

Biological mechanisms of invasiveness of *Ambrosia artemisiifolia* L. and innovative control approaches

V. Onipko[✉] | S. Pospelov | H. Pospelova | N. Kovalenko

Article info

Correspondence Author

V. Onipko

E-mail:

valentya.onipko@pdaa.edu.ua

Poltava State Agrarian
University,
Skovoroda Str., 1/3,
Poltava, 36000, Ukraine

Citation: Onipko, V., Pospelov, S., Pospelova, H., & Kovalenko, N. (2025). Biological mechanisms of invasiveness of *Ambrosia artemisiifolia* L. and innovative control approaches. *Scientific Progress & Innovations*, 28(3), 79–84. doi: 10.31210/spi2025.28.03.13

The purpose of the review was to summarize current scientific approaches to studying the biological mechanisms of invasiveness of *Ambrosia artemisiifolia* L., to identify ecological and agroecological risks associated with its spread, and to analyze innovative strategies for controlling this dangerous weed. *Ambrosia artemisiifolia* L. is one of the most aggressive invasive species of the Asteraceae family, posing a significant threat to agroecosystems, natural biodiversity, and human health. Its spread under conditions of trade globalization and climate change has reached a large scale, emphasizing the need for interdisciplinary research on the bioecological characteristics of this species and the development of comprehensive control strategies. The high invasive potential of *A. artemisiifolia* is determined by a complex of adaptive traits: rapid initial growth, tolerance to various soil types and climatic conditions, a powerful root system, cross-pollination, and pronounced seed heteromorphism. These features ensure the formation of persistent soil “seed banks” that support long-term population recovery even after mechanical or agronomic interventions. In addition, the considerable genetic variability of the species promotes local adaptation to changing climatic and anthropogenic factors, complicating control efforts across regions. It was emphasized that the expansion of ragweed in Europe and Asia leads to reduced crop yields, displacement of native species, and ecosystem degradation. Losses in the agricultural sector are associated with both direct decreases in the productivity of maize, sunflower, soybean, and other crops, and with increasing costs of herbicide application. However, chemical control is complicated by the development of resistance to major groups of herbicides. This underlines the relevance of integrated weed management approaches, that combine agronomic practices (crop rotation, optimization of sowing density, cultivation of competitive crops), biological control (entomophages, phytopathogens, microbial preparations), chemical methods, and environmentally safe technologies. A promising direction is the use of modern geographic information systems, remote sensing methods, and mathematical modeling to monitor the spread of *A. artemisiifolia* and predict its invasion dynamics under climate change. Such an approach makes it possible to identify priority control areas and effectively allocate resources. Further research should focus on improving adaptive integrated management systems for ragweed populations, assessing the long-term consequences of its invasion for biodiversity and human health, and developing ecologically oriented models of sustainable land use.

Keywords: *Ambrosia artemisiifolia* L., invasive species, biological traits, biological control methods, agroecosystems, soil conditions, spread prediction.

Біологічні механізми інвазійності *Ambrosia artemisiifolia* L. та інноваційні підходи контролю

В. В. Оніпко | С. В. Поспелов | Г. Д. Поспелова | Н. П. Коваленко

Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна

Метою проведення огляду було узагальнення сучасних наукових підходів до вивчення біологічних механізмів інвазійності *Ambrosia artemisiifolia* L., виявлення екологічних та агроекономічних ризиків її поширення, а також аналіз інноваційних стратегій контролю цього небезпечного бур'яну. Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) належить до найбільш агресивних інвазійних видів родини Asteraceae, що становить значну загрозу для агроекосистем, природного біорізноманіття та здоров'я людини. Її поширення в умовах глобалізації торгівлі та зміни клімату набуває масштабного характеру, що актуалізує необхідність міждисциплінарного вивчення біоекологічних особливостей цього виду та розробки комплексних стратегій контролю. З'ясовано, що висока інвазійна здатність *A. artemisiifolia* зумовлена комплексом адаптивних рис: швидким початковим ростом, пластичністю до різних типів ґрунтів і кліматичних умов, потужною кореневою системою, перехресним запиленням та вираженим гетероморфізмом насіння. Це забезпечує створення стійких «банків насіння» у ґрунті, що підтримують тривале відновлення популяцій навіть після механічного чи агротехнічного впливу. Крім того, значна генетична мінливість виду сприяє локальній адаптації до змінних кліматичних і антропогенних факторів, що ускладнює боротьбу з ним у різних регіонах. Наголошено, що розширення ареалу амброзії у Європі та Азії призводить до зниження врожайності культурних рослин, витіснення аборигенних видів та деградації екосистем. Втрати в аграрному секторі пов'язані як із прямим зниженням продуктивності кукурудзи, соняшнику, сої та інших культур, так і зі зростанням витрат на застосування гербіцидів. Однак хімічний контроль ускладнюється формуванням резистентності популяцій до основних груп препаратів. Це актуалізує інтегровані підходи до управління бур'яном, які передбачають поєднання агротехнічних заходів (сівозміни, оптимізація густоти посівів, вирощування конкурентних культур), біологічного контролю (ентомофаги, фітопатогени, мікробні препарати), хімічних засобів та екологічно безпечних технологій. Визначено, що перспективним напрямом є використання сучасних геоінформаційних систем, методів дистанційного зондування та математичного моделювання для моніторингу поширення *A. artemisiifolia* та прогнозування її інвазійної динаміки в умовах кліматичних змін. Такий підхід дозволяє визначати пріоритетні території для контролю та ефективно розподіляти ресурси. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення адаптивних інтегрованих систем управління популяціями амброзії, оцінку довгострокових наслідків її інвазії для біорізноманіття та здоров'я людини, а також розробку екологічно орієнтованих моделей сталого землекористування.

Ключові слова: Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), інвазійний вид, біологічні, біологічні методи контролю, агроекосистеми, ґрунтові умови, прогнозування поширення.

Бібліографічний опис для цитування: Оніпко В. В., Поспелов С. В., Поспелова Г. Д., Коваленко Н. П. Біологічні механізми інвазійності *Ambrosia artemisiifolia* L. та інноваційні підходи контролю. *Scientific Progress & Innovations*. 2025. № 28 (3). С. 79–84.

Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) є інвазійним видом бур'янів родини Asteraceae, який здобув широке поширення за межами свого природного ареалу та став серйозною загрозою для агроєко-систем, природного біорізноманіття та здоров'я людини [1, 7, 24, 31]. Особливу увагу привертає алергенність пилку амброзії, яка є причиною сезонних респіраторних захворювань, зокрема полінозу, бронхіальної астми та інших алергічних реакцій у значної частини населення [20]. Ця однорічна рослина вирізняється високою адаптивністю до різних типів ґрунтів і кліматичних умов, здатністю до швидкого відновлення після механічного ушкодження та утворенням значної кількості насіння, що забезпечує її ефективне поширення [5, 10, 14]. В умовах інтенсивного розповсюдження цього виду у сільськогосподарських районах він не лише знижує врожайність культур, але й змінює видовий склад природної рослинності, витісняючи аборигенні види та порушуючи екологічну рівновагу [17].

Глобалізація торгівлі та зміни клімату значно посилюють проблему інвазії амброзії полино-листої [6, 8]. Підвищення середньорічних температур, зміни режиму опадів та подовження вегетаційного періоду створюють сприятливі умови для активного поширення виду на нові території, особливо в країнах Європи та Азії [18, 35]. У результаті цього відбувається не лише екологічна деградація екосистем, а й зростають витрати на сільське господарство та охорону здоров'я.

У відповідь на виклики, пов'язані з амброзією полинолистою, сучасна наука розробляє комплексні підходи до її контролю. Вони охоплюють агро-технічні методи (сівозміни, механічні обробітки ґрунту, висівання конкурентоспроможних культур), біологічний контроль (використання природних фітофагів і патогенів), хімічні засоби та екологічно безпечні інтегровані технології [3, 9, 14, 28]. Ефективне управління популяціями цього виду потребує поєднання традиційних і новітніх стратегій, що базуються на комплексному розумінні його біологічних та екологічних особливостей.

Таким чином, актуальність дослідження амброзії полинолистої визначається не лише її агро-екологічними та соціальними ризиками, а й необхідністю розробки науково обґрунтованих системного та міждисциплінарного підходів до контролю інвазії, що поєднують біологічні, технологічні та економічні рішення у сфері охорони довкілля та сталого розвитку [16].

Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) вирізняється високою адаптивністю та екологічною пластичністю, що забезпечує її ефективне поширення в різних біотопах. Рослина має швидкий початковий ріст, що дозволяє їй конкурувати за ресурси з культурними та місцевими видами рослин, а потужна коренева система сприяє не лише утриманню в ґрунті, але й активному поглинанню води та поживних речовин у посушливих умовах [19, 21, 27].

Насіння амброзії демонструє виражений гетероморфізм – існування насіння різного розміру, форми та здатності до тривалого зберігання в ґрунті [12]. Це забезпечує високий рівень виживаності у різних

кліматичних умовах і дозволяє підтримувати «банк насіння» у ґрунті, що сприяє швидкому відновленню популяцій навіть після агротехнічних або механічних заходів контролю.

Важливою характеристикою виду є здатність до перехресного запилення, що сприяє високому рівню генетичної різноманітності у популяціях і підвищує їхню стійкість до змін навколишнього середовища [11]. Генетична мінливість також забезпечує швидку локальну адаптацію до нових кліматичних умов, типу ґрунтів та антропогенних факторів [15].

Плейотропні ефекти, зафіксовані у ряді досліджень, дозволяють амброзії змінювати фізіологічні та морфологічні характеристики відповідно до конкретних екологічних умов, включаючи стійкість до засухи, високу конкурентоспроможність та ефективність використання ресурсів [35]. Такі особливості разом із коротким вегетаційним циклом, високою продуктивністю насіння та здатністю формувати щільні килимові популяції роблять *A. artemisiifolia* одним із найнебезпечніших інвазійних бур'янів сучасності, здатних швидко колонізувати нові території та створювати серйозні екологічні та агроекономічні проблеми.

Крім того, важливими факторами інвазійності є антропогенні впливи: зрощення, інтенсивне землекористування, транспортні коридори та глобальна торгівля сприяють швидкому переміщенню насіння та створюють нові екологічні ніші для виду [31]. Комплекс цих біологічних, екологічних та антропогенних чинників обумовлює здатність амброзії полинолистої до широкомасштабного поширення та утворення стійких інвазійних популяцій у різних регіонах світу.

Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) становить серйозну загрозу для природних та антропогенних екосистем через здатність утворювати щільні, монокультурні угруповання, які витісняють місцеві види рослин. Такі зміни призводять до зменшення видового різноманіття та порушення структури рослинних угруповань, що негативно впливає на трофічні взаємозв'язки і функціонування екосистем [19, 35]. Унаслідок цього порушуються процеси ґрунтоутворення, колообіг поживних речовин та стабільність біоценозів, що підвищує їхню вразливість до інших інвазійних видів.

Крім того, інтенсивне поширення амброзії у сільськогосподарських угіддях знижує врожайність культурних рослин і підвищує витрати на боротьбу з бур'яном. Вона конкурує за світло, воду та поживні речовини, скорочуючи продуктивність культур, таких як кукурудза, соняшник та соя, що є критичними для аграрних економік [19, 32]. Втрати врожаю супроводжується застосуванням більшої кількості гербіцидів та інших агротехнічних заходів, що, у свою чергу, негативно впливає на довкілля, порушуючи склад ґрунтової мікрофлори та водні екосистеми.

Амброзія також здатна колонізувати придорожні смуги, промислові майданчики, залізничні коридори та осередки інтенсивного транспортування, що сприяє її швидкому поширенню на великі відстані [31]. Глобальні зміни клімату, включаючи підвищення температури та зміни режиму опадів, розширюють ареал

виду та збільшують тривалість вегетаційного періоду, що додатково підсилює його інвазійну здатність [30, 33–35]. Моделювання поширення виду свідчить про потенціал його подальшої експансії в Європі та Азії, що робить контроль за амброзією стратегічним завданням для аграрної політики та охорони природних екосистем [17, 22, 29].

З метою глибшого розуміння механізмів інвазивності *Ambrosia artemisiifolia* Z. Zeng, H. Huang, H. He, L. Qiu, Q. Gao, Y. Li, W. Ding досліджували алелопатичну дію сполук, що містяться у суцвіттях цієї рослини. За допомогою хроматографічних методів вченими було виділено двадцять сесквітерпеноїдів, чотири з яких виявилися новими (1-4) та були ідентифіковані спектроскопічними методами. Подальша оцінка алелопатичної активності виділених сполук проводилася шляхом тестування їх впливу на ріст проростків пшениці при концентрації 200 мкг/мл. Результати показали, що дев'ять сполук виявляли інгібуючу дію як на ріст коренів, так і пагонів. Особливо виражену пригнічувальну дію на довжину коренів (більш ніж на 50 % порівняно з контролем) продемонстрували сполуки 14, 15, 17 та 20 [36].

З цілої рослини *Ambrosia artemisiifolia* за допомогою методів хроматографії було Z. Liu, N. Zhang, X. Ma, T. Zhang, X. Li, G. Tian, Y. Feng, T. An виділено та ідентифіковано чотири сесквітерпени (1-4), серед яких три виявилися новими (1-2, 4). Структурна ідентифікація сполук здійснювалася за допомогою HR-ESIMS, 1D- та 2D-ЯМР спектроскопії та електронного кругового дихроїзму (ECD). Подальші біологічні тести продемонстрували різний рівень інгібуючої дії всіх виділених сполук на ріст трьох місцевих видів рослин (*Setaria viridis*, *Digitaria sanguinalis*, *Chenopodium album*) та однієї модельної рослини (*Arabidopsis thaliana*), причому сполука 1 виявила найсильніший ефект. Попереднє дослідження механізму дії найбільш активної сполуки 1 за допомогою фарбування FDA/PI дозволило отримати первинні уявлення про її вплив на клітини рослин. Крім того, за допомогою UPLC-MS/MS аналізу було встановлено, що алелопатичні речовини 1-3 вивільняються в навколишнє середовище через кореневі виділення, що розкриває один із важливих шляхів їх потрапляння в ґрунт [23].

Таким чином, екологічні загрози, що виникають через поширення амброзії полинолистої, мають комплексний характер, включаючи деградацію біорізноманіття, зміну структури рослинних угруповань, ризики для здоров'я людей та економічні втрати у сільському господарстві. Врахування цих аспектів є критично важливим для розробки інтегрованих стратегій управління популяціями виду та мінімізації негативних наслідків його інвазії.

Традиційні методи боротьби, такі як механічне скошування, збирання насіння або застосування гербіцидів, часто виявляються недостатньо ефективними. Швидке відновлення популяцій, здатність до утворення «банку насіння» в ґрунті та розвиток резистентності до поширених хімічних препаратів значно обмежують їхню ефективність [13]. Саме тому сучасні підходи орієнтуються на інтегровану боротьбу, яка поєднує агротехнічні, біологічні,

хімічні та екологічно безпечні методи управління [26].

Серед агротехнічних методів особливу увагу приділяють сівоzmінам, щільності посівів культурних рослин та застосуванню конкурентоспроможних видів, здатних пригнічувати ріст амброзії за рахунок обмеження доступу до світла, води та поживних речовин [28]. Такі підходи поєднують економічну ефективність і екологічну безпеку, адже не передбачають використання токсичних речовин і сприяють підтриманню родючості ґрунту.

Хімічні методи контролю залишаються важливим компонентом інтегрованих стратегій, проте їх ефективність значно підвищується при комбінації з агротехнічними заходами та біологічними агентами. Наприклад, застосування гербіцидів у період активного росту бур'яну у поєднанні з щільними посівами культурних рослин дозволяє суттєво зменшити відновлення популяцій і знизити загальне навантаження на екосистему [13, 28]. Одночасно з цим, дослідження показують, що численні популяції амброзії здобули резистентність до основних груп гербіцидів, включаючи інгібітори ацетолактатсинтази (ALS) та гліфосат, що значно ускладнює хімічний контроль виду [2, 13, 24, 25]. Резистентність формується завдяки як генетичній різноманітності, так і численним механізмам адаптації до стресових умов.

Все більшого значення набуває біологічний контроль. Активно досліджуються використання комах-гербіворів [17, 35], методи застосування фітопатогенів та мікробних препаратів, що здатні специфічно пригнічувати ріст амброзії, не впливаючи на культурні рослини та корисні види флори [26]. Біологічні методи боротьби передбачають використання комплексного підходу, що включає введення конкурентних рослинних видів, біоагентів та мікробних препаратів, здатних пригнічувати ріст і розвиток бур'яну. Конкурентні культури створюють щільне рослинне покривало, обмежують доступ світла, води та поживних речовин для амброзії, що значно знижує її життєздатність і продуктивність насіння [26, 28].

Ефективним біологічним контролем є залучення комах-гербіворів, таких як *Ophraella communa*, що живляться листям амброзії та здатні суттєво знижувати її біомасу. Дослідження демонструють, що ці комахи можуть контролювати популяції бур'яну у регіонах, де він є інвазійним, та зменшувати необхідність хімічного втручання [17, 35].

Одним із нестандартних підходів до боротьби з *Ambrosia artemisiifolia* L. є використання ними кліщів *Aceria artemisiifoliae* Vidović & Petanović (Acari: Eriophyoidea). Згідно з дослідженнями P. Tóth, M. Tóthová, N. Andjelković, S. Marinković, T. Cvrković, B. Vidović проведеними в Словаччині протягом 2016–2023 років, цей вид кліщів, що харчується амброзією, був виявлений у західній та східній частинах країни. Це друга реєстрація цього виду у світі, що свідчить про його потенційну здатність до поширення за межами природного ареалу. Однак, залишається нез'ясованим, чи є *Aceria artemisiifoliae* інвазійним видом, як і амброзія, та чи може він ефективно використовуватися як агент біологічного контролю [32].

Канадські дослідники A. Biessy, M. Cadieux, M. Ciotola, F. Mc Duff, B. Soufiane, M. Laforest, M. Filion виділили штаб *Xanthomonas* (позначений як 10-10) з хворої рослини амброзії полинолистої, зібраної в південному Квебеку. Вчені охарактеризували біогербіцидний потенціал цього штабу та визначили, чи може він заражати інші види рослин. Його геном було секвеновано за допомогою технології SMRT PacBio, що дозволило отримати уявлення про філогенетичне розташування цього штабу в межах роду *Xanthomonas*. Хоча цей штаб тісно пов'язаний з *X. pisi*, він представляє новий вид у межах роду *Xanthomonas*. Несподівано виявилось, цей штаб не має системи секреції типу III, яка є основним детермінантом вірулентності у патогенних видів *Xanthomonas*, але має арсенал ферментів, що руйнують клітинну стінку. Додавання органосиліконового сурфактанту Silwet L-77 значно посилило симптоми захворювання, викликані *Xanthomonas* sp. 10-10 на рослинах амброзії полинолистої, вирощених у контрольованих умовах, але рослини залишилися живими [4].

Сучасні наукові дослідження також наголошують на перспективності моніторингу поширення амброзії з використанням геоінформаційних систем, дистанційного зондування Землі та математичного моделювання динаміки популяцій. Це дозволяє прогнозувати інвазію на нових територіях, визначати пріоритетні ділянки для контролю та ефективно розподіляти ресурси [17, 29]. Систематичний моніторинг у поєднанні з прогнозуванням дає змогу розробляти адаптивні стратегії управління, що враховують сезонні коливання, кліматичні умови та специфіку конкретного регіону.

Таким чином, комплексне вивчення біологічних особливостей, екологічних ризиків та сучасних методів контролю амброзії полинолистої дозволяє формувати науково обґрунтовані стратегії управління її популяціями, що поєднують біологічну ефективність, економічну доцільність та екологічну безпеку. Подальші дослідження в цьому напрямі мають зосереджуватися на розробці адаптивних інтегрованих систем контролю, прогнозуванні поширення виду у змінених кліматичних умовах та оцінці довгострокових наслідків його інвазії для біорізноманіття і здоров'я людини.

Висновки

Метою проведеного огляду літературних джерел було систематизувати сучасні наукові підходи до вивчення біологічних механізмів інвазійності *Ambrosia artemisiifolia* L., визначити основні екологічні та агроекономічні наслідки її поширення, а також проаналізувати ефективність і перспективність інноваційних стратегій контролю цього виду. Встановлено, що висока інвазійна здатність амброзії полинолистої зумовлена комплексом адаптивних рис, серед яких швидкий початковий ріст, пластичність до різних типів ґрунтів і кліматичних умов, потужна коренева система, перехресне запилення та виражений гетероморфізм насіння. Такі особливості забезпечують створення тривалих ґрунтових «банків

насіння» та сприяють швидкому відновленню популяцій навіть після агротехнічного або механічного впливу. Значна генетична мінливість виду посилює його здатність до локальної адаптації, що ускладнює боротьбу з ним у різних регіонах.

З'ясовано, що поширення амброзії у Європі та Азії призводить до зниження врожайності культурних рослин, витіснення аборигенних видів і деградації екосистем, а також супроводжується зростанням витрат на хімічний контроль, який ускладнюється формуванням резистентності популяцій. Це підкреслює необхідність інтегрованого управління бур'яном, що поєднує агротехнічні, біологічні, хімічні та екологічно безпечні методи.

Визначено, що перспективним напрямом є застосування геоінформаційних систем, методів дистанційного зондування та математичного моделювання для моніторингу поширення *A. artemisiifolia* та прогнозування її інвазійної динаміки в умовах кліматичних змін.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення адаптивних інтегрованих систем контролю амброзії, оцінку довгострокових наслідків її інвазії для біорізноманіття та здоров'я людини,

Перспективи подальших досліджень передбачають не лише вдосконалення систем моніторингу поширення амброзії за допомогою сучасних геоінформаційних технологій та методів дистанційного зондування Землі, але й прогнозування динаміки інвазії. Це дозволить формувати інтегровані стратегії управління бур'яном на локальному, регіональному та глобальному рівнях, зменшити негативний вплив виду на сільське господарство та здоров'я населення, сприятиме збереженню біорізноманіття а також розробку екологічно орієнтованих моделей сталого землекористування, що поєднують економічну ефективність і природоохоронні пріоритети.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Agnew, M., Banic, I., Lake, I. R., Goodess, C., Grossi, C. M., Jones, N. R., Plavec, D., Epstein, M., & Turkalj, M. (2018). Modifiable risk factors for common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) allergy and disease in children: a case-control study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15 (7), 1339. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071339>
2. Bae, J., Nurse, R. E., Simard, M.-J., & Page, E. R. (2016). Managing glyphosate-resistant common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*): effect of glyphosate-phenoxy tank mixes on growth, fecundity, and seed viability. *Weed Science*, 65 (1), 31–40. <https://doi.org/10.1614/ws-d-16-00094.1>
3. Beam, S. C., Mirsky, S., Cahoon, C., Haak, D., & Flessner, M. (2019). Harvest weed seed control of Italian ryegrass [*Lolium perenne* L. ssp. *multiflorum* (Lam.) Husnot], common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.), and Palmer amaranth (*Amaranthus palmeri* S. Watson). *Weed Technology*, 33 (4), 627–632. <https://doi.org/10.1017/wet.2019.46>

4. Biessy, A., Cadieux, M., Ciotola, M., McDuff, F., Soufiane, B., Laforest, M., & Filion, M. (2024). Characterization of a plant-pathogenic T3SS-lacking *Xanthomonas* strain isolated from common ragweed. *Plant Pathology*, 74 (2), 308–319. <https://doi.org/10.1111/ppa.14020>
5. Cahilljr, J. F., & Casper, B. B. (1999). Growth consequences of soil nutrient heterogeneity for two old-field herbs, *Ambrosia artemisiifolia* and *Phytolacca americana*, grown individually and in combination. *Annals of Botany*, 83 (4), 471–478. <https://doi.org/10.1006/anbo.1999.0841>
6. Case, M. J., & Stinson, K. A. (2018). Climate change impacts on the distribution of the allergenic plant, common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in the eastern United States. *PLOS ONE*, 13 (10), e0205677. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205677>
7. Chekanova, A. I., Perepelytsia, L. O., & Ikonnikova, Yu. V. (2024) Roslynny-alerheny v urbanoflori selyshcha Novohuivynske. *XV Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia «Biolohichni doslidzhennia – 2024»*, 8-9 zhovtnia 2024 r. (pp. 18–20). Zhytomyr [in Ukrainian]
8. D'Amato, G., & D'Amato, M. (2023). Climate change, air pollution and respiratory health. *Climate Change and Human Health Scenarios*, 213–227. https://doi.org/10.1007/978-3-031-38878-1_14
9. Dinelli, G., Marotti, I., Catizone, P., Bosi, S., Tanveer, A., Abbas, R., & Pavlovic, D. (2013). Germination ecology of *Ambrosia artemisiifolia* L. and *Ambrosia trifida* L. biotypes suspected of glyphosate resistance. *Open Life Sciences*, 8 (3), 286–296. <https://doi.org/10.2478/s11535-013-0135-z>
10. Fogliatto, S., Milan, M., De Palo, F., & Vidotto, F. (2019). The effect of various after-ripening temperature regimens on the germination behaviour of *Ambrosia artemisiifolia*. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with All Aspects of Plant Biology*, 154 (2), 165–172. <https://doi.org/10.1080/11263504.2019.1578282>
11. Friedman, J., & Barrett, S. C. H. (2008). High outcrossing in the annual colonizing species *Ambrosia artemisiifolia* (Asteraceae). *Annals of Botany*, 101 (9), 1303–1309. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn039>
12. Fumanal, B., Chauvel, B., Sabatier, A., & Bretagnolle, F. (2007). Variability and cryptic heteromorphism of *Ambrosia artemisiifolia* seeds: what consequences for its invasion in France? *Annals of Botany*, 100 (2), 305–313. <https://doi.org/10.1093/aob/mcm108>
13. Ganie, Z., Jugulam, M., Varanasi, V., & Jhala, A. J. (2017). Investigating mechanism of glyphosate resistance in a common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) biotype from Nebraska. *Canadian Journal of Plant Science*, 97 (6), 1140–1151. <https://doi.org/10.1139/cjps-2017-0036>
14. Gentili, R., Asero, R., Caronni, S., Guarino, M., Montagnani, C., Mistrello, G., & Citterio, S. (2019). *Ambrosia artemisiifolia* L. temperature-responsive traits influencing the prevalence and severity of pollinosis: a study in controlled conditions. *BMC Plant Biology*, 19 (1), 155. <https://doi.org/10.1186/s12870-019-1762-6>
15. Hämälä, T., Gorton, A. J., Moeller, D. A., & Tiffin, P. (2020). Pleiotropy facilitates local adaptation to distant optima in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *PLOS Genetics*, 16 (3), e1008707. <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1008707>
16. Havryliuk, O., Hovorukha, V., Gladka, G., Tymoshenko, A., Kyrlov, S., Shablii, O., Bida, I., Mariychuk, R., & Tashyrev, O. (2023). A noxious weed *Ambrosia artemisiifolia* L. (Ragweed) as sustainable feedstock for methane production and metals immobilization. *Sustainability*, 15 (8), 6696. <https://doi.org/10.3390/su15086696>
17. Iannella, M., De Simone, W., D'Alessandro, P., Console, G., & Biondi, M. (2019). Investigating the current and future co-occurrence of *Ambrosia artemisiifolia* and *Ophraella communis* in Europe through ecological modelling and remote sensing data analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16 (18), 3416. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183416>
18. Ivashchenko, O. O. (2014). Ambrosiia polynolysta *Ambrosia artemisiifolia* L.: reaktsiia yii roslin na stresy riznoi pryrody. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 6, 5–7. [in Ukrainian]
19. Ivchenko, V. M. (2018). Biolohichni osoblyvosti ambrosiï polynolystnoi (*Ambrosia artemisiifolia* L.) ta optymizatsiia yii kontroliuvannia v posivakh horokhu v Livoberezhnomu Lisostepu Ukrainy. *Candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian]
20. Katz, D. S. W., & Batterman, S. A. (2019). Allergenic pollen production across a large city for common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Landscape and Urban Planning*, 190, 103615. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2019.103615>
21. Khromykh, N. O., & Matiukha, V. L. (2010). Ekolo-hi-biolohichni osoblyvosti ambrosiï polynolystoi yak peredumova rozshyrennia arealu ta stiikosti do antropohennykh chynnykiv. *Ekolohichniy Visnyk*, 2, 10–11. [in Ukrainian]
22. Kong, L., Chen, X., Yeger, E. H., Li, Q., Chen, F., Xu, H., & Zhang, F. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi enhance the growth of the exotic species *Ambrosia artemisiifolia*. *Journal of Plant Ecology*, 15 (3), 581–595. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtab087>
23. Liu, Z., Zhang, N., Ma, X., Zhang, T., Li, X., Tian, G., Feng, Y., & An, T. (2022). Sesquiterpenes from *Ambrosia artemisiifolia* and their allelopathy. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.996498>
24. Loubet, I., Meyer, L., Michel, S., Pernin, F., Carrère, S., Barrès, B., Le Corre, V., & Délye, C. (2023). A high diversity of non-target site resistance mechanisms to acetolactate-synthase (ALS) inhibiting herbicides has evolved within and among field populations of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *BMC Plant Biology*, 23 (1). <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04524-0>
25. MacDonald, A. A. M., & Kotanen, P. M. (2010). Leaf damage has weak effects on growth and fecundity of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*). *Botany*, 88 (2), 158–164. <https://doi.org/10.1139/b09-110>
26. Molinaro, F., Monterumici, C. M., Ferrero, A., Tabasso, S., & Negre, M. (2016). Bioherbicidal activity of a germacranolide sesquiterpene dilactone from *Ambrosia artemisiifolia* L. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 51 (12), 847–852. <https://doi.org/10.1080/03601234.2016.1208466>
27. Neilyk, M. M., & Tsytsiura, Ya. H. (2020). *Ambrosiia polynolysta* (*Ambrosia artemisiifolia* L.): systematyka, biolohiia, adaptivnyi potentsial ta stratehiia kontroliu. Vinnytsia: Druk plus [in Ukrainian]
28. Onipko, V. V. (2016). Fitotsenotychna efektyvnist pry nichennia posivamy kulturnykh roslin yak faktor biolohichnoi borotby z *Ambrosia artemisiifolia* L. (Asteraceae). *Biolohiia ta Ekolohiia*, 2 (1), 31–37. [in Ukrainian]
29. Putra, A. R., Hodgins, K. A., & Fournier-Level, A. (2023). Assessing the invasive potential of different source populations of ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) through genomically informed species distribution modelling. *Evolutionary Applications*, 17 (1), 266–273. <https://doi.org/10.1111/eva.13632>
30. Rusyn, O. Yu., & Popovych, L. O. (2025). Zelenyi ahresor – ambrosiia polynolysta v umovakh Mukachivskoho raionu. *Suchasna humanitarna nauka v interpretatsii molodykh doslidnykiv: zbirnyk materialiv uchasnykiv vseukrainskoi studentsko-uchnivskoi naukovo-praktychnoi onlain-konferentsii. (10 kvitnia 2025 r.)*. (p. 232). Kyiv: NUBIP Ukrainy [in Ukrainian]
31. Sun, Y., & Roderick, G. K. (2019). Rapid evolution of invasive traits facilitates the invasion of common ragweed, *Ambrosia artemisiifolia*. *Journal of Ecology*, 107 (6), 2673–2687. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13198>
32. Tóth, P., Tóthová, M., Andjelković, N., Marinković, S., Cvrković, T., & Vidović, B. (2024). *Aceria artemisiifoliae* Vidović & Petanović (Acari: Eriophyoidea) on common ragweed – the second record in the world. *Plant Protection Science*, 60 (2), 207–211. <https://doi.org/10.17221/13/2024-pps>
33. Tymofieiev, M. M., Dzhalai, V. I., & Zarudniak, I. M. (2012). Ambrosiia polynolysta: rozpovsiudzhennia ta modeliuvannia fitotsenotychnoho kontroliu. *Zbalansovane Pryrodokorystuvannia*, 2, 58–61. [in Ukrainian]
34. Vasiliev, B., & Kulyk, H. (2023). Shkodochynnist ambrosiï polynolystoi v umovakh kirovohrads'koi oblasti. *Zbirnyk tez dopovidei zdobuvachiv vysshchoi osvity LVII naukovo-tekhnichnoi konferentsii, LIV naukovo-tekhnichnoi konferentsii vykladachiv, aspirantiv ta spivrobitykiv «Nauka v TsNTU: osnovni dosiahnennia ta perspektivy rozvytku» za pidsumkamy provedennia «Dnia nauky – 2023» 20 kvitnia 2023 roku*. (pp. 129–132). Kropyvnytskyi: TsNTU [in Ukrainian]

35. Zapolovskyi, S. A. (2015). Ambroziia polynolysta-dynamika poshyrennia ta ekolohichno bezpechni metody kontroliu na terytorii Zhytomyrskoi oblasti. *Karantyn i Zakhyst Roslyn*, 5, 18–20. [in Ukrainian]
36. Zeng, Z., Huang, H., He, H., Qiu, L., Gao, Q., Li, Y., & Ding, W. (2022). Sesquiterpenoids from the Inflorescence of *Ambrosia artemisiifolia*. *Molecules*, 27 (18), 5915. <https://doi.org/10.3390/molecules27185915>

ORCID

V. Onipko  <https://orcid.org/0000-0002-2260-971X>
 S. Pospelov  <https://orcid.org/0000-0003-0433-2996>
 H. Pospelova  <https://orcid.org/0000-0002-8030-1166>
 N. Kovalenko  <https://orcid.org/0000-0001-5998-1745>



2025 by the author(s). This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.