УДК 581.5:[582.475+582.664.4]:504.5
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.5-68.50

АДАПТИВНА МІНЛИВІСТЬ ТА ФІТОРЕМЕДІАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДІВ *LARIX* MILL. ТА *RIBES* L. В УМОВАХ ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Мордатенко І.Л. (orcid.org/0000-0002-6710-2357),
Солошенко В.С. (orcid.org/0000-0002-7360-8493)
Державний дендрологічний парк «Олександрія» Національної академії наук України
м. Біла Церква, 09113
mangust012@ukr.net, miss456@ukr.net

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується стрімким посиленням антропогенного навантаження, хронічним екологічним стресом та погіршенням стану довкілля, особливо на урбанізованих територіях. Військова агресія, мілітарне забруднення екосистеми, викиди автотранспорту, промислова загазованість, забруднення ґрунтів і повітря важкими металами – все це провокує системне зростання поліорганних патологій серед населення. У таких умовах пошук та обґрунтування застосування високоефективних, малотоксичних та екологічно безпечних засобів рослинного походження, а також створення стійких захисних насаджень є одним із пріоритетних завдань сучасної біологічної та екологічної наук. Інтродуковані до Правобережного Лісостепу України представники родів смородина (*Ribes* L.) та модрина (*Larix* Mill.) мають унікальний комплекс біологічно активних речовин, сформований ними в процесі тривалої еволюції. Проте, традиційне використання різних видів смородин та модрин у фітотерапії та озелененні в Україні тривалий час було обмеженим або взагалі відсутнім. Актуальність нашої роботи полягає в теоретичному та практичному обґрунтуванні концепції міжродового біохімічного та екологічного синергізму. Дослідження доводить, що поєднання компонентів *Ribes* та *Larix* забезпечує значно потужніший лікувальний, захисний та середовищеформуючий ефект, ніж використання кожної рослини окремо. Крім того, вивчення біологічних та екологічних закономірностей формування рослинної біомаси в умовах техногенного стресу (зокрема, унікального для хвойних феномену сезонної листопадності модрин) відкриває абсолютно нові підходи до прогнозування накопичення вторинних метаболітів рослинами. Це розширює можливості їх спільного використання для фіторемедіації та очищення урбанізованих територій від важких металів і газоподібних полютантів та наслідків військової збройної агресії рф. *Ключові слова*: *Ribes* L., *Larix* Mill., Правобережний Лісостеп України, фіторемедіація, міжродовий синергізм, вторинні метаболіти, штучні фітоценози.

Adaptive variability and phytoremediation properties of representatives of the genera *Larix* Mill. and *Ribes* L. under technogenic load. Mordatenko I., Soloshenko V.

The current stage of societal development is characterized by a rapid increase in anthropogenic pressure, chronic environmental stress, and the degradation of environmental quality, particularly in urbanized areas. Military aggression, military – induced pollution of ecosystems, vehicular emissions, industrial gas pollution, and the contamination of soil and air with heavy metals systematically trigger a rise in multi -organ pathologies among the population. Under such conditions, the search for and substantiation of highly effective, low-toxic, and environmentally safe plant-derived agents, as well as the creation of resilient protective plantations, represent a priority task for modern biological and environmental sciences. The representatives of the genera *Ribes* L. and *Larix* Mill., introduced to the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, possess a unique complex of biologically active substances shaped throughout their long-term evolution. However, the traditional utilization of various currant and larch species in phytotherapy and urban landscaping in Ukraine has long been limited or entirely absent. The relevance of this study lies in the theoretical and practical substantiation of the concept of intergeneric biochemical and ecological synergism. The research demonstrates that combining components of *Ribes* and *Larix* provides a significantly more potent therapeutic, protective, and environment-shaping effect than the separate use of each plant. Furthermore, studying the biological and ecological regularities of plant biomass formation under technogenic stress (specifically, the phenomenon of seasonal deciduousness in larches, which is unique among conifers) opens up entirely new approaches to predicting the accumulation of secondary metabolites by plants. This expands the possibilities for their combined utilization in phytoremediation and the clearing of urbanized areas from heavy metals, gaseous pollutants, and the consequences of the military armed aggression of the russian federation. *Key words*: *Ribes* L., *Larix* Mill., Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, phytoremediation, intergeneric synergism, secondary metabolites, artificial phytocoenoses.

Постановка проблеми. Збереження здоров'я відвідувачів дендрологічних парків та інших природно-заповідних територій в умовах сучасного техногенного та екологічного стресу, вимагає постійного пошуку нових видів і перспективними у даному аспекті є рослини різних видів родів смородина та модрина. Смородини – *Ribes* L. (родина *Grossulariaceae* DC.), об'єднують понад 195 таксонів, природно поширених у помірних областях Євразії, Америки та Африки. Найвідомішими у сві-

© Мордатенко І.Л., Солошенко В.С., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

товій флорі видами є *Ribes nigrum* L., *Ribes rubrum* L., *Ribes uva-crispa* L. [1].

Модрина (*Larix* Mill. родина *Pinaceae* Spreng. ex Rudolphi) – за різними класифікаціями налічує від 11 до 14 видів, природно поширених у Північній півкулі. Найвідомішими у світовій флорі видами є *Larix decidua* Mill., *Larix sibirica* Ledeb., *Larix gmelinii* Rupr., *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr., *Larix laricina* (Dv. Roi) C. Koch, *Larix polonica* Racib. [1]

Плоди (ягоди), шишки та вегетативні органи цих рослин характеризуються унікальним комплексом біологічно активних речовин (БАР). За своїми лікувальними властивостями вони є високоцінними джерелами вітаміну С, поліфенолів та ессенціальних жирних кислот [2, 3]. Актуальності набуває вивчення біохімічних паралелей між покритонасінними та голонасінними рослинами, зокрема, представниками родів *Ribes* та *Larix*, які мають значні еволюційно-адаптаційні стратегії та унікальний фітохімічний профіль [4, 5].

У Державному дендрологічному парку «Олександрія» НАН України у м. Біла Церква Київської області (Правобережний Лісостеп України) зібрано генофонд 8 видів роду *Ribes* та генофонд 8 видів роду *Larix* [6].

Актуальність дослідження. Серед зростаючої низки негативних факторів, слід виділити системне антропогенне навантаження на ландшафти, поліорганні патології серед населення, хронічний психоемоційний стрес, погіршення екологічних параметрів урбанізованого середовища (загазованість, забруднення важкими металами тощо) [5, 7, 8, 9], тому вивчення та обґрунтування застосування високоефективних, екологічно безпечних і малотоксичних засобів рослинного походження – є одним із пріоритетних завдань сучасної біологічної науки. Таксони родів *Ribes* та *Larix* мають багатий, унікальний склад біологічно активних речовин, який сформувався у процесі тривалої еволюції [3, 10, 11, 12]. Проте, активне використання цих рослин у фітотерапії та озелененні було дещо обмеженим [13, 14]. Актуальність роботи полягає в обґрунтуванні концепції міжродового синергізму – ми пояснюємо та доводимо на практиці, що поєднання компонентів *Ribes* та *Larix* дасть значно потужніший лікувальний ефект, ніж кожна рослина окремо. Крім того, вивчення біологічних та екологічних передумов формування біомаси, зокрема, унікального для хвойних рослин феномену листопадності модрин, окреслює нові підходи до прогнозування накопичення вторинних метаболітів [15, 16, 17].

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Представлене дослідження є систематизацією фундаментальних науково-дослідних робіт, які виконувалися на базі Державного дендрологічного парку «Олександрія» НАН України та пов'язане з реалізацією низки пріоритетних завдань сучасної біологічної та екологічної науки. Робота базується на результатах дисертаційного дослідження кандидата біологічних наук І. Л. Мордатенка [10]. «Вивчення біоекологічних особливостей та адаптаційного потенціалу видів роду Модрина (*Larix* Mill.) в умовах Правобережного Лісостепу України». Авторський доробок розширює ці дані в напрямку дослідження та інтегрує з науковими результатами дисертаційного дослідження кандидата біологічних наук В. С. Солошенко (2026 р.) стосовно комплексного аналізу фенологічних спектрів, морфологічних ознак різних видів роду *Ribes* та динаміки накопичення у них біологічно активних речовин (антоціанів, органічних кислот, поліфенолів) [18].

З 2026 року розпочато виконання фундаментальної тематики «Екологічна стійкість та адаптивна мінливість екосистем Державного дендрологічного парку «Олександрія» НАН України в умовах кумулятивної дії дестабілізуючих факторів», серед основних завдань якої буде і оцінка фіторемедіаційного потенціалу деревних рослин у Правобережному лісостепу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Упродовж останніх десятиліть наукові дослідження змістилися від простого опису вітамінного складу деревних рослин до вивчення їх молекулярного впливу на організм людини та довкілля. Відомо, що антоціани *Ribes nigrum* діють як природні інгібітори моноамінооксидази-В, покращуючи когнітивні функції та знижуючи ментальну втому людини [19, 20], а також здатні запобігати багатьом хворобам [21, 22]. У роботах І. Л. Мордатенка [10, 23, 24] описано високу екологічну пластичність та стійкість видів роду *Larix* в умовах інтродукції у Правобережному Лісостепу України. Препарати з деревини *Larix sibirica*, *Larix gmelinii*, *Larix decidua* містять флавоноїд дигідрокверцетин (таксифолін) [25] та полісахарид арабіногалактан, які розглядаються сучасною доказовою медициною як еталонні капіляропротектори та імуномодулятори [26, 27]. Потужне коріння дерев модрин зв'язує токсиканти у глибоких шарах ґрунту, «консервує» важкі метали у деревині, виводячи їх з колообігу органічних речовин. Мичкувате коріння кущів смородин утримує важкі метали у верхньому шарі ґрунту, запобігає ерозіям та покращує водний стік, тобто кущі працюють на поверхні, дерева на глибині, а у синергії вони значно повністю блокують міграцію забруднення в екосистемі. Рослини різних видів родів *Ribes* та *Larix* є стійкими до сучасних екологічних викликів, відновлюють деградовані ґрунти, створюючи стійкий, довговічний, фіторемедіаційний та терапевтичний ландшафт.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Метою роботи є комплексна систематизація наукової інформації щодо фіторемедіаційних та фітотерапевтичних властивостей представників родів *Ribes* та *Larix* і оцінка передумов формування їх біолого-екологічної продуктивності.

Наукова новизна дослідження. Вперше на основі системного аналізу та узагальнення наявних теоретичних відомостей, здійснено порівняльну оцінку адаптивної мінливості та фіторемедіаційного потенціалу представників родів *Larix* та *Ribes* в умовах техногенного навантаження. Теоретично обґрунтовано специфіку прояву їх адаптаційних механізмів та перспективність використання таксонів для фіторемедіації в умовах Правобережного Лісостепу України. Вперше теоретично визначено особливості фіторемедіаційного потенціалу різних життєвих форм – хвойних деревних (*Larix*) та листяних кущових (*Ribes*) інтродуцентів.

Методологічне або загальнонаукове значення. Полягає у розробці та впровадженні системного підходу, який об'єднує інструменти ботаніки, екології, фізіології рослин та фармакогнозії для оцінки потенціалу рослинного світу. Робота закладає методологічну основу для порівняльного аналізу біологічних паралелей між абсолютно різними за походженням та життєвими формами рослинами – хвойними деревами (*Larix*) та листяними кущами (*Ribes*). У науковий обіг вводиться методологічний підхід до оцінки рослин не як окремих екологічних одиниць, а як взаємодоповнювальних елементів штучних екосистем. Запропонований підхід базується на системному аналізі світових репозитаріїв, баз даних багаторічного моніторингу колекцій Державного дендрологічного парку «Олександрія» НАН України.

Викладення основного матеріалу. Об'єктом дослідження є біологічні та екологічні особливості рослин різних видів родів *Ribes* та *Larix* з колекції дендропарку «Олександрія» в умовах сучасних кліматичних змін та техногенного навантаження. За літературними джерелами встановлено фітохімічний потенціал їх деревини, листя, хвої та живиці [25, 26, 27]. Методологія дослідження базувалася на системному аналізі фахової літератури, репозитаріїв та міжнародних баз даних (PubMed, Scopus, Google Scholar, Web of Science) за період з 2008 по 2026 роки (табл. 1.).

Порівняння фіторемедіаційного потенціалу рослин роду *Larix* Mill. та *Ribes* виявляє глибокі біологічні паралелі. Унікальною еволюційною ознакою модрин є їх листопадність (хвоєпадність) [10]. Повне щорічне скидання хвої на зиму є фізіологічним механізмом мінімізації транспірації та оптимізації водного балансу рослин в умовах зимового стресу. Головна біологічна паралель між *Larix* та *Ribes* полягає у високому рівні їх адаптивної мінливості. В умовах техногенного забруднення (важкі метали, викиди автотранспорту, діоксид сірки тощо) обидва таксони реагують оптимізацією архітектоніки асиміляційного апарату. У представників обох родів під впливом токсикантів спостерігається тенденція до ксероморфізації структури (зменшення площі листкової пластинки/хвоїнок, потовщення кутикули, регуляція продихового апарату) [28]. Обидва роди характеризуються вираженою фенологічною пластичністю в умовах техногенного забруднення спостерігається зміщення строків фенофаз (оптимізація періоду вегетації), що дозволяє рослинам завершити генеративний або ростовий цикл до моменту критичного літнього піку акумуляції ксеробіотиків. Обидва роди використовують листопад як ефективний спосіб екскреції накопичених за вегетаційний

Таблиця 1

Застосування та використання представників родів *Larix* Mill. та *Ribes* L. в умовах техногенного навантаження

Вид	Адаптивні властивості	Напрямки фіторемедіації	Практичне застосування та моніторингове значення
L. decidua Mill. *L. sibirica* Ledeb.	Висока газостійкість, завдяки щорічному скиданню хвої акумульовані токсиканти не накопичуються роками.	Фітостабілізація та фітоекстракція: Акумулює важкі метали (Pb, Cd, Cu, Zn) у кореневій системі та корі.	Створення захисних лісосмуг навколо промислових підприємств та вздовж автошляхів. Рекультивація відвалів, териконів та кар'єрів.
L. kaempferi (Lamb.) Carr.	Димостійка, стійка у міських умовах.	Очищення повітря: ефективно поглинає діоксид сірки та оксиди азоту.	Хвоя та кора є біоіндикаторами тривалого техногенного забруднення повітря.
R. nigrum L. *R. rubrum* L.	Пластичність кореневої системи та здатність до швидкого вегетативного відновлення.	Фітостабілізація та ризофільтрація: утримує важкі метали у прикореневій зоні (ризосфері), запобігаючи їх вимиванню у ґрунтові води.	Озеленення санітарно-захисних зон підприємств. Використання як чагарникового ярусу для зниження вітрової ерозії на порушених землях.
R. aureum Pursh	Має високу посухостійкість, солестійкість та витривалість до пилового навантаження.	Здатність до акумуляції радіонуклідів (Cs^{137}, Sr^{90}).	Моніторинг локального забруднення ґрунтів (за морфологічними змінами листків та рівнем хлорофілу).

період важких металів та сірки. Рослини скидають баласт забруднювачів разом із хвою/листям, запобігаючи незворотному пошкодженню багаторічних скелетних частин (стовбурів, гілок). Цей механізм зумовлює перерозподіл полютантів, так, накопичені речовини з опадом потрапляють у верхній шар ґрунту під кронами, де завдяки потужній кореневій системі обох рослин відбувається їх подальша локалізація [29].

Аналіз літературних даних підтверджує наявність паралельних біохімічних треків захисту від оксидативного стресу, викликаного техногенними агентами [30, 31]. І у модрин, і у смородин, зв'язування іонів важких металів у цитоплазмі клітин відбувається за рахунок активації глутатіонзалежних шляхів [32]. Обидва роди реагують на забруднення різким збільшенням синтезу фенольних сполук у бар'єрних тканинах [33, 34]. У рослин роду *Larix* це проявляється зміною якісного складу живиці, у рослин роду *Ribes* – накопиченням антоціанів та флавоноїдів у листках, що виконують роль оптичних та хімічних протекторів. Леткі фітонцидні виділення рослин сприяють детоксикації приземного шару атмосфери шляхом зв'язування та інактивації деяких газоподібних полютантів (озону, оксидів азоту та сірки), що суттєво підвищує загальний фіторемедіаційний ефект штучних насаджень [35].

Вегетативні органи обох рослин (бруньки, листя смородин, хвоя та живиця модрин) насичені моно- та сесквітерпеноїдами (борнеол, лимонен, карен тощо) та фітонцидами. Терпеноїди стабілізують клітинні мембрани та беруть участь у регенерації тканин при механічних чи хімічних пошкодженнях, наприклад, живиця модрин забезпечує швидку ізоляцію техногенних мікротравм кори та пагонів [36, 37].

Особливу роль у забезпеченні толерантності до екологічного стресу відіграє антиоксидантний статус асиміляційного апарату. За даними літературних джерел, хвоя модрини під час активної вегетації за вмістом вітаміну С не поступається світовим еталонам [38, 39]. Аскорбінова кислота є ключовим низькомолекулярним антиоксидантом, який нівелює дію активних форм кисню, що масово утворюються в клітинах рослин під впливом ксенобіотиків та важких металів [40, 41, 42].

Хвоя модрин характеризується інтенсивним мінеральним обміном, зокрема, містить у 9 разів більше фосфору, ніж хвоя *Pinus sylvestris* L. Оскільки фосфор є основою енергетичного обміну (АТФ) та входить до складу фосфоліпідів біомембран, такий високий його вміст забезпечує потужний енергетичний резерв для підтримання репараційних процесів у клітинах модрини, що функціонують в умовах хронічного техногенного навантаження.

Подібний механізм інтенсифікації фосфорного та вуглеводного обміну в умовах стресу притаманний і представникам роду *Ribes,* що підтверджує спільність їх фізіологічних адаптацій [43, 44]. Ажурні крони модрин добре і легко поглинають повітряні маси, послаблюють силу вітру, оптимізують мікроклімат, що корелює з високою газо- та димостійкістю обох родів в урбанізованому середовищі [10, 45].

Враховуючи те, що дерева модрин і кущі смородин займають різні просторові яруси (дерево та кущ), але мають подібну екологічну пластичність і однаковий ритм скидання листя/хвої, їх доцільно використовувати разом у багатоярусних фіторемедіаційних посадках, наприклад, вздовж автомагістралей або навколо промислових зон Правобережного Лісостепу, для створення стійких штучних фітоценозів

Висновки. За даними проведених теоретичних досліджень, з'ясовано синергічний ефект поєднання двох родів *Larix* та *Ribes*. Спільне використання речовин з деревини різних видів модрин та плодів і листя різних видів смородин обумовлює значно сильніший лікувальний ефект, ніж кожна з рослин окремо. Поєднання флавоноїдів (дигідрокверцетину) та антоціанів посилює захист судин та клітин від руйнування. Сезонна листопадність рослин роду *Larix* є унікальним явищем для хвойних та фізіологічним захистом від несприятливих зимових умов. Під впливом техногенного забруднення у рослин обох родів оптимізується будова хвої та листя (зменшується площа листової поверхні, потовщується захисний шар). За умов техногенного забруднення рослини діють синергічно на різних рівнях: глибока та потужна коренева система модрин вбирає та «консервує» важкі метали у деревині, поверхнева, мичкувата коренева система смородин утримує токсиканти у верхньому шарі ґрунту, запобігаючи ерозії та потраплянню токсикантів у дощові стоки. Таким чином блокується поширення забруднених речовин в екосистемі.

Перспективи використання результатів дослідження. Результати дослідження можна використати як теоретичну платформу для фармацевтичних підприємств України щодо створення комбінованих засобів поліорганної дії, спрямованих на захист судин, зміцнення імунітету та загальне відновлення організму. Спільні багатоярусні посадки з модрин (верхній ярус) та смородин (нижній ярус) рекомендовано створювати вздовж залізниць, великих автошляхів та промислових майданчиків. Висока здатність ажурних крон рослин роду *Larix* поглинати повітряні маси, послаблюючи вітер та виділяючи, як і рослини роду *Ribes*, леткі фітонциди і терпеноїди, дозволяє рекомендувати їх для використання у «терапевтичних ландшафтах» (санаторії, лікарні, міські зони відпочинку). Узагальнені дані безпосередньо інтегровані до фундаментальної наукової теми дендропарку «Олександрія» НАН України щодо оцінки стійкості екосистем до сучасних кліматичних змін та техногенного стресу, забезпечуючи базу для довгострокового екологічного моніторингу.

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

Література

1. POWO: https://powo.science.kew.org/ (date of access 11.07.2026)
2. Uttra A., Alamgeer M., Shahzad M. et al. Ribes orientale: A novel therapeutic approach targeting rheumatoid arthritis with reference to pro-inflammatory cytokines, inflammatory enzymes and anti-inflammatory cytokines. *Journal of Ethnopharmacology.* 2019. Vol. 237. P. 92–107. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.03.019 (date of access 10.07.2026)
3. Soloshenko V. Comparative assessment of the content of vitamin C and carbohydrates in the fruits of species of the genus *Ribes* L. *Plant Introduction*. 2025. P. 1520. DOI: https://doi.org/10.46341/PI2025003 (date of access 10.07.2026)
4. Cortez R. E., Gonzalez de Mejia E. Blackcurrants (*Ribes nigrum*): A Review on Chemistry, Processing, and Health Benefits. *Journal of Food Science*. 2019. Vol. 84. no. 9. P. 2387–2401. DOI: https://doi.org/10.1111/1750-3841.14781 (date of access 10.07.2026)
5. Yadav S., Sharma A., Bishnoi S. et al The Role of Anthocyanins in Cardiovascular Health : A Review. *Current Cardiology Reviews*. 2026. Vol. 22. no. 2. Art. e1573403X372621. DOI: https://doi.org/10.2174/011573403X372621250716123921 (date of access 10.07.2026)
6. Каталог деревних рослин дендрологічного парку «Олександрія» Національної академії наук України. за ред. С. І. Галкіна. Біла Церква : ТОВ «Білоцерківдрук», 2013. 64 с.
7. Willems M. E. T., Myers S. D., Cook M. D., Gault M. L. Effect of New Zealand Sujon blackcurrant on cardiovascular responses during cycling in triathletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2014. Vol. 11, suppl. 1. Art. P11. DOI: https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-S1-P11 (date of access 10.07.2026)
8. Wu Y., Zhao L., Gu L. et al. Renoprotective activity of *Ribes diacanthum* pall (RDP) against inflammation in cisplatin-stimulated mice model and human renal tubular epithelial cells. *Journal of Ethnopharmacology*. 2022. Vol. 283. Art. 114696. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114696 (date of access 10.07.2026)
9. Staszowska-Karkut M., Chilczuk B., Materska M. et al. Phenolic Compounds in Fractionated Blackcurrant Leaf Extracts in Relation to the Biological Activity of the Extracts. *Molecules*. 2023. Vol. 28. no. 22. Art. 7459. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules28227459 (date of access 10.07.2026)
10. Мордатенко І. Л. Біоекологічні особливості видів роду *Larix* Mill. у зв'язку з їх інтродукцією в Правобережному Лісостепу України : автореф. дис. … канд. біол. наук : 03.00.05. Нац. бот. сад імені М. М. Гришка НАН України. Київ, 2010. 16 с.
11. Galkina V. Little known species of currant (*Ribes* L.) as a perspective vitamin and medicinal plants in the Forest Steppe of the Right−Bank of the Ukraine. *The scientific proceedings of the International network AgroBioNet*. 2016. P. 91−94. URL:https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/25184/1/Biodiversity%20after%20the%20Chernobyl%20Accident.%20Part%20II.pdf#page=91.
12. Galkina V., Dojko N., Bojko N., Mordatenko I. The beautifully fruiting woody plants on the landscapes of the "Alexandria" Arboretum of the NAS of the Ukraine. *Conversation of Plant Diversity* : *International Scientific Symposium*, 5th edition (Chişinău, Republic of Moldova, 13 June 2017). Chişinău, 2017. P. 24.
13. Téglás T., Mihok E., Cziáky Z. et al. The Flavonoid Rich Black Currant (*Ribes nigrum*) Ethanolic Gemmotherapy Extract Elicits Neuroprotective Effect by Preventing Microglial Body Swelling in Hippocampus and Reduces Serum TNF-α Level: Pilot Study. *Molecules*. 2023. Vol. 28, no. 8. Art. 3571. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules28083571 (date of access 10.07.2026)
14. Ștefănescu R., Boda F., Sebestyen M. et al. Pharmacognostic Evaluation and Antioxidant Profiling of Five Varieties of *Ribes nigrum* Grown in Romania. *Plants*. 2025. Vol. 14, no. 11. Art. 1604. DOI: https://doi.org/10.3390/plants14111604 (date of access 10.07.2026)
15. Oprea E., Radulescu V., Balotescu C. et al. Chemical and biological studies of *Ribes nigrum* L. buds essential oil. BioFactors. 2008. Vol. 34. no. 1. P. 3–12. DOI: https://doi.org/10.1002/biof.5520340102 (date of access 10.07.2026)
16. Ohguro H., Ohguro I., Yagi S. Effects of black currant anthocyanins on intraocular pressure in healthy volunteers and patients with glaucoma. *Journal of Ocular Pharmacology and Therapeutics*. 2013. Vol. 29. no. 1. P. 61–67. DOI: https://doi.org/10.1089/jop.2012.0071 (date of access 10.07.2026)
17. Miladinović B., Randjelović M., Djordjević B. et al. Comparative Analysis of Anthocyanins and Vitamin C Content, Antioxidant Potential, and Antimicrobial Activity of Eight Black Currant (*Ribes nigrum* L.). Varieties Juices. *Chemistry & Biodiversity.* 2025. Vol. 22. no. 12. Art. e01614. DOI: https://doi.org/10.1002/cbdv.202501614 (date of access 10.07.2026)
18. Солошенко В. С. Види роду *Ribes* L. у Правобережному Лісостепу України : інтродукція, біолого-екологічні особливості, перспективи використання : автореф. дис. … канд. біол. наук : 03.00.05. Нац. бот. сад імені М. М. Гришка НАН України. Київ, 2025. 21 с.
19. Anthony W., Watson C., Haskell-Ramsay D. F. et al. Acute supplementation with blackcurrant extracts modulates cognitive functioning and inhibits monoamine oxidase-B in healthy young adults. *Journal of Functional Foods*. 2015. Vol. 17. P. 524–539. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.06.005 (date of access 10.07.2026)
20. Chen Y. N., Xiong Z. E., Wen X. et al. Anthocyanins in the treatment of Alzheimer's disease: a systematic review and meta-analysis of animal studies. *Nutritional Neuroscience*. 2025. P. 1–18. DOI: https://doi.org/10.1080/1028415X.2025.2578641 (date of access 10.07.2026)
21. Nanashima N., Horie K., Maeda H. et al. Blackcurrant Anthocyanins Increase the Levels of Collagen, Elastin, and Hyaluronic Acid in Human Skin Fibroblasts and Ovariectomized Rats. *Nutrients.* 2018. Vol. 10. no. 4. Art. 495. DOI: https://doi.org/10.3390/nu10040495 (date of access 10.07.2026)
22. Nanashima N., Horie K., Yamanouchi K. et al. Blackcurrant (*Ribes nigrum*) Extract Prevents Dyslipidemia and Hepatic Steatosis in Ovariectomized Rats. *Nutrients.* 2020. Vol. 12. no. 5. Art. 1541. DOI: https://doi.org/10.3390/nu12051541. (date of access 10.07.2026)
23. Мордатенко І. Л. Використання модрин в народному господарстві. *Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин і зеленого будівництва*. Біла Церква. 2003. С. 113–115.

24. Мордатенко І. Л. Підсумки інтродукції видів роду Larix Mill. у Правобережному Лісостепу України. *Науковий вісник НАУ*. 2006. № 100. С. 24–27.
25. Yan X., Wang K., Zheng K. et all. Efficient organogenesis and taxifolin production system from mature zygotic embryos and needles in larch. *For Res (Fayettev)*. 2023 Feb 23;3:4. doi: 10.48130/FR-2023-0004. PMID: 39526270; PMCID: PMC11524243 (date of access 10.07.2026)
26. Batista J. V. C., Uecker A., Holandino C. et all. Scoping Review on the Therapeutic Potential of Resin From the Species *Larix decidua* Mill. (Pinaceae) to Treat Ulcerating Wounds. *Front Pharmacol*. 2022 Jun 3; 13:895838. doi: 10.3389/fphar.2022.895838. PMID: 35721139; PMCID: PMC9204203. (date of access 10.07.2026)
27. Batista J. V.C., Melo M. N. O., Holandino C. et all. Characterization of *Larix decidua* Mill. (Pinaceae) oleoresin's essential oils composition using GC-MS. *Front Plant Sci.* 2024 Jan 8;14:1331894. doi: 10.3389/fpls.2023.1331894. PMID: 38259911; PMCID: PMC10801252. (date of access 10.07.2026)
28. Staszewski T., Kubiesa P., Szdzuj J. Anatomical and morphological changes in *Larix decidua* Mill. needles induced by industrial air pollution. *Water, Air, and Soil Pollution*. 2008. 192(1). P. 115–124.
29. Rademacher P. Atmospheric Heavy Metals and Sulfur Dioxide : Morphological and Anatomical Responses of Woody Shrubs (*Ribes spp., Sambucus spp.*). *European Journal of Forest Research*. 2003. 122(3). P. 11–321.
30. Бессонова В. П. Атлас симптомів пошкодження рослин токсичними газами. Дніпропетровськ : ДДУ, 2001. 188 с.
31. Коршиков І. І. Адаптація рослин до умов техногенно забрудненого середовища. Донецьк : Лебідь, 1996. 238 с.
32. Schützendübel A., Polle A. Plant responses to heavy metal stress: implications for antioxidants, glutathione and phytochelatins in woody taxa. *Plant, Cell & Environment.* 2002. 25(6). P. 759–777.
33. Michalak A. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2006. 15(4). P. 523–530.
34. Geron C., Owen S., Guenther A., Greenberg J. Volatile organic compounds from vegetation in polluted environments: *Terpenoid and phenolic responses in conifers. Atmospheric Environment*. 2006. 40. P. 145–161.
35. Calfapietra C., Fares S., Manes F., Morani A., Sgrigna G., Loreto F. Role of Biogenic Volatile Organic Compounds (BVOC) emitted by urban trees on ozone concentration in cities: A review. *Environmental Pollution.* 2013. 183. P. 71–80.
36. Phillips M. A., Croteau R. B. Resin-based defenses in conifers. *Trends in Plant Science*. 1999. 4(5). P. 184–190.
37. Tholl D. Terpene synthases and the regulation, function and evolution of the terpene diversity in plants. *New Phytologist*. 2006. 172(1), P. 1–20.
38. Коршиков І. І., Красношлик Ю. В., Лаптєва О. В. Антиоксидантний комплекс хвойних рослин за умов техногенного навантаження. *Український ботанічний журнал*. 2008. Т. 65. № 4. С. 584–592.
39. Smirnoff N. Ascorbic acid: metabolism and functions of a multi-facetted molecule. *Current Opinion in Plant Biology*. 2000. Vol. 3. No. 3. P. 229–235.
40. Бараненко В. В. Антиоксидантний захист рослин за дії важких металів. *Фізіологія і біохімія культурних рослин*. 2006. Т. 38, № 2. С. 134–143.
41. Gill S. S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2010. Vol. 48. No. 12. P. 909–930.
42. Noctor G., Foyer C. H. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*. 1998. Vol. 49. No. 1. P. 249–279.
43. Шлапак В. П., Мусієнко С. І., Козаченко П. І. Екологічні особливості мінерального живлення та накопичення елементів у хвої представників роду *Larix* Mill. в умовах інтродукції. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2011. Вип. 21.15. С. 24–31.
44. Gower S. T., Richards J. H. Larches: Deciduous conifers in a cold, nutrient-poor environment. *BioScience*. 1990. Vol. 40, No. 11. P. 818–826.
45. Солошенко В. С. Газостійкість та димостійкість представників роду *Ribes* L. та *Berberis* L. в умовах м. Біла Церква. *Рослини та урбанізація* : матеріали XIV міжнародна наук. – практ. конференція (м. Дніпро, 3 лютого 2025 р.). Дніпро. 2025. С. 137.

Дата першого надходження статті до видання: 16.07.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 09.11.2026