

ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ ДЕРЕВ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОСМУГ ДО АТМОСФЕРНИХ ЗАБРУДНЕНЬ

О.П. Ткачук

доктор сільськогосподарських наук,

доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища
Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)

e-mail: tkachukop@ukr.net;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-6662>

С.О. Панкова

аспірантка кафедри екології та охорони навколишнього середовища
Вінницький національний аграрний університет (м. Вінниця, Україна)

e-mail: kartushina777@icloud.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5975-5251>

Мета — проаналізувати стійкість дерево-чагарникової рослинності, що використовується для створення полезахисних лісосмуг, до атмосферних забруднень на основі проведених науковцями експериментальних робіт.

Дослідження виконувалися через опрацювання матеріалів, поданих у працях відомих вчених, щодо стійкості дерево-чагарникової рослинності до атмосферних забруднень пилом та газами.

Було узагальнено отримані результати, оцінено ймовірність виживання газо- й пилостійких дерев в умовах змін клімату щодо їхньої посухостійкості та рекомендовані найстійкіші види дерев і чагарників. Також визначено види рослин, які можуть бути біоіндикаторами атмосферних забруднень. Вивчені Приседським Ю.Г. (2014) види рослин щодо стійкості до атмосферних забруднювачів сполуками сірки, азоту та фтору були розділені на чотири групи: толерантні (стійкі), середньопошкоджені, нестійкі та зі змінною стійкістю. До групи стійких видів належать гледичія колюча, дуб звичайний, жимолость татарська та карагана деревоподібна. Ці види можна використовувати для створення полезахисних лісосмуг. Водночас надійними біоіндикаторами наявності забруднення в повітрі оксидів сірки, азоту і фтору будуть нестійкі до них види рослин — горобина звичайна й тополя Болле.

Класифікація дерев і чагарників щодо їхньої стійкості до атмосферних задимлень поділяє рослини на три групи: стійкі, відносно стійкі, нестійкі, з виділенням основних і другорядних деревних порід для лісосмуг, а також чагарників. Найбільш стійкими до атмосферних задимлень є акація біла, в'яз, верба біла, груша лісова, тополі, ліщина, ялівець, яблуня лісова. Вони можуть бути основними компонентами полезахисних лісосмуг у зоні атмосферного задимлення. Нестійкі види — дуб червоний, сосна звичайна, каштан кінський, калина звичайна — є біоіндикаторами атмосферних задимлень. Також є класифікація деревних порід за пилозатриманням М.І. Калініна (1991). За нею найбільше пилу 1 м² листя затримує шовковиця біла — 8,1 г, верба плакуча — 8,1 г, гледичія триколючкова — 5,1 г, в'яз перистогіллястий — 4,1 г та клен польовий — 3,6 г. Найбільше пилу поглинає одне дерево за вегетаційний період у верби плакучої — 37,9 кг, тополі канадської — 34,1 кг, шовковиці білої — 31,3 кг, ясеня — 27,1-29,6 кг, клена гостролистого — 29,2 кг та айланта високого — 24,2 кг. Найвищу середню відносну газопилову стійкість, за даними Вергелеса (2000), мають тополі — 180 балів, ясен звичайний — 170, гіркогоштан кінський і липа серцелиста — по 100 балів.

Ключові слова: газостійкість, пилостійкість, рослини, сільське господарство, агролісозахист.

ВСТУП

Нинішній стан полезахисних лісових насаджень в Україні є вкрай незадовільний. За браком системного догляду за деревами спостерігається масове засихання, ураження шкідниками та хворобами. Також поширені несанкціоновані рубки, захаращення побутовими відходами. Це призводить до передчасної загибелі дерев у полезахисних насадженнях

та зниження їхньої основної функції — агро-меліоративного захисту [1].

Останнім часом зростає прямий антропогенний вплив на полезахисні лісосмуги, зумовлений інтенсивною сільськогосподарською діяльністю на полях у вигляді багаторазового внесення пестицидів і мінеральних добрив, викидами шкідливих речовин від автотранспорту біля магістралей або промислових підприємств біля населених пунктів. Означена проблема

щодо впливу на полезахисні лісові насадження таких атмосферних забруднень визначається поняттям газо- й пилостійкості рослин. Адже стійкі рослини до атмосферних поллютантів можуть не тільки поліпшувати стан довкілля в зоні впливу лісосмуг, але і значно продовжувати свою довговічність у насадженнях. Тому важливо з'ясувати стійкість дерево-чагарникової рослинності, яка використовується для створення полезахисних лісосмуг, до зазначених видів атмосферних забруднень.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дерева очищають повітря у двох напрямках: через пори на листках поглинаються забруднюючі речовини; часточки пилу прилипають до воску, що покриває листок і проникають у рослинні клітини. Фільтруюча здатність насаджень обумовлюється будовою крони та листків рослин [2].

З огляду на фактуру листової пластинки усі дерева поділяють на дві групи: рослини з листками без воскового нальоту, що легко змочуються й погано звільняються від пилових частинок; рослини, листки яких мають восковий шар та легко звільняються від пилу [3].

Газозахисна функція зелених насаджень зумовлена різною швидкістю проникнення й накопичення токсичних речовин у тканинах листових пластинок. Під час дії токсикантів у рослин порушується фотосинтез, дихання, транспірація та інші процеси [4].

Токсичні гази, концентрації яких перевищують ГДК, спричиняють некрози на листках та хвої деревних рослин, що знижує тривалість їхнього життя, прискорює всихання нижніх гілок [5].

Проблема пило- і газостійкості дерево-чагарникової рослинності досконало вивчена для зелених зон міст. Зокрема, Денисюк Н.В. та Мельник В.Й. встановили, що в умовах паркових зон міста Рівне найвищі показники затримання пилу мають *Tilia cordata* L., *Salix alba* L. та *Syringa vulgaris* L. [6–8]. Приседським Ю.Г. та Лихолатом Ю.В. досліджено вплив антропогенного навантаження на рослини, проаналізовано сучасні уявлення про їхню адаптацію до хімічного забруднення повітря та ґрунту [9; 10].

Можливість підвищення стійкості деревних рослин до забруднення повітря доведена багатьма дослідниками [11–14]. Встановлено, що деревні рослини, які ростуть на родючих незабруднених ґрунтах характеризуються підвищеною газостійкістю. Проростання дерев за межами свого природнього ареалу, зі змінами умов освітлення, на бідних і пересушених

ґрунтах спричиняє зниження їхньої продуктивності, загальної стійкості до несприятливих чинників, у тому числі до атмосферних фітотоксикантів [15].

Тому в контексті оцінки дерев наявних полезахисних лісосмуг до атмосферних забруднень має бути визначення їхньої газо- й пилостійкості щодо ймовірності збереження в полезахисних лісосмугах у майбутньому, а також для вибору стійких видів дерев і чагарників, що будуть тривалий час виконувати свою газопоглодильну функцію з мінімальними заходами догляду за ними.

Завдання досліджень — проаналізувати, на основі проведених експериментальних досліджень науковцями, стійкість дерево-чагарникової рослинності, що застосовується для створення полезахисних лісосмуг, до атмосферних забруднень.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилися на основі опрацювання експериментальних матеріалів, які представлені в працях Приседського Ю.Г. (2014) [16], Горової А.І., Павличенка А.В., Лисицької С.М. (2011) [17], Калініна М.І. (1994) [18] та Вергелеса (2000), щодо стійкості дерево-чагарникової рослинності до атмосферних забруднень пилотом та газами [17]. Було узагальнено отримані результати, оцінено ймовірність вирощування газо- й пилостійких дерев в умовах змін клімату щодо їхньої посухостійкості та рекомендовані найстійкіші види дерев і чагарників. Також визначено рослин, які можуть бути біоіндикаторами атмосферних забруднень.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Полезахисні лісосмуги відіграють важливу роль у очищенні атмосферного повітря від пилу та газових викидів. Здатність рослин затримувати пил залежить від біологічних особливостей (опушення, клейкості, наявності воскового нальоту на листках), кількості й характеру опадів, вітрового режиму тощо.

Затримка пилу деревами відбувається не лише завдяки його осадженню на поверхню листка, але й завдяки осіданню на ґрунтову поверхню, обумовленого зміною під пологом насаджень швидкості та напрямку повітряних потоків.

Токсичні атмосферні забрудники впливають на анатомічну будову та функції деревних рослин полезахисних лісосмуг. Такі порушення можуть супроводжуватися візуальними змінами в рослин. Зокрема, спостерігаються некрози і хлорози на листках, скручування, зменшення розмірів, передчасне часткове або повне опадання хвої та листя. Загалом, пошкодження

рослин атмосферними забрудненнями досить різноманітне та неспецифічне. Одна й та ж шкідлива речовина спричиняє в різних видів деревних рослин різні ефекти, а один і той же ефект може бути причиною різних атмосферних токсикантів.

Вплив атмосферного забруднення проявляється в зміні фізіологічних процесів у рослин. Встановлено, що під дією газів у рослин з'являються порушення регулюючої функції продохів, руйнується протоплазма і хлоропласти, спостерігається потовщення стінок у клітинах паренхіми, збільшується проникливість клітинних оболонок, відбувається деформація клітин мезофілу, пригнічується процес поділу й розтягування клітин.

Змінюється перебіг фізіологічних процесів: знижується інтенсивність транспірації, пригнічується фотосинтез рослин. Потім спостерігається уповільнення росту та розвитку надземної частини й кореневої системи.

Різні види рослин по-різному реагують на одну й ту ж концентрацію в повітрі токсичних газів. Це залежить від величини газочутливості та газостійкості деревних рослин.

Аналіз результатів багатьох досліджень свідчить, що газочутливість листяних порід менша, ніж хвойних. Листяні деревні породи більш витривалі та мають вищу газостійкість, ніж хвойні. Встановлено, що листяні полезахисні насадження можуть ефективніше очищати атмосферу від токсичних газів, ніж хвойні і змішані. Це залежить від форми крони, складу, повноти та висоти насаджень, ступеня розвитку підліску й підросту. Більш ефективними очищувачами є середньоповнотні деревостани, потім — високоповнотні й низькоповнотні.

Розрізняють три типи пошкоджень рослин атмосферними забруднювачами: гостре, хронічне та приховане. Гостре ураження спостерігається під час дії на рослину високих концентрацій токсичних речовин упродовж короткого часу. Необоротні порушення, які виникають під час такої дії політантів, чітко помітні візуально у вигляді некрозів. Характерними ознаками хронічного ураження дерев токсикантами є зменшення лінійних розмірів асиміляційних органів, передчасний листопад, часткова або повна втрата плононосіння, хлорози листя. За прихованого пошкодження візуально ніяких змін не спостерігається, але вони виявляються в зниженні інтенсивності життєдіяльності рослин [19].

Стійкі види деревних рослин до атмосферних забруднювачів можуть підтримувати сприятливий екологічний стан довкілля і є оптимальними компонентами полезахисних лісосмуг. Види деревних рослин, що проявля-

ють чіткі ознаки ураження внаслідок впливу атмосферних забруднювачів, можуть бути використані в якості біоіндикаторів і біомоніторів забруднення довкілля.

Є ряд класифікацій дерево-чагарникової рослинності за стійкістю до атмосферних забруднень, що були визначені експериментальним шляхом науковцями.

Вивчені Приседським Ю.Г. (2014) види рослин щодо стійкості до атмосферних забруднювачів сполуками сірки, азоту та фтору були розділені на чотири групи: толерантні (стійкі), середньопошкоджувані, нестійкі та зі змінною стійкістю. До групи стійких видів належать гледичія колюча, дуб звичайний, жимолость татарська та карагана деревоподібна [16]. Їх можна використовувати для створення полезахисних лісосмуг (табл. 1).

Дуб звичайний належить до світлолюбних рослин, вимогливий до ґрунтів та до зволоження.

Гледичія колюча — світлолюбна, солевитривала, довговічна фітомеліоративна рослина, до ґрунту невибаглива, витримує його засолення, утворює дуже розгалужену кореневу систему, що може відходити від стовбура до 10 м у бік, тому її рекомендують висаджувати на еродованих ґрунтах, на крутосхилах і в полезахисних лісосмугах у Степу та Лісостепу як високорослу породу.

Карагана деревоподібна — морозостійка, тіньо- і солевитривала рослина. Культивується в захисних лісосмугах на всій території України. Цінний чагарник для вирощування в лісових смугах, у прибалкових насадженнях як підлісок, що захищає ґрунт від заростання бур'янами. Як посухо- і морозостійка та солевитривала рослина не витримує перезволоження ґрунтів. Її використовують також для залісення пісків.

Водночас біоіндикаторами наявності забруднення в повітрі оксидів сірки, азоту і фтору будуть нестійкі до них види рослин — горобина звичайна й тополя Болле.

За класифікацією дерев і чагарників щодо стійкості до атмосферних задимлень дерево-чагарникова рослинність поділяється на три групи: стійкі, відносно стійкі, нестійкі, з виділенням основних і другорядних деревних порід для лісосмуг, а також чагарників (табл. 2) [17].

Найбільш стійкими до атмосферних задимлень є акація біла, в'яз, верба біла, груша лісова, тополі, ліщина, ялівець, яблуня лісова. Вони можуть бути основними компонентами полезахисних лісосмуг у зоні атмосферного задимлення. Нестійкі види — дуб червоний, сосна звичайна, каштан кінський, калина зви-

Таблиця 1

Групи стійкості деревних і чагарникових рослин до атмосферних забруднень оксидами сірки, азоту та фтору (за Приседським Ю.Г., 2014)

Група стійкості	Ознаки групи	Види рослин
Толерантні (стійкі) види	Пошкодження листя не перевищує 20%	Гледичія колюча
		Дуб звичайний
		Жимолость татарська
		Қарагана деревоподібна
Середньо пошкоджені види	Пошкодженість листя становила 21–50%	Береза бородавчата
		Клен польовий
		Клен явір
Нестійкі	Пошкодженість понад 5% листкової поверхні	Горобина звичайна
		Тополя Болле
Види із змінною стійкістю	Пошкодження залежать від складу токсикантів	Береза плосколиста
		Верба біла
		Гіркокаштан кінський
		Горобина проміжна

Джерело: [16].

Таблиця 2

Стійкість дерев та чагарників до атмосферних газових забруднень (за даними Горової А.І., Павличенка А.В., Лисицької С.М., 2011)

Ступінь стійкості	Порода полезахисних лісосмуг		
	основна деревовидна	другорядна деревовидна	чагарник
Стійкі	Акація біла	Абрикос звичайний	Акація жовта
	В'яз (дрібнолистий, гладенький, пір'ястогіллястий)	Айлант високий	Аморфа чагарникова
		Біота східна	Бірючина звичайна
		Гледичія	Ялівець козацький
	Верба біла	Горіх волоський	Бузок звичайний
	Груша лісова	Клен ясенелистий	Вишня магалєбська
	Яблуня лісова	Маслинка вузьколиста	Самшит
	Тополя (Сакрау, чорна, бальзамічна)	Софора японська	Глід
		Туя західна	Ірга кругло листа
	Ліщина деревовидна	Шовковиця	Обліпіха
Ялівець Віргінський	Ялина колюча	Свидина криваво червона	
	Ясен звичайний		
Відносно стійкі	Береза повисла	Горобина звичайна	Аронія
	Дуб звичайний	Черемха звичайна	Бузина червона
	Клен (гостролистий, польовий)		Вишня повстяна
			Жимолость татарська

Ступінь стійкості	Порода полезахисних лісосмуг		
	основна деревовидна	другорядна деревовидна	чагарник
Відносно стійкі	Липа дрібнолиста		Шипшина
	Сосна кримська		Пухиреплідник калинолистий
			Скумпія
			Смородина золотиста
			Чубушник
			Таволга
			Черемха пізня
Нестійкі	Дуб червоний	Каштан кінський	Калина звичайна
	Сосна звичайна		

Джерело: [17].

чайна — є біоіндикаторами атмосферних за-
димлень.

Акація біла — це світлолюбива, жаро- та посухостійка, водночас доволі морозостійка й невибаглива до якості ґрунтів. Добре росте в полезахисних і протиерозійних смугах у змішаному та чистому вигляді. Це надійна фітомеліоративна рослина. Вона утворює багато кореневих паростків, тому нею закріплюють крутосхили.

В'яз — солевитривала і світлолюбна рослина. В останні десятиріччя чисельність інтенсивно зменшується внаслідок поширення його грибних хвороб.

Верба біла — вологолюбива, поширена в заплавах лісах. Росте також на вологих луках, берегах водойм. Морозостійка, світлолюбна рослина.

Груша лісова — тіневитривала, солевитривала, зимостійка, посухо- й вітростійка порода. Завдяки невибагливості до ґрунту та солевитривалості її використовують для закріплення кам'янистих схилів, ярів і балок. До того ж вона біологічно стійка в лісових умовах, добре витримує запиленість і загазованість повітря.

Тополя — швидкокоросле, світлолюбне дерево, яке широко використовують у полезахисних лісонасадженнях.

Лищина деревовидна — тіневитривала, фітомеліоративна рослина, добре затінює ґрунт, застосовується в прибалкових і проти-яржних лісомеліоративних насадженнях, має прекрасні вітрозахисні і ґрунтозахисні властивості.

Ялівець використовується для закріплення пісків.

Яблуня лісова — тіневитривала, морозостійка рослина. Поширена в полезахисних смугах, особливо придорожніх. Має важливе фітомеліоративне значення.

Класифікація деревних порід за пилозатриманням (за М.І. Калініна, 1991) визначає обсяги поглинання пилу 1 м² листової поверхні та одним деревом залежно від площі його листової поверхні. За нею найбільше пилу 1 м² листя затримує шовковиця біла — 8,1 г, верба плакуча — 8,1 г, гледичія триколючкова — 5,1 г, в'яз перистогіллястий — 4,1 г та клен польовий — 3,6 г. Найбільше пилу поглинає одне дерево за вегетаційний період у верби плакучої — 37,9 кг, тополі канадської — 34,1 кг, шовковиці білої — 31,3 кг, ясена — 27,1–29,6 кг, клена гостролистого — 29,2 кг та айланта високого — 24,2 кг (табл. 3) [18].

Клен гостролистий — тіневитривала, досить морозостійка рослина. Поширений у захисних насадженнях, особливо вздовж доріг.

Айлант високий — невибагливий до ґрунту й посухи.

Класифікація дерев за газопоглинальною здатністю діоксиду сірки показує, що зелені рослини здебільшого поглинають його 3–4 г за вегетаційний період одним деревом. За дослідженнями Вергелеса (2000), відносна стійкість дерев до атмосферних газопилових викидів визначається у 200-бальній шкалі, де найвищий бал — 200 — відповідає рослинам із найбільшою стійкістю до газопилових викидів. Найвищу середню відносну газопилову стійкість мають тополі — 180 балів, ясен звичайний — 170, гіркокаштан кінський та липа серцелиста — по 100 балів [17]. Ці рослини можуть бути основними компонентами полезахисних лісосмуг

Таблиця 3

Атмосферні пилозахисні властивості рослин деревних порід (за даними М.І. Калініна, 1991)

Деревна порода	Площа поверхні дорослого дерева, м ²	Кількість пилу, що затримується 1 м ² листя, г	Кількість пилу, що поглинається одним дорослим деревом за вегетаційний період, кг
Акація біла	36	1,21	4,23
Айлант високий	202	1,41	24,18
В'яз перистогіллястий	66	4,06	18,19
Верба плакуча	157	8,11	37,92
Гледичія три колючкова	140	5,13	17,63
Горох волоський	164	1,44	19,03
Гірकोкаштан звичайний	78	1,22	16,35
Клен польовий	171	3,55	19,90
Клен татарський	58	1,73	11,63
Клен гостролистий	276	1,80	29,21
Тополя канадська	267	1,02	34,12
Тополя пірамідальна	72	1,59	12,47
Шовковиця біла	112	8,12	31,31
Ясен зелений	195	1,85	29,62
Ясен звичайний	124	1,08	27,17

Джерело: [18].

у зоні змішаного газопилового забруднення атмосфери. Водночас види рослин із найменшим балом стійкості до газопилових забруднень — клен гостролистий — 20 балів, робінія псевдоакація — 20 балів, клен ясенелистий —

50 балів, яблуня домашня — 50 балів, абрикос звичайний — 50 балів, горобина звичайна — 50 балів, в'яз — 80 балів — можуть бути біоіндикаторами атмосферного газопилового забруднення (табл. 4).

Таблиця 4

Газопоглинальна здатність дерев та їхня середня відносна стійкість до газопилових викидів (за Вергелесом, 2000)

Порода	Поглинання діоксиду сірки однією рослиною за вегетаційний період, г	Середня відносна стійкість до газопилових викидів, бал
Клен ясенелистий	4,0	30
Тополя чорна	4,0	180
Тополя канадська	3,8	180
Ясен звичайний	3,8	170
Тополя пірамідальна	3,8	180
Гірकोкаштан кінський	3,6	100
В'яз граболистий	3,5	80
Клен гостролистий	3,5	20
Яблуня домашня	3,8	50
Липа серце листа	3,5	100
Робінія псевдо акація	3,4	20

Закінчення табл. 4

Порода	Поглинання діоксиду сірки однією рослиною за вегетаційний період, г	Середня відносна стійкість до газопилових викидів, бал
В'яз гірський	3,3	80
Тополя бальзамічна	3,3	180
Абрикос звичайний	3,3	50
Береза повисла	3,0	90
В'яз гладкий	3,0	80
Горобина звичайна	3,0	50

Джерело: [17].

Ясен звичайний — вразливий до хвороб і шкідників, через що його площі останніми роками зменшується. Не газостійкий, погано росте біля промислових підприємств. Він рекомендується як одна з головних порід для полезахисних насаджень, особливо в більш зволжених місцях, верхів'ях балок, у западинах у суміші з іншими породами й чагарниками, які добре притіняють ґрунт і не допускають його задерніння. Ясен не рекомендують вводити на змитих і засоленних ґрунтах, де він росте незадовільно.

Липа серцелиста — тіньовитривала, морозостійка, фітомеліоративна рослина. Купується на вулицях, вздовж шляхів. У полезахисному лісорозведенні липа ціниться як ґрунтозатінююча супутня порода, використовується для яружно-балкових і масивних насаджень.

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз газо- й пилостійкості дерев із метою їх використання у якості основних порід полезахисних лісосмуг в умовах атмосферного забруднення показав, що найбільш стійкими породами до газового забруднення атмосфери є гледичія колюча, акація біла, груша лісова, тополі, ліщина деревовидна, яблуня лісова. Найбільше пилу поглинають верба плакуча, тополя канадська, шовковиця біла, ясен, клен гостролистий та айлант високий. Лісовими породами з добрими фітомеліоративними властивостями, що ефективно захищають ґрунт від ерозійних процесів, є гледичія колюча, акація біла, ліщина деревовидна.

ЛІТЕРАТУРА

1. Юхновський В.Ю., Малюга В.М., Штофель М.О., Дударець С.М. Шляхи вирішення проблеми полезахисного лісорозведення в Україні. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. Львів. 2009. Вип. 7. С. 62–65.
2. Фурдичко О.І., Стадник А.П. Наукові основи функціонування системи захисних лісів і захисних лісових насаджень в агроландшафтах України. *Агроекологічний журнал*. Київ. 2010. № 4. С. 5–12.
3. Бессонова В.П., Зайцева І.А. Вміст важких металів у листі дерев і чагарників в умовах техногенного забруднення різного походження. *Питання біоіндикації та екології*. 2008. № 2. С. 62–77.
4. Павлішина О.М. Кумулятивна функція захисних лісових насаджень уздовж транспортних магістралей. *Біоресурси і природокористування*. Київ. 2014. № 1. С. 99–105.
5. Гладун Г.Б., Гладун Ю.Г. Захист автомобільних доріг лісовими насадженнями лінійного типу та їхні прогностичні обсяги. *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2013. № 123. С. 103–113.
6. Денисюк Н.В., Мельник В.Й. Оцінювання фітомеліоративної ролі зелених насаджень парків і скверів північного району міста Рівне. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів. 2020. Том 30. № 2. С. 38–43.
7. Денисюк Н.В. Аналіз стану зелених насаджень Парку молоді міста Рівне. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*. 2018. № 8(381). С. 33–39.
8. Мельник В.Й., Денисюк Н.В. Характеристика зелених насаджень Парку ім. Т.Г. Шевченка міста Рівне. *Біологія та валеологія*. 2018. № 20. С. 21–26.
9. Приседський Ю.Г., Лихолат Ю.В. Адаптація рослин до антропогенних чинників. Вінниця. ТОВ «Нілан-ЛТД». 2017. 98 с.
10. Caldwell Roger L. Effects of Air Pollution on Vegetation. *Progressive Agriculture in Arizona*. 2016. P. 10–11.
11. Генік Я.В., Дудин Р.Б., Дида А.П., Марутяк С.Б. Трансформаційні процеси в лісопаркових і паркових насадженнях урбанізованих екосистем Заходу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. Львів. 2017. Вип. 27 (10). С. 9–15.

12. Денисюк Н.В. Екологічні проблеми озеленення міста Рівне. *Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів: матеріали V Всеукр. наук.-техн. конф.*, м. Рубіжне, 22–26 квітня 2019 р. Рубіжне: видавець О. Зень, 2019. С. 61–63.
13. Ayubova E.M. Ecological conditions of bird habitats in the south of Ukraine. *Facta Universitatis Series: Working and Living Environmental Protection*. 2018. № 3. P. 209–215.
14. Дребот О.І. Вплив лісосмуг на екологічний стан земель автомобільного транспорту. *Збалансоване природокористування*. Київ. 2019. № 4. С. 26–34.
15. Піддубна Д. Полезахисні лісові смуги та інші захисні насадження — невід’ємні складові органічного виробництва. *Підприємництво, господарство і право*. 2016. № 1. С. 85–91.
16. Приседський Ю.Г. Характеристика стійкості деревних та чагарникових рослин до забруднення повітря сполуками сірки, фтору та нітрогену. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: біологія*. Харків. 2014. С. 162–167.
17. Горова А.І., Павличенко А.В., С.М. Лисицька. Біоіндикація. *Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з дисципліни студентами напряму підготовки 6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування*. Дніпро: Національний гірничий університет. 2011. 30 с.
18. Калнін М.І. Лісові культури і захисне лісорозведення. Львів: Світ. 1994. 296 с.
19. Коршиков И.И., Котов В.С., Михеенко И.П. Взаимодействие растений с техногенно загрязненной средой. Устойчивость. Фитоиндикация. Оптимизация. Киев: Наукова думка. 1995. 191 с.

ECOLOGICAL SUSTAINABILITY OF TREES OF FIELD PROTECTIVE FOREST BELTS AGAINST AIR POLLUTION

Tkachuk O.

Doctor of Agricultural Sciences,
Associate Professor of Ecology and Environmental Protection
Vinnytsia National Agrarian University
(Vinnytsia, Ukraine)

e-mail: tkachukop@ukr.net; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-6662>

Pankova S.

Graduate student of the Department of Ecology and Environmental Protection
Vinnytsia National Agrarian University
(Vinnytsia, Ukraine)

e-mail: kartushina777@icloud.com;

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5975-5251>

The aim is to analyze the resistance of tree and shrub vegetation used to create protective forest belts to air pollution on the basis of experimental studies conducted by other scientists. The research was carried out on the basis of the development of experimental materials on the resistance of tree and shrub vegetation to atmospheric pollution by dust and gases, presented in the works of famous scientists. The obtained results were generalized, the probability of growing gas- and dust-resistant trees in the conditions of climate change in relation to their drought resistance was estimated and the most resistant species of trees and shrubs were recommended. Also identified species of plants that can act as bioindicators of air pollution.

Studied by Prysedsky Yu.G. (2014) plant species in terms of resistance to atmospheric pollutants with sulfur, nitrogen and fluorine compounds were divided into four groups: tolerant (resistant), moderately damaged, unstable and with variable resistance. The group of resistant species includes prickly pear, common oak, Tatar honeysuckle and caragana arborescens. These species can be used to create protective forest belts. At the same time, reliable plant indicators of sulfur, nitrogen and fluoride oxides in the air will be unstable plant species — mountain ash and poplar Bolle.

Classification of trees and shrubs in terms of their resistance to atmospheric smoke divides plants into three groups: stable, relatively stable, unstable, with the allocation of primary and secondary wood species for forest belts, as well as shrubs. The most resistant to atmospheric smoke are white acacia, elm, white willow, forest pear, poplar, hazel, juniper, forest apple. They can be the main components of protective forest belts in the area of atmospheric smoke. Unstable species — red oak, Scots pine, horse chestnut, viburnum — are bioindicators of atmospheric smoke.

There is also a classification of tree species by dust retention M.I. Kalinin (1991). Behind it the most dust of 1 m² of leaves is retained by white mulberry — 8.1 g, weeping willow — 8.1 g, three-pricked gladiolus — 5.1 g, elm — 4.1 g and field maple — 3.6 g. One tree absorbs the most dust during the growing season in weeping willow — 37.9 kg, Canadian poplar — 34.1 kg, white mulberry — 31.3 kg, ash —

27.1–29.6 kg, maple — 29,2 kg and high island — 24.2 kg. According to Vergeles (2000), poplars have the highest average relative dust resistance — 180 points, common ash — 170, bitter horse chestnut and linden leaf heart — 100 points each.

Keywords: gas resistance, dust resistance, plants, agriculture, agroforest protection.

REFERENCES

1. Yukhnovs'kyū, V.YU., Malyuha, V.M., Shtofel', M.O., Dudarets, S.M. (2009). Shlyakhy vyrishennya problemy polezakhysnoho lisorozvedennya v Ukraini [Ways to solve the problem of protective afforestation in Ukraine]. *Naukovi pratsi Lisivnychoi akademii nauk Ukrainy — Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*. 7, 62–65 [in Ukrainian].
2. Furdychko, O.I., Stadnyk, A.P. (2010). Naukovi osnovy funktsionuvannya systemy zakhysnykh lisiv i zakhysnykh lisovykh nasadzhenn' v ahrolandshaftakh Ukrayiny [Scientific bases of functioning of the system of protective forests and protective forest plantations in agrolandscapes of Ukraine]. *Ahroekolohichnyy zhurnal — Agroecological journal*. 4, 5–12 [in Ukrainian].
3. Bessonova, V.P., Zaytseva, I.A. (2008). Vmist vazhkykh metaliv u lysti derev i chaharnykviv v umovakh tekhnohennoho zabrudnennya riznoho pokhodzhennya [The content of heavy metals in the leaves of trees and shrubs under conditions of man-made pollution of various origins]. *Pytannya bioindykatsiyi ta ekolohiyi — Issues of bioindication and ecology*. 2, 62–77 [in Ukrainian].
4. Pavlishyna, O.M. (2014). Kumulyatyvna funktsiya zakhysnykh lisovykh nasadzhenn' uzdozh transportnykh mahistraley [Cumulative function of protective forest plantations along highways]. *Bioresursy i pryrodokorystuvannya — Bioresources and nature management*. 1, 99–105 [in Ukrainian].
5. Hladun, H.B., Hladun, YU.H. (2013). Zakhyst avtomobil'nykh dorih lisovymy nasadzhennyamy liniynoho typu ta yikhni prohnazni obsyahy [Protection of roads by forest plantations of linear type and their forecast volumes]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya — Forestry and agroforestry*. 123, 103–113 [in Ukrainian].
6. Denysyuk, N.V., Mel'nyk, V.Y. (2020). Otsynuyuvannya fitomelioratyvnoyi roli zelenykh nasadzhenn' parkiv i skveriv pivnichnoho rayonu mista Rivne [Assessment of phytomeliorative role of green plantations of parks and squares of the northern district of Rivne]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny — Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*. Lviv. 30, 2, 38–43 [in Ukrainian].
7. Denysyuk, N.V. (2018). Analiz stanu zelenykh nasadzhenn' Parku molodi mista Rivne [Analysis of the state of green plantations of the Youth Park of Rivne]. *Naukovyy visnyk Shkhidnoevropeys'koho natsional'noho universytetu im. Lesi Ukrayinyky. Seriya: Biolohichni nauky — Scientific Bulletin of the Eastern European National University. Lesya Ukrainka. Series: Biological Sciences*. 8 (381), 33–39 [in Ukrainian].
8. Mel'nyk, V.Y., Denysyuk, N.V. (2018). Kharakterystyka zelenykh nasadzhenn' Parku im. T.H. Shevchenka mista Rivne [Characteristics of greenery in the Park T.G. Shevchenko of the city of Rivne]. *Biolohiya ta valeolohiya — Biology and valeology*. 20, 21–26 [in Ukrainian].
9. Pryseds'kyi, Yu.H., Lykholat, Yu.V. (2017). *Adaptatsiya roslyn do antropohennykh chynnykviv [Adaptation of plants to anthropogenic factors]*. Vinnytsya. TOV Nilan-LTD. 98 [in Ukrainian].
10. Caldwell Roger, L. (2016). *Effects of Air Pollution on Vegetation. Progressive Agriculture in Arizona*. 10–11 [in English].
11. Henyk, YA.V., Dudyn, R.B., Dyda, A.P., Marutyak, S.B. (2017). Transformatsiyni protsesy v lisoparkovykh i parkovykh nasadzhennyakh urbanizovanykh ekosystem Zakhodu Ukrayiny [Transformation processes in forest park and park plantations of urbanized ecosystems of Western Ukraine]. *Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny — Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*. Lviv. 27 (10), 9–15 [in Ukrainian].
12. Denysyuk, N.V. (2019). Ekolohichni problemy ozelenennya mista Rivne [Ecological problems of landscaping of the city of Rivne]. *Aktual'ni problemy naukovo-promyslovoho kompleksu rehioniv: materialy V Vseukr. nauk.-tekhn. konf. — Actual problems of scientific and industrial complex of regions: materials V All-Ukrainian. scientific and technical conf. April 22–26, Rubizhne: publisher O. Zen*, 61–63 [in Ukrainian].
13. Ayubova, E.M. (2018). Ecological conditions of bird habitats in the south of Ukraine. *Facta Universitatis Series: Working and Living Environmental Protection*. 3, 209–215 [in English].
14. Drebot, O.I. (2019). Vplyv lisosmuh na ekolohichnyy stan zemel' avtomobil'noho transport [Influence of forest belts on the ecological condition of motor transport lands]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya — Balanced nature management*. Kyiv. 4, 26–34 [in Ukrainian].
15. Pidubna, D. (2016). Polezakhysni lisovi smuhy ta inshi zakhysni nasadzhennya — nevid'yemni skladovi orhanichnoho vyrobnytstva [Field protective forest strips and other protective plantings are integral components of organic production]. *Pidpryyemnytstvo, hospodarstvo i pravo — Entrepreneurship, economy and law*. 1, 85–91 [in Ukrainian].
16. Pryseds'kyi, Yu.H. (2014). Kharakterystyka stykosti derevnykh ta chaharnykovykh roslyn do zabrudnennya povitrya spolukamy sirky, ftoru ta nitrohenu [Characteristics of resistance of woody and shrub

- plants to air pollution by sulfur, fluorine and nitrogen compounds]. *Visnyk Kharkivs'koho natsional'noho universytetu imeni V.N. Karazina. Seriya: biolohiya — Bulletin of Kharkiv National University named after V.N. Karazina. Series: biology.* 162–167 [in Ukrainian].
17. Horova, A.I., Pavlychenko, A.V., Lysyts'ka, S.M. (2011). Bioindykatsiya [Bioindication]. *Metodychni rekomendatsiyi do vykonannya kursovoyi roboty z dystsypliny studentamy napryamu pidhotovky 6.040106 Ekolohiya, okhorona navkolyshn'oho seredovishcha ta zbalansovane pryrodokorystuvannya. Natsional'nyy hirnychyy universytet — Methodical recommendations for the course work on the discipline by students in the direction of training 6.040106 Ecology, environmental protection and sustainable use of nature.* Dnipro: National Mining University. 30 [in Ukrainian].
 18. Kalinin, M.I. (1994). *Lisovi kul'tury i zakhysne lisorozvedennya [Forest crops and protective afforestation]*. L'viv: Svit. 296 [in Ukrainian].
 19. Korshikov, I.I., Kotov, V.S., Mikheyenko, I.P. (1995). *Vzaimodeystviye rasteniy s tekhnogenno zagryaznennoy sredoy [Interaction of plants with technogenically polluted environment. Stability]. Ustoychivost'. Fitoidindikatsiya. Optimizatsiya — Phytoindication. Optimization.* Kiev: Naukova dumka. 191 [in Russian].

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Ткачук Олександр Петрович, доктор сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008; e-mail: tkachukop@ukr.net; тел. +380679546095; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0647-6662>)

Панкова Сніжана Олексіївна, аспірантка кафедри екології та охорони навколишнього середовища, Вінницький національний аграрний університет, (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008; e-mail: kartushina777@icloud.com; тел. +380968403551; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5975-5251>)

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

Міжнародний день ґрунтів відмічається 5 грудня. Україна є 44 державою світу за площею материкової території. За площею орних земель вона займає 9 місце, поступаючись таким державам, як: Індія, США, Росія, Китай, Бразилія, Австралія, Канада та Нігерія. А за рівнем розораності території — одне з перших місць у світі. У 2016 році в Україні було прийнято та нині впроваджується Національний план дій щодо боротьби з деградацією земель та опустелюванням. Україна також приєдналася до глобального процесу встановлення добровільних національних завдань щодо досягнення нейтрального рівня деградації земель.