшафтах та визначення можливостей використання характеристик хвої для біоіндикаційного оцінювання стану навколишнього середовища [5, 7, 8].

Актуальність дослідження. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю оцінювання стану хвойних насаджень в умовах зростання антропогенного навантаження на міське середовище. Хвойні рослини використовують для озеленення населених пунктів, а їхній стан може відображати особливості умов зростання та вплив несприятливих екологічних чинників [1, 2, 4]. Вивчення морфометричних і фізіологічних показників хвої ялини звичайної та ялини колючої дає змогу виявити особливості їхньої реакції на різні умови зростання та обґрунтувати використання цих видів у біоіндикаційному оцінюванні екологічного стану урбанізованих територій [5, 6].

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження спрямоване на розв'язання актуальних завдань екологічного моніторингу урбанізованих територій шляхом оцінювання стану хвойних насаджень за морфометричними, ваговими та візуальними показниками хвої. Такий підхід узгоджується з напрямами наукових досліджень щодо використання хвойних рослин для оцінювання стану довкілля та моніторингу атмосферного забруднення [5, 7]. Отримані результати мають практичне значення для вдосконалення біоіндикаційного оцінювання стану міських зелених насаджень і визначення перспектив використання хвойних дерев в умовах антропогенного навантаження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання використання хвойних рослин в озелененні населених пунктів досліджували І. Ю. Іванова [1] та Л. П. Іщук [2]. С. І. Матковська й О. М. Климчик [4] висвітлили екологічну роль представників роду Picea у зелених насадженнях міста Житомира, а В. О. Крамарець та І. П. Мацях [3] дослідили вплив біотичних чинників на всихання ялинників Українських Карпат.

Серед зарубіжних науковців J. Al-Alam та співавтори [5] вивчали використання хвої для моніторингу атмосферного забруднення, G. Bertolotti та S. Gialanella [6] узагальнили можливості її застосування як пасивного індикатора забруднювачів повітря, а D. Čeburnis і E. Steinnes [7] досліджували її використання для біомоніторингу важких металів. M. Turunen та S. Huttunen [8] розглядали реакцію епікутикулярного воску хвої на атмосферне забруднення.

Попри проведені дослідження, актуальним залишається порівняльне оцінювання морфометричних, вагових і водних показників хвої *Picea abies* та *Picea pungens* за різних умов зростання в урбанізованих ландшафтах міста Умань.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Незважаючи на наявність досліджень щодо використання хвойних рослин в озелененні населених пунктів і біоіндикації атмосферного забруднення [1, 3, 5], потребують подальшого вивчення особливості змін морфометричних, вагових і водних показників хвої різних видів ялини за неоднакових умов зростання в урбанізованому середовищі. Недостатня комплексність оцінювання цих характеристик зумовлює необхідність порівняльного аналізу ялини звичайної та ялини колючої на ділянках міста Умань із різним рівнем потенційного антропогенного навантаження.

Наукова новизна. Наукова новизна дослідження полягає у порівняльному оцінюванні морфометричних, вагових і водних показників хвої ялини звичайної (*Picea abies* (L.) H. Karst.) та ялини колючої (*Picea pungens* Engelm.) за різних умов зростання в урбанізованому середовищі міста Умань. Встановлено особливості зміни досліджуваних показників і ступеня ушкодження хвої залежно від місця зростання, що доповнює наукові уявлення про можливості використання цих характеристик для біоіндикаційного оцінювання стану хвойних насаджень.

Методологічне або загальнонаукове значення. Методологічне значення дослідження полягає у комплексному використанні морфометричних, вагових і водних показників хвої, а також візуальної оцінки її ушкоджень для порівняння стану хвойних насаджень за різних умов зростання. Застосування подібних біоіндикаційних підходів відповідає напрямам досліджень, присвячених використанню хвойних рослин для моніторингу атмосферного забруднення [5, 7, 8]. Запропонований підхід може бути використаний у подальших екологічних дослідженнях для оцінювання стану деревних насаджень в урбанізованих ландшафтах.

Викладення основного матеріалу. Для оцінювання впливу антропогенного навантаження на стан хвойних деревних насаджень досліджено морфометричні характеристики хвої ялини звичайної (*Picea abies* (L.) H. Karst.) та ялини колючої (*Picea pungens* Engelm.), які зростають у різних екологічних умовах міста Умань. Дослідження проводили на трьох ділянках, що відрізняються характером навколишнього середовища та інтенсивністю потенційного антропогенного впливу: на території Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України, в насадженнях Уманського національного університету (аграрного кампусу) та вздовж вулиці Європейської, де дерева зазнають впливу транспортних викидів.

Як контрольну обрано ділянку НДП «Софіївка» НАН України, де умови зростання дерев порівняно менше пов'язані з безпосереднім впливом інтенсивного автомобільного руху. Територія університету характеризує умови міського озеленення з помірним

антропогенним навантаженням, тоді як магістральні насадження на вулиці Європейській є показовими для оцінювання стану хвойних рослин за умов підвищеного транспортного впливу.

Аналіз морфометричних показників засвідчив відмінності між досліджуваними видами ялини та ділянками їхнього зростання. На контрольній території НДП «Софіївка» НАН України довжина хвої ялини звичайної становила 18,2 мм, а ялини колючої – 24,6 мм. На території Уманського національного університету ці показники зменшувалися відповідно до 15,8 та 19,3 мм, а в магістральних насадженнях уздовж вул. Європейської – до 12,5 та 18,6 мм. Отже, порівняно з контролем довжина хвої ялини звичайної на третій ділянці зменшилася на 31,3 мм, а ялини колючої – на 24,4 мм (табл. 1).

Подібна тенденція спостерігалася щодо ширини й товщини хвої. На ділянці № 3 ширина хвої ялини звичайної становила 1,0 мм, а ялини колючої – 1,3 мм, тоді як на контрольній ділянці ці значення дорівнювали відповідно 1,3 та 1,5 мм. Товщина хвої зменшилася з 0,8 до 0,5 мм у ялини звичайної та з 1,3 до 1,1 мм у ялини колючої. Площа поверхні хвої ялини звичайної знизилася з 51,3 до 28,7 мм² (на 44,1 мм²), а ялини колючої – з 81,3 до 55,7 мм² (на 31,5 мм²).

Довжина пагонів також зменшувалася зі зміною умов зростання. На контрольній ділянці вона становила 7,5 см у ялини звичайної та 8,4 см у ялини колючої, на території університету – 5,3 і 5,8 см, а вздовж вул. Європейської – 4,5 і 5,2 см відповідно. Водночас кількість хвоїнок на 10 см пагона збільшувалася: у ялини звичайної – зі 142,2 до 192,8, а у ялини колючої – зі 126,2 до 168,1. Це може бути пов'язано зі змінами характеру росту пагонів і розміщення хвої.

Оцінки некрозу та хлорозу хвої зростали від контрольної ділянки до магістральних насаджень. На ділянці № 3 показник некрозу становив 2,7 бала у ялини звичайної та 2,4 бала у ялини колючої, тоді як на контролі – 1,2 і 1,0 бала відповідно. Аналогічно, оцінка хлорозу збільшилася з 1,3 до 2,8 бала у ялини звичайної та з 1,2 до 2,5 бала у ялини колючої. Такі зміни можуть свідчити про погіршення фізіологічного стану рослин під впливом комплексу несприятливих чинників міського середовища.

Порівняння двох видів показало, що ялина колюча на всіх досліджуваних ділянках мала більші значення довжини, ширини, товщини та площі поверхні хвої, а також довжини пагонів. Водночас у ялини звичайної спостерігалося виразніше відносне зменшення площі поверхні хвої та довжини пагонів порівняно з контролем. На магістральній ділянці оцінки некрозу й хлорозу також були дещо вищими у ялини звичайної.

Отже, результати дослідження демонструють закономірні зміни морфометричних характеристик і збільшення ступеня ушкодження хвої обох видів на ділянках із вищим антропогенним навантаженням. Найвиразніші відмінності порівняно з контролем виявлено в магістральних насадженнях уздовж вул. Європейської. Отримані дані підтверджують доцільність використання морфометричних показників, довжини пагонів і візуальної оцінки ушкоджень хвої для комплексного оцінювання стану хвойних насаджень в урбанізованому середовищі. Водночас встановлення причин виявлених змін потребує врахування фактичних рівнів забруднення повітря, інших екологічних чинників і результатів статистичної перевірки.

Результати визначення абсолютної сухої маси хвої ялини звичайної (*Picea abies* (L.) H. Karst.) та ялини колючої (*Picea pungens* Engelm.) засвідчили відмінності між досліджуваними видами та ділянками їхнього зростання (рис. 1).

На контрольній ділянці № 1, розташованій на території НДП «Софіївка» НАН України, абсолютна суха маса хвої ялини звичайної становила 0,38 г, тоді як у ялини колючої цей показник становив 1,12 г. На ділянці № 2, розташованій на території університету, значення зменшувалися до 0,27 та 0,90 г відповідно.

Таблиця 1

Морфометричні характеристики хвої ялини звичайної та ялини колючої за різного рівня антропогенного навантаження

Показники	НДП «Софіївка» НАНУ (контроль) Ділянка № 1		Уманський національний університет Ділянка № 2		вул. Європейська (магістральні насадження міста Умань) Ділянка № 3	
	Ялина звичайна	Ялина колюча	Ялина звичайна	Ялина колюча	Ялина звичайна	Ялина колюча
Довжина, мм	18,2±0,4	24,6±0,6	15,8±0,6	19,3±0,7	12,5±0,5	18,6±0,5
Ширина, мм	1,3±0,02	1,5±0,03	1,03±0,02	1,4±0,03	1,0±0,01	1,3±0,03
Товщина, мм	0,8±0,01	1,3±0,02	0,7±0,02	1,2±0,03	0,5±0,02	1,1±0,03
Периметр поперечного перетину, мм	2,7±0,03	3,8±0,08	2,5±0,05	3,7±0,05	2,3±0,02	3,6±0,04
Площа поверхні хвої, мм²	51,3±1,2	81,3±2,2	39,5±1,3	60,7±2,02	28,7±1,02	55,7±1,9
Довжина пагону, см	7,5±0,2	8,4±0,6	5,3±0,4	5,8±0,5	4,5±0,5	5,2±0,5
Число хвоїнок на 10 см пагона	142,2±2,5	126,2±2,0	185,3±2,7	145,7±3,9	192,8±2,3	168,1±3,5
Некроз (бал)	1,2±0,04	1,0±0,03	2,2±0,09	2,3±0,08	2,7±0,07	2,4±0,08
Хлороз (бал)	1,3±0,03	1,2±0,03	2,5±0,14	2,4±0,09	2,8±0,13	2,5±0,13

 ISSN: 2306-9716 (Print), ISSN: 2664-6110 (Online)

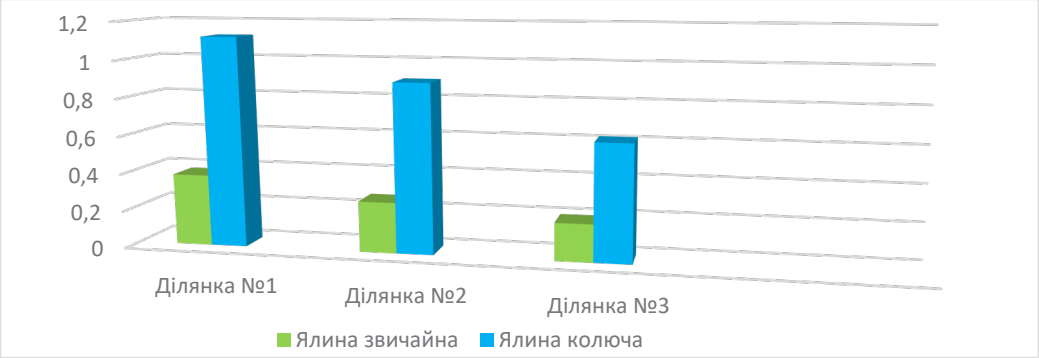

Рис. 1. Порівняльна характеристика сухої маси хвої Picea abies та Picea pungens за різних умов зростання, г

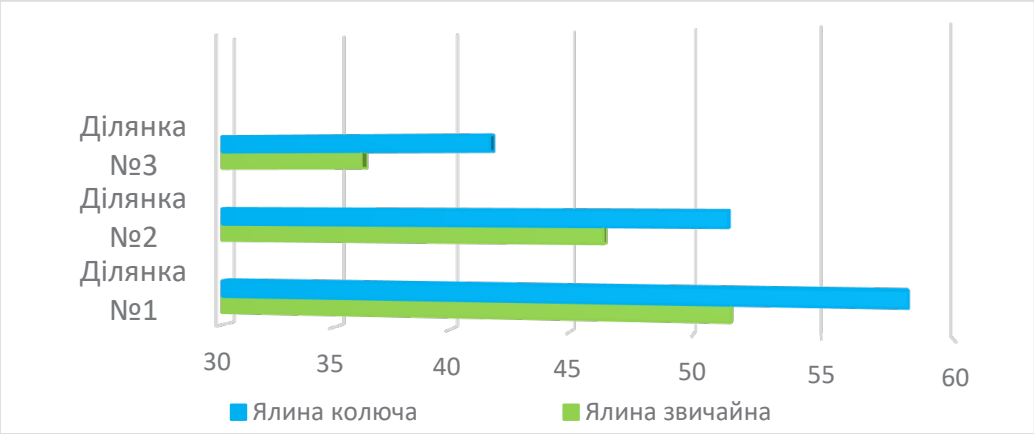

Рис. 2. Вологість хвої Picea abies та Picea pungens за різного ступеня антропогенного навантаження, %

Найнижчі показники зафіксовано на ділянці № 3 уздовж вулиці Європейської: 0,20 г у ялини звичайної та 0,62 г у ялини колючої.

Отже, результати дослідження показують, що найвищі значення абсолютної сухої маси хвої обох видів характерні для контрольної ділянки НДП «Софіївка» НАН України, а найнижчі – для магістральних насаджень уздовж вулиці Європейської. Виявлена закономірність доповнює результати морфометричного аналізу та підтверджує доцільність використання комплексу морфологічних і вагових показників для оцінювання стану хвойних насаджень в урбанізованому середовищі.

Аналіз наведених даних на рисунку 2 свідчить про закономірне зниження вмісту вологи в обох видів ялини зі зміною умов місцезростання.

За результатами дослідження встановлено, що вміст вологи у хвої *Picea abies* та *Picea pungens* поступово зменшувався від ділянки № 1 до ділянки № 3. У ялини звичайної показник знизився з 51,5 до 36,2 %, а у ялини колючої – з 58,3 до 41,7 %. На всіх досліджуваних ділянках вологість хвої ялини колючої була вищою, ніж ялини звичайної.

Зниження вмісту вологи у хвої обох видів зі зміною умов дослідження може свідчити про погіршення їхнього фізіологічного стану за посилення антропогенного навантаження. Водночас ялина колюча характеризувалася вищими показниками вологості хвої порівняно з ялиною звичайною. Для підтвердження впливу забруднення необхідно враховувати характеристики досліджуваних ділянок та інші чинники навколишнього середовища.

Загальний висновок до статті. У результаті проведених досліджень встановлено відмінності морфометричних, вагових і візуальних показників хвої ялини звичайної (*Picea abies* (L.) H. Karst.) та ялини колючої (*Picea pungens* Engelm.), що зростають на ділянках міста Умань із різними умовами навколишнього середовища та рівнем потенційного антропогенного навантаження. Найвиразніші зміни досліджуваних показників виявлено в насадженнях уздовж магістральної вулиці Європейської.

За посилення потенційного антропогенного навантаження спостерігалося зменшення довжини хвої, площі її поверхні та довжини пагонів обох видів. Водночас зростала кількість хвоїнок на одиницю довжини пагона, а також вираженість некрозу та хлорозу. Виявлені зміни свідчать про погіршення стану хвої в умовах міського середовища з вищим рівнем потенційного антропогенного впливу.

Аналіз вагових і водних характеристик підтвердив загальну тенденцію до зниження абсолютної сухої маси хвої та вмісту вологи в насадженнях, розташованих уздовж магістралі. При цьому ялина колюча на всіх досліджуваних ділянках характеризувалася більшими значеннями основних морфометричних показників, вищою сухою масою та більшим вмістом вологи порівняно з ялиною звичайною. Це вказує на відмінності у морфологічних характеристиках і реакціях досліджених видів на умови зростання.

Отже, комплексне використання морфометричних, вагових і візуальних показників хвої є перспективним підходом до оцінювання стану хвойних насаджень в урбанізованих ландшафтах. Водночас для встановлення безпосереднього зв'язку виявлених змін із конкретними чинниками антропогенного впливу необхідні подальші дослідження з урахуванням показників якості атмосферного повітря та інших умов зростання.

Перспективи використання результатів дослідження. Отримані результати можуть бути використані під час екологічного моніторингу міських зелених насаджень, оцінювання стану хвойних дерев за різних умов зростання та вдосконалення методів біоіндикації атмосферного забруднення. Матеріали дослідження також можуть застосовуватися в навчальному процесі під час викладання екологічних дисциплін і планування подальших досліджень щодо стійкості хвойних рослин до антропогенного навантаження.

Література

1. Іванова І. Ю. Хвойні рослини в ботанічному саду ім. акад. О. В. Фоміна. *Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво формування ландшафту:* тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Біла Церква, 2017). Біла Церква, 2017. С. 61–63.
2. Іщук Л. П. Використання хвойних рослин (Pinopsida) в озелененні міста Біла Церква. *Пріоритетні напрямки дослідження Голонасінних у сучасних умовах:* матеріали Першої міжнародної наукової конференції, присвяченої пам'яті д. б. н. С. І. Галкіна на честь 70-річчя від дня народження (Біла Церква, 21 жовтня 2020 р.). Біла Церква: Білоцерківдрук, 2020. С. 96–100.
3. Крамарець В. О., Мацях І. П. Роль біотичних чинників у всиханні ялинників Українських Карпат. *Наукові праці Лісівничої академії наук України.* 2018. Вип. 17. С. 121–132. DOI: https://doi.org/10.15421/411827.
4. Матковська С. І., Климчик О. М. Екологічна роль представників видів роду Picea у зелених насадженнях міста Житомира. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2016. Т. 26, № 8. С. 210–215. DOI: https://doi.org/10.15421/40260833
5. Al-Alam J., Fajloun Z., Chbani A., Millet M. The use of conifer needles as biomonitor candidates for the study of temporal air pollution variation in the Strasbourg region. *Chemosphere.* 2017. Vol. 168. P. 1411–1421. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.11.103.
6. Bertolotti G., Gialanella S. Review: use of conifer needles as passive samplers of inorganic pollutants in air quality monitoring. *Analytical Methods.* 2014. Vol. 6. P. 6208–6222. https://doi.org/10.1039/C4AY00172A.
7. Čeburnis D., Steinnes E. Conifer needles as biomonitors of atmospheric heavy metal deposition: comparison with mosses and precipitation, role of the canopy. *Atmospheric Environment.* 2000. Vol. 34, No. 25. P. 4265–4271. https://doi.org/10.1016/S1352-2310(00)00213-2.
8. Turunen M., Huttunen S. A Review of the Response of Epicuticular Wax of Conifer Needles to Air Pollution. *Journal of Environmental Quality.* 1990. Vol. 19, No. 1. P. 35–45. https://doi.org/10.2134/jeq1990.00472425001900010003x.

Дата першого надходження статті до видання: 20.10.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.11.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 23.11.2026