


УДК 632.51:633.65

## Хімічний складник та алелопатична дія метаболітів, продукованих амброзією полинолістою (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

 Л. І. Сторожик\*, Ю. М. Михайловин

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,  
\*e-mail: larisastorozhyk1501@gmail.com

**Мета.** З'ясувати фітохімічний складник вегетативної маси *Ambrosia artemisiifolia* L., дію її кореневих ексудатів на основні культури агроценозу та конкурентоспроможність сегетального бур'яну порівняно з іншими видами рослин. **Методи.** Алелопатичні, хімічні, фізіолого-біохімічні, аналітичні та статистичні. **Результати.** Вегетативна маса *A. artemisiifolia* має високий уміст основних фізіологічно активних компонентів, серед яких найбільше кумаринів – 2,97 %. Коріння амброзії полинолістої ексудує у зону ризосфери протокатехову кислоту, *n*-гідроксибензойну, ванілінову, сиреневу, *n*-кумарову та ферулову кислоти. За дії фітонцидних екстрактів вегетативних органів *A. artemisiifolia* у гороху озимого схожість знизилась у середньому на 37–50 %, у кукурудзи – на 27–40, у сорго – на 17–22 %, а в буряків цукрових – на 12–28 %. Кореневі фітонцидні екстракти та екстракти з ґрунту ризосфери суттєво знизили схожість насіння досліджуваних культур: у гороху озимого – на 71 і 78 % відповідно, у кукурудзи – на 42 і 38 %, у буряків цукрових – у середньому на 26 %, у сорго – на 33 і 16 %. Найстійкішим є соняшник, оскільки за обробки його насіння фітонцидними екстрактами з маси стебел, листя та суцвіть амброзії схожість знизилась на 7, 5 та 4 % відповідно. Фітонцидні екстракти з ґрунту та коріння знизили показник схожості соняшника на 11 і 6 %. Високу конкурентоспроможність протистояти алелопатично активним компонентам сегетального бур'яну мають гірчиця сарептська, сорго та пирій повзучий, оскільки їхні фітонцидні екстракти з ґрунту знизили схожість насіння амброзії на 75 %, екстракти пирію повзучого та сорго – на 88 і 68 % відповідно. **Висновки.** Водні екстракти вегетативних та генеративних органів *A. artemisiifolia* мають значну кількість фізіологічно активних компонентів, які впливають на якісні показники насіння досліджуваних культур. Установлено, що насіння соняшника за якісними показниками стійке до прояву алелопатично активних речовин сегетального бур'яну. Гірчиця сарептська, сорго та пирій повзучий стійкі до прояву фітонцидних компонентів *A. artemisiifolia*, оскільки вони мають у своєму складі високий рівень фітохімічних елементів, які здатні гальмувати проростання насіння високоалелопатичної амброзії.

**Ключові слова:** хімічний складник; алелопатія; *Ambrosia artemisiifolia* L.; екстракти; якісні показники насіння.

### Вступ

Зважаючи на втрати врожаїв, спричинені сегетальною рослинністю, а також забруднення навколишнього середовища через надмірне використання синтетичних гербіцидів, контролювання бур'янів в агрофітоценозах є обов'язковим процесом. Для вирішення цього питання можна використовувати явище біохімічної взаємодії рослин через виділення вторинних метаболітів у навколишнє середовище. Хоча багато важливих культур вже відомі своїм алелопатичним потенціалом, ці знання все ще не застосовуються на практиці. Тому важливо оцінити, чи можна ефективно впровадити алелопатичні властивості культур в екологічно чисту стратегію контролювання бур'янів.

Хімічна взаємодія рослин (алелопатія) – це синтез та нагромадження фізіологічно активних компонентів, їх ексудація, рух, перетворення в середовищі та вплив на рослини ценозу. Алелопатія включає позитивну чи негативну, пряму чи опосередковану дію однієї рослини, гриба чи мікроорганізму на іншу шляхом виділення різних хімічних сполук, які називаються

алелохімікатами [1]. Як зазначають іноземні дослідники Singh та ін. [2], Bonea та ін. [3], Kincel та ін. [4], алелохімікати можуть впливати на склад бур'янової флори, ріст, розвиток і врожайність сільськогосподарських культур і можуть потенційно використовуватись як прямий засіб контролювання бур'янів.

Дослідження Vertin та ін. [5], Jabran та ін. [6], Сторожик та ін. [7–9] підтвердили, що алелохімічні речовини можна знайти в різних концентраціях у вегетативних і генеративних органах рослин (насіння, листя, стебло, корінь). Алелохімічні речовини – це вторинні метаболіти, які виконують захисну роль і залучені в алелопатичну взаємодію між рослинами, можуть мати як пригнічувальний вплив, так і стимулювальну дію. Рослинні фенольні сполуки вважаються основним джерелом алелохімічних речовин в екосистемі, вони впливають на проростання насіння, розвиток проростків, вміст хлорофілу, дихальну та ферментативну активність і поділ клітин. Суміш фенольних кислот є фітотоксичною по відношенню до різних видів бур'янів [10]. З іншого боку, фенольні сполуки діють як антиоксиданти, антимутагени та агенти, що регулюють рух фізіологічно активних компонентів, які, у свою чергу, захищають організм, що їх виробляє, від окислювального стресу, створеного метаболізмом та фізичним середовищем [11].

На сьогодні гостро відчувається проблема взаємовідносин інвазійної та аборигенної флори між собою, оскільки поширення екзотичних видів рослин спричиняє значні зміни в екосистемі. Так, Rudgarra та ін. [12] стверджують, що у процесі поширення територіями інвазивні види можуть виділяти фітотоксичні речовини з метою вторгнення в рослинне угруповання ценозу. Цей процес надає інвазивній фітофлорі перевагу в конкурентній боротьбі за місцезростання в ценозі, оскільки ці види мають у своєму складі алелохімічні сполуки, які проявляють високу фітотоксичність відносно рослин місцевого ареалу.

Відомо, що амброзія полинолиста *A. artemisiifolia* в ценозах утворює значну вегетативну масу і має потужну кореневу систему, яка суттєво пригнічує розвиток навколишніх видів [13]. Ураховуючи потенціал амброзії полинолистий для зниження росту й розвитку рослин та їх урожайності, а також її негативний вплив на здоров'я людини, експерименти на чутливість культур до алелохімічних речовин, які вона виділяє, мають суттєве значення. Загалом алелопатичну взаємодію досліджують для зменшення негативного впливу фізіологічно активних компонентів на ріст і розвиток рослин та врожайність культур [14]. Алелопатичні ефекти амброзії, як зазначає Šušur та ін. (2021), в основному пов'язані з фенольними та терпеноїдними сполуками [15].

Фенольні сполуки – це група біологічно активних речовин та їх похідних. Ідентифіковані фенолкарбонові кислоти, флавоноїди, кумарини. Склад фенолкарбонових кислот представлений феруловою, ізоферуловою, кофейною, хлорогеновою кислотами та глюкозидом кофейної кислоти [16]. Також до цієї групи належать прості феноли, дубильні речовини та їх похідні. Похідні кислот бензойної та гідроксикоричної мають вагоме значення, оскільки беруть участь у метаболічних процесах рослин і є попередниками більш складних сполук. Флавоноїди найчастіше представлені у вигляді глікозидів (глікофлавоноїдів) [17].

Окрім фенолкарбонових кислот та флавоноїдів, фітохімічний склад *A. artemisiifolia* представлений кумаринами: скополетином, скополіном, ескулетином, ескуліном, умбеліфероном, скиміном. Японські вчені виділили з метанольного екстракту листя *A. artemisiifolia* тритерпеноїди ( $\alpha$ - і  $\beta$ -амірини) [18]. Корені сегетального бур'яну містять поліацетиленові сірковмісні сполуки – тіарубрин (А, В, С).

У наукових працях Kong [19] вказується, що рід *Ambrosia* біосинтезує та вивільняє кілька типів вторинних метаболітів (фенольні речовини, флавоноїди, сесквітерпени, амброзин, ізабеліни, псилостахіїн, коронопілін, тіарубрини та тіофени) із широким спектром біологічної активності, включаючи алелопатичні реакції. Ці фізіологічно активні компоненти присутні у вегетативних і генеративних органах сегетальних рослин, а також у продуктах розкладання їх решток, які у подальшому є попередниками гумінових сполук у ґрунті. Кореневою системою рослин у ґрунт виділяються фітохімічні сполуки, які надходять ззовні чи синтезуються в рослині. На ранніх етапах органогенезу ексудація коренями становить 7–10 % наземної маси рослини, а за весь вегетаційний період збільшується до 25 % від загальної маси [17]. Є різні шляхи, за яких вони вивільняються в навколишнє середовище фітоценозу, опосередковано впливаючи на сусідні рослини та викликаючи фітотоксичний ефект [18].

Водні екстракти амброзії полинолистий на культивованих (культуральних) видах були предметом багатьох досліджень. Зокрема, Vuzhdygan та Bagley [13] у своїх працях зазначили, що проростання насіння ячменю під впливом екстракту амброзії було стимулюючим, при цьому ці

екстракти пригнічували проростання насіння люцерни, соняшнику й конюшини [13]. Інгібувальний ефект водних екстрактів амброзії на проростання насіння і ріст пагонів помідору, салату зеленого, пасльону чорного та пальчастої трави був також відзначений у дослідях Vidotto та ін. [19]. Kinsel та ін. [4] у своїх дослідженнях підтвердили гальмівну дію водного екстракту амброзії на ріст і проростання кукурудзи та амаранту [4].

Зважаючи на оприлюднені результати досліджень щодо алелопатичної активності компонентів амброзії полинолистого відповідно до інших видів, виникає суперечливе розуміння фітоценотичної сумісності рослин у ценозах.

Тому **метою дослідження** було визначити фітохімічний складник вегетативної маси й ексудатів *A. artemisiifolia* та їх вплив на основні культури агроценозу та конкурентоспроможність сегетального бур'яну до інших видів рослин.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили в лабораторії насіннезнавства, насінництва та розсадництва Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. Рослини *Ambrosia artemisiifolia* L. відбирали у природних ценозах, де не застосовувалися пестициди.

Виділення та ідентифікацію алелопатичних сполук з різних органів рослин здійснювали шляхом трикратного екстрагування рослинної сировини 80 %-м етанолом з наступним випаровуванням, очищенням від пігментів, смол і ліпідів. Для якісного аналізу кумаринів, флавоноїдів (глікозидів) та фенольних сполук використовували тонкошарову (ТШХ) та паперову хроматографію (ПХ).

ТШХ використовували для якісного аналізу фенольних композицій із можливістю ідентифікації речовин після обробки загальними реактивами (парами амоніаку, феруму хлориду, ваніліну та хлоридною кислотою в лужному середовищі). Кількісне визначення суми фенольних сполук проводили методом високоефективної рідинної хроматографії. Для кількісного визначення кумаринів використовували ВЕРХ (високоефективну рідинну хроматографію) [20].

Оцінку алелопатичної активності ґрунту проводили за методом А. М. Гродзинського: готували суспензію у співвідношенні ґрунту і води 2:1, ґрунт відбирали безпосередньо у зоні ризосфери (шар 0–20 см) росту й розвитку амброзії полинолистого, центрифугували 8–10 хв [22].

Алелопатичну активність водорозчинних сполук та комбінованої дії фізіологічно активних компонентів оцінювали за активністю екстрактів на тест-об'єкти: насіння досліджуваних культур – гороху озимого 'Ендура', кукурудзи 'Мармурова', буряків цукрових 'Іванівський ЧС 33', сорго 'Медовий', соняшнику 'Агрономічний'.

Задля отримання екстрактів *A. artemisiifolia* для дослідження хімічної взаємодії рослин використовували екстракційний метод. Насіння, підсушені вегетативні та генеративні органи (по 10 г) подрібнювали, заливали дистильованою водою (100 мл) і настоювали 24 год при кімнатній температурі (+23 °С). Водні екстракти фільтрували через паперовий фільтр і застосовували як розчин для поливу. Вибір такого співвідношення (1:10) відповідає природним умовам, що виникають у фітоценозі під час середнього дощу. У контролі використовували дистильовану воду. Насіння тест-об'єктів пророщували в чашках Петрі на фільтрувальному папері, поливали водою/екстрактом (5 мл) і поміщали в термостат за температури +25 °С. Енергію проростання та схожість насіння визначали на 4-ту та 7-му добу. Експеримент повторювали чотири рази.

Статистичну обробку даних проводили з використанням програм «Microsoft Excel 2010» та «Agrostat».

### Результати досліджень

Формування видового різноманіття фітоценозу є результатом взаємовідносин складових його компонентів з факторами навколишнього середовища та між собою. Фізіологічно активні компоненти, які виконують функцію екологічних хеморегуляторів, є важливими корегувальними чинниками, що визначають видовий склад, ценотичну структуру, динаміку й продуктивність рослинних угруповань [20].

За результатами досліджень з'ясовано, що у фазі активного росту й розвитку (ВВСН 30–39) у вегетативній масі *A. artemisiifolia* виявлено найбільшу кількість кумаринів, уміст яких становив 28,11 %, а фенолкарбонові кислоти та глікозиди – на 9,05 та 11,07 % відповідно менше (табл. 1).

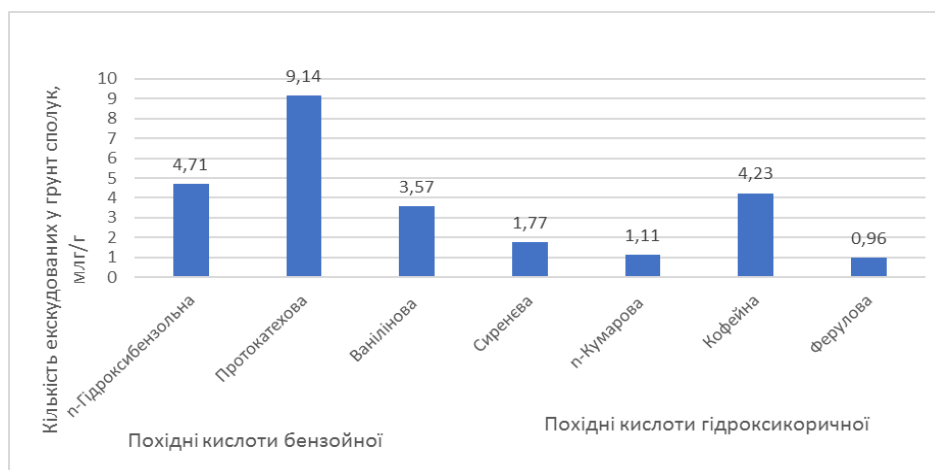
Основні фізіологічно активні сполуки та їх кількість за фазами фенологічного розвитку *A. artemisiifolia*

Фаза органогенезу за шкалою ВВСН	Фенолкарбонові кислоти, %*	Глікозиди, %*	Кумарини, %*
Стеблування (30–39)	19,06 ± 1,15	17,04 ± 0,88%	28,11 ± 1,5%
Бутонізація (40–53)	25,50 ± 1,15	21,06 ± 0,88%	32,41 ± 1,5%
Цвітіння (62–69)	22,01 ± 1,15	19,05 ± 0,88%	31,02 ± 1,5%

\* Різниця порівняно з показами контрольних зразків достовірні ( $p < 0,05$ ).

У наступні фази органогенезу *A. artemisiifolia* – бутонізації (ВВСН 40–53) відбулося підвищення умісту кумаринів та глікозидів у середньому на 4,1 %, а вміст фенолкарбонових кислот збільшився на 6,44 %. У фазі органогенезу цвітіння (ВВСН 62–69) вміст кумаринів майже не зазнав змін порівняно з фазою бутонізації, а вміст глікозидів та фенолкарбонових кислот в *A. artemisiifolia* знизився на 2,01–3,49 % порівняно з фазою бутонізації та підвищився порівняно з фазою стеблування на 2–3 %. Таким чином, максимальне накопичення фізіологічно активних сполук спостерігається у фазі бутонізації.

Взаємодія рослин у ценозі проходить безпосередньо у ризосферному ґрунті, де акумулюються рослинні виділення. За свідченнями А.І. Крючкова та ін. [25], ґрунт – це зона накопичення рослинних решток, які сприяють збагаченню його різноманітними органічними сполуками та мінеральними елементами, що у свою чергу залучені до формування гумусу. Гродзинський відзначав, що ґрунт – це посередник алелопатії, адже водорозчинні коліни з рослин потрапляють спочатку у ґрунт, а вже потім впливають на інші рослини [20]. Зокрема, за результатами досліджень коріння амброзії полинолистої ексудує у зону ризосфери фенольні компоненти, серед яких ідентифіковані: похідні бензойної кислоти – протокатехова ( $9,1 \pm 0,20$  мкг/г), *n*-гідроксibenзойна, ванілінова та сиренева кислоти ( $4,7 \pm 0,01$ ,  $3,57 \pm 0,01$  і  $1,77 \pm 0,09$  мкг/г ґрунту відповідно); похідні гідроксикоричної кислоти представлені: *n*-кумарова та ферулова кислоти в концентраціях  $1,11 \pm 0,01$  та  $0,96 \pm 0,01$  мкг/г відповідно, кофеїна –  $4,23 \pm 0,01$  мкг/г (рис. 1). Дослідження інших вчених показують, що у хімічному складі рослин амброзії полинолистої містяться також ефірні масла, пінени, камфорна та інші сполуки, які є алелопатично активними.

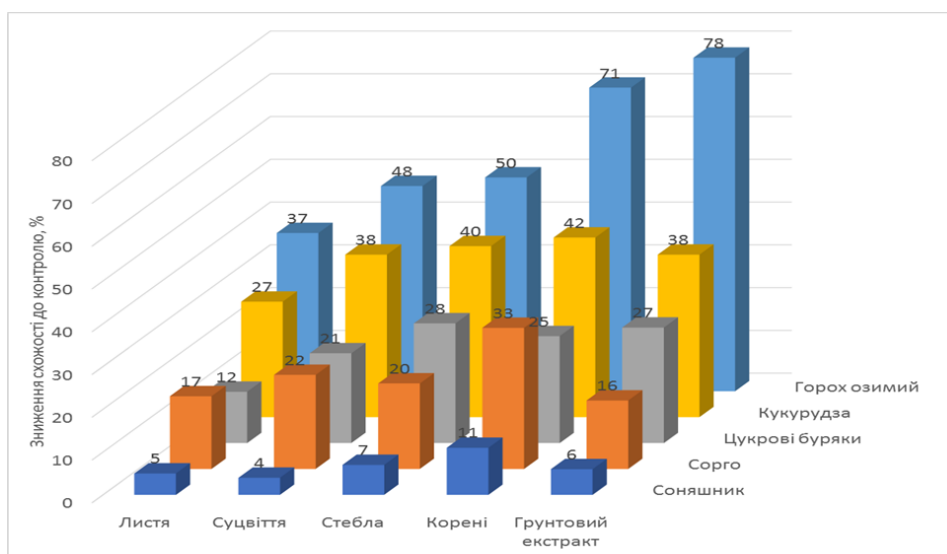


Примітка. Різниця порівняно з показами контрольних зразків достовірні ( $p < 0,05$ ).

Рис. 1. Ідентифікований та кількісно визначений фенольний профіль, який виділяє в ґрунт коріння *A. artemisiifolia*

*A. artemisiifolia* загрожує біорізноманіттю різних ценозів, вивільняючи зазначені фітохімічні речовини, які витісняють інші види рослин. Результати досліджень Béres та ін. [26] та Molinaro та ін. [27] засвідчили, що з коріння амброзії отримані чотири поліацетилени, а також суміш сесквітерпенових вуглеводів, метилового кофеїну та суміші  $\beta$ -ситостеролу та стигмастеролу. Як зазначають науковці, ці фенольні композиції впливають на ділення клітин, а порушення ферментативних процесів змінює мітотичну активність та перешкоджає дії мікротрубочок у рослинах.

У науковій спільноті є суперечлива думка щодо впливу водних екстрактів з вегетативних і генеративних органів амброзії на здатність насіння культур до проростання. Огляд наукових джерел свідчить, що схожість насіння зернових при обробці фітотоксичними екстрактами з амброзії знижується аж на 78 %. Іноземні вчені стверджують, що тільки спиртовані екстракти знижують ростові процеси гороху, сої, соняшника та кукурудзи на 20–50 % [15, 22, 28]. Тому ми провели ряд змодельованих дослідів з визначення здатності ростових процесів основних сільськогосподарських культур за дії екстрактів з амброзії полинолистої (рис. 2).



( $HP_{0,05}$  горох озимий 18,4, кукурудза 2,1, буряки цукрові 3,9, сорго 6,5, соняшник 2,3)

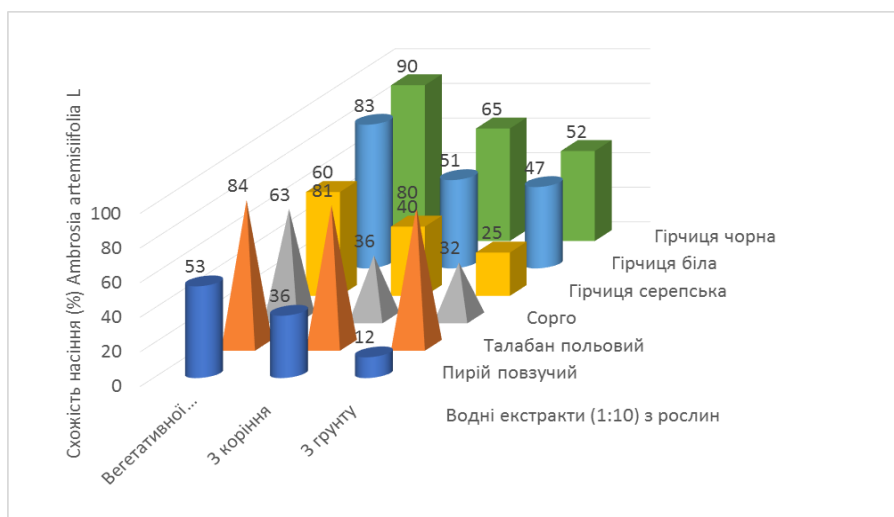
**Рис. 2. Схожість насіння сільськогосподарських культур за дії водних екстрактів (1:10) *A. artemisiifolia***

За результатами досліджень встановлено, що у водних екстрактах є достатня кількість фізіологічно активних компонентів рослин виду *A. artemisiifolia*, які здатні суттєво пригнічувати проростання насіння сільськогосподарських культур. У гороху озимого за дії фітонцидних екстрактів вегетативних органів (листя, суцвіття та стебла) відбулося зниження схожості відповідно на 37, 48 та 50 %, у кукурудзи зазначені показники знизились на 27, 38 та 40 % відповідно, у сорго – на 17, 22 та 20 %, а у цукрових буряків – на 12, 21 та 28 %. Самим стійким до впливу алелопатично активних сполук виявився соняшник. Аналіз результатів вказує, що за обробки його насіння фітонцидними екстрактами з маси стебел, листя та суцвіття амброзії схожість знизилася лише на 7, 5 та 4 % відповідно. Фітонцидні екстракти з ґрунту та коріння знизили показник схожості культури на 11 та 6 %. Слід відзначити, що у соняшника спостерігався найменший показник зниження схожості серед усіх досліджуваних культур. Це можна пояснити тим, що ця культура толерантно переносить фітохімічні композиції амброзії полинолистої, оскільки обидві рослини належать до однієї родини. Щодо впливу екстрактів з коріння та ґрунту, то схожість насіння гороху озимого знизилась суттєво, відповідно на 71 і 78 %, кукурудзи – на 42 та 38 %, у цукрових буряків в середньому на 26 %, у сорго відповідно на 33 та 16 %. Підсумовуючи вище викладене, відзначимо, що амброзія *A. artemisiifolia* наділена високим умістом фізіологічно активних компонентів, які безпосередньо проявляють гальмівний ефект на схожість насіння досліджуваних культур у лабораторних дослідях.

В останні роки приділяється підвищена увага пошуку культур з високим алелопатичним потенціалом порівняно з *A. artemisiifolia*, які спроможні за вирощування в агроценозах обмежити її чисельність та інтенсивне поширення. Так, серед сегетальних видів найбільш конкурентоспроможним щодо амброзії є *Elytrigia repens*, *Thlaspi arvense*, *Fumaria schleicheri*, *Sinapis*

*arvensis*, *Veronica hederefolia* толерантно реагують на присутність амброзії. Тобто зазначена фітофлора спроможна пригальмувати поширення амброзії. Також відомі культури, які формують велику кореневу та надземну масу і можуть призупинити поширення амброзії в агроценозах: *Festuca arundinacea* та *Festuca rubra*, *Sinapis arvensis*, *Sorghum* та *Secale cereale* [28].

Було проведено ряд експериментів з визначення спроможності гірчиці різних видів, *Sorghum* та *Elytrigia repens* і *Thlaspi arvense* протистояти фізіологічно активним компонентам *A. artemisiifolia* (рис. 3). Аналіз результатів досліджень вказує, що фітонцидні екстракти з коріння *S. arvensis*, *E. repens* та *Sorghum* суттєво гальмують проростання насіння амброзії, оскільки схожість насіння сегетального бур'яну знизилася відповідно на 60–74 %. Фізіологічно активні компоненти екстракту з ґрунту, де проходила екскудація коріння *S. arvensis*, знизили схожість насіння амброзії на 75 %, *E. repens* та *Sorghum* – на 88–68 % відповідно.



(НІР<sub>0,05</sub> гірчиця чорна 7,4, гірчиця біла 11,8, гірчиця серпська 9,7, сорго 12,8, талабан 16,3, пирій 15,2)

**Рис. 3. Конкурентоспроможність насіння *A. artemisiifolia* до прояву фізіологічно активних компонентів культурних та сегетальних рослин**

Екстракти з вегетативної маси вищезазначених культур не так потужно проявляли гальмівний ефект, і зазначений показник знизився в середньому на 37–47 %. *A. artemisiifolia* толерантно реагувала на фітоцидні екстракти *Thlaspi arvense*, оскільки схожість насіння сегетального бур'яну знизилася тільки на 20 %. Фізіологічно активні компоненти екстрактів з коріння *Sinapis alba* та *Sinapis nigra* знижували схожість насіння амброзії на 49–35 %, а ґрунтові – на 53–48 %. Таким чином, водні екстракти *Sinapis arvensis*, *Elytrigia repens* та *Sorghum* мають у своєму складі високий рівень фізіологічно активних компонентів, які здатні гальмувати проростання насіння високоалелопатичної *A. artemisiifolia*. Це пов'язано з тим, що в агроценозах пік інтенсивності розвитку цих видів припадає на травень – червень, а *Ambrosia artemisiifolia* – на липень – серпень, що дозволяє цим культурам і фітофлорі максимально проявити фітоценотичний тиск на сегетальну рослину.

Щоб визначити дієвість фізіологічно активних компонентів у ценозах, важливо ідентифікувати їх складову, встановити кількість та концентрацію їх фенольних профілів у навколишньому середовищі. Знання щодо наявності та кількості алелохімічних речовин і їх прояву можуть стати базовою структурою для розроблення нових синтетичних пестицидів (інсектицидів, нематоцидів, фунгіцидів, гербіцидів) з новими механізмами дії, які дозволять знизити негативний вплив на екосистему.

## Висновки

Вегетативна маса *A. artemisiifolia* має у своєму складі впродовж усього органогенезу високий уміст основних фізіологічно активних компонентів, серед яких найбільше кумаринів – 28,11 %.

Коренева система амброзії полиноистої екскудує у зону ризосфери ряд фенольних компонентів, серед яких ідентифіковані: похідні бензойної кислоти – протокатехова, *n*-гідроксibenзойна, ванілінова та сиренева кислоти; похідні гідроксикоричної кислоти представлені: *n*-кумарова та ферулова кислоти і кофеїна.

Водні екстракти вегетативних та генеративних органів інвазивного виду *Ambrosia artemisiifolia* мають значну кількість фізіологічно активних компонентів, які показали інгібувальний алелопатичний ефект на схожість насіння сільськогосподарських культур. Схожість насіння досліджуваних культур за дії фітонцидних екстрактів вегетативних органів знизилася в середньому від 22 до 50 %. Грунтові екстракти з коріння мали більш потужний прояв і знизили схожість культур у середньому від 26 до 75 %. Стійким до впливу фенольних сполук виявився соняшник, показник схожості знизився в середньому тільки на 6 % за дії екстрактів з вегетативних органів і на 11 % – за дії екстрактів з ґрунту та коріння.

Висока конкурентоспроможність протистояти фізіологічно активним компонентам *A. artemisiifolia* має *Sinapis alba*, *Sorghum* та *Elytrigia repens*, оскільки вони мають у своєму складі високий рівень фітохімічних компонентів, які здатні гальмувати проростання насіння високоалелопатичної *A. artemisiifolia*.

### Використана література

1. Rice E. L. Allelopathy. 2<sup>nd</sup> Ed. London : Academic Press, 1984. 437 с.
2. Singh H. P., Batish D. R., Kohli R. K. Allelopathy in agroecosystems: An overview. *Journal of Crop Production*. 2001. Vol. 4, No. 2. P. 1–41. doi: 10.1300/J144v04n02\_01
3. Bonea D., Bonciu E., Niculescu M., Olaru A. L. The allelopathic, cytotoxic and genotoxic effect of *Ambrosia artemisiifolia* on the germination and root meristems of *Zea mays*. *Caryologia*. 2018. Vol. 71, Iss. 1. P. 24–28. doi: 10.1080/00087114.2017.1400263
4. Kincel K., Ramona S., Alin C. Influence of *Ambrosia artemisiifolia* extract on germination and growth of *Amaranthus retroflexus* and *Zea mays*. *Research Journal of Agricultural Science*. 2019. Vol. 51, No. 2. P. 127–135. URL: [https://www.rjas.ro/paper\\_detail/3092](https://www.rjas.ro/paper_detail/3092)
5. Bertin C., Yang X., Weston L. A. The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant and Soil*. 2003. Vol. 256, No. 1. P. 67–83. doi: 10.1023/A:1026290508166
6. Jabran K., Mahajan G., Sardana V., Chauhan B. S. Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*. 2015. Vol. 72. P. 57–65. doi: 10.1016/j.cropro.2015.03.004
7. Сторожик Л. І., Войтовська В. І., Терещенко І. С., Завгородня С. В. Біохімічний склад та алелопатичні властивості насіння сорго цукрового (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Plant Varieties Studying and Protection*. 2022. Т. 18, № 1. С. 66–74. doi: 10.21498/2518-1017.18.1.2022.257589
8. Сторожик Л. І., Терещенко І. С. Фенольні сполуки сорго (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) та їх алелопатична дія. *Новітні агротехнології*. 2023. Т. 11, № 2. doi: 10.47414/na.11.2.2023.285037
9. Storozhyk L., Mykolayko V., Mykolayko I. Allelopathic potential of sugar sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2019. Vol. 9, No. 1. P. 93–98. doi: 10.15414/jmbfs.2019.9.1.775
10. Šežiene V., Baležentienė L., Maruška A. Identification and allelochemical activity of phenolic compounds in extracts from the dominant plant species established in clear-cuts of Scots pine stands. *iForest - Biogeosciences and Forestry*. 2017. Vol. 10, No. 1. P. 309–314. doi: 10.3832/ifer1791-009
11. Khadem S., Marles R. J. Monocyclic phenolic acids; hydroxy- and polyhydroxybenzoic acids: Occurrence and recent bioactivity studies. *Molecules*. 2010. Vol. 15. P. 7985–8005. doi: 10.3390/molecules15117985
12. Rudrappa T., Choi Y. S., Levia D. F. et al. *Phragmites australis* root secreted phytotoxin undergoes photo-degradation to execute severe phytotoxicity. *Plant Signaling and Behavior*. 2009. Vol. 4, No. 6. P. 506–513. doi:10.4161/psb.4.6.8698
13. Buzhdygan O., Baglei O. Developmental traits in grassland and agricultural plants under the influence of ragweed. *Biological Systems*. 2016. Vol. 8, No. 2. P. 202–207. doi: 10.31861/biosystems2016.02.202
14. Ščepanović M., Novak N., Barić K. et al. Alelopatski utjecaj korovnih vrsta *Abutilon theophrasti* Med. i *Datura stramonium* L. na početni razvoj kukuruza. *Agronomski glasnik*. 2007. Vol. 6. P. 459–472.
15. Šučur J., Konstantinović B., Crnković M. et al. Chemical composition of *Ambrosia trifida* L. and its allelopathic influence on crops. *Plants*. 2021. Vol. 10. Article 2222. doi: 10.3390/plants10102222
16. Неїлик М. М., Цицюра Я. Г. Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.): систематика, біологія, адаптивний потенціал та стратегія контролю. Вінниця : Друк плюс, 2020. 700 с.
17. Лебеда А. П. Інвентаризація флори України (Лікарські рослини – носії кумаринів). Київ : Академперіодика, 2005. 148 с.
18. Tamura Y., Hattori M., Konno K. et al. Triterpenoid and caffeic acid derivatives in the leaves of ragweed, *Ambrosia artemisiifolia* L. (Asterales: Asteraceae), as feeding stimulants of *Ophraella communa* LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae). *Chemoecology*. 2004. Vol. 14. P. 113–118. doi: 10.1007/s00049-004-0269-1
19. Kong C. H. Ecological pest management and control by using allelopathic weeds (*Ageratum conyzoides*, *Ambrosia trifida*, and *Lantana camara*) and their allelochemicals in China. *Weed Biology and Management*. 2010. Vol. 10. P. 73–80. doi: 10.1111/j.1445-6664.2010.00373.x
20. Гродзінський А. М. Основи хімічної взаємодії рослин. Київ : Наукова думка, 1973. 205 с.

21. Novak N., Novak M., Barić K. et al. Allelopathic potential of segetal and ruderal invasive alien plants. *Journal of Central European Agriculture*. 2018. Vol. 19, No. 2. P. 408–422. doi: 10.5513/JCEA01/19.2.2116
22. Vidotto F., Tesio F., Ferrero A. Allelopathic effects of *Ambrosia artemisiifolia* L. in the invasive process. *Crop Protection*. 2013. Vol. 54. P. 161–167. doi: 10.1016/j.cropro.2013.08.009
23. Державна фармакопея України. Доповнення 2. 1-е вид. Харків : Науково-експертний фармакопейний центр, 2008. 617 с.
24. Гродзинский А. М., Гродзинский Д. М. Краткий справочник по физиологии растений. 2-е изд. исп. и доп. Київ: Наукова думка, 1973. 388 с.
25. Крючкова А. І., Дидур О. А., Кульбачко Ю. Л., Пахомов А. Є. Аналіз алелопатичної активності листового опаду, ґрунту та копролітів у парках м. Дніпропетровськ. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. 2015. No. 2. С. 40–42.
26. Béres I., Kazinczi G., Narwal S. S. Allelopathic plants. 4. Common ragweed (*Ambrosia elatior* L. syn.: *A. artemisiifolia*). *Allelopathy Journal*. 2002. Vol. 9. P. 27–34.
27. Molinaro F., Monterumici C. M., Ferrero A. et al. Bioherbicidal activity of a germacranolide sesquiterpene dilactone from *Ambrosia artemisiifolia* L. *Journal of Environmental Science and Health Part B: Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes*. 2016. Vol. 51. P. 847–852. doi: 10.1016/j.cropro.2013.08.009
28. Pinke G., Karácsony P., Botta-Dukát Z., Czúcz B. Relating *Ambrosia artemisiifolia* and other weeds to the management of Hungarian sunflower crops. *Journal of Pest Science*. 2013. Vol. 86. P. 621–63. doi: 10.1007/s10340-013-0484-z

## References

1. Rice, E. L. (1984). *Allelopathy* (2<sup>nd</sup> ed.). London: Academic Press.
2. Singh, H. P., Batish, D. R., & Kohli, R. K. (2001). Allelopathy in agroecosystems: An overview. *Journal of Crop Production*, 4(2), 1–41. doi: 10.1300/J144v04n02\_01
3. Bonea, D., Bonciu, E., Niculescu, M., & Olaru, A. L. (2018). The allelopathic, cytotoxic, and genotoxic effect of *Ambrosia artemisiifolia* on the germination and root meristems of *Zea mays*. *Caryologia*, 71(1), 24–28. doi: 10.1080/00087114.2017.1400263
4. Kincel, K., Ramona, S., & Alin, C. (2019). Influence of *Ambrosia artemisiifolia* extract on germination and growth of *Amaranthus retroflexus* and *Zea mays*. *Research Journal of Agricultural Science*, 51(2), 127–135. doi: 10.21498/2518-1017.18.1.2022.257589
5. Bertin, C., Yang, X., & Weston, L. A. (2003). The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant and Soil*, 256(1), 67–83. doi: 10.1023/A:1026290508166
6. Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V., Bhagirath, S., & Chauhan, B. S. (2015). Allelopathy for weed control in agricultural systems. *Crop Protection*, 72, 57–65. doi:10.1016/j.cropro.2015.03.004
7. Storozhyk, L. I., Voytovska, V. I., Tereshchenko, I. S., & Zavorodnia, S. V. (2022). Biochemical composition and allelopathic properties of sugar sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) seeds. *Plant Varieties Studying and Protection*, 18(1), 66–74. doi: 10.21498/2518-1017.18.1.2022.257589
8. Storozhyk, L. I., & Tereshchenko, I. S. (2023). Phenolic compounds of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) and their allelopathic effects. *Advanced Agritechnologies*, 11(2). doi: 10.47414/na.11.2.2023.285037
9. Storozhyk, L., Mykolayko, V., & Mykolayko, I. (2019). Allelopathic potential of sugar sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Seeds Journal of Microbiology, Biotechnology, and Food Sciences*, 9(1), 93–98. doi: 10.15414/jmbfs.2019.9.1
10. Šežiene, V., Baležentienė, L., & Maruška, A. (2017). Identification and allelochemical activity of phenolic compounds in extracts from the dominant plant species established in clear-cuts of Scots pine stands. *iForest - Biogeosciences and Forestry*, 10(1), 309–314. doi: 10.3832/ifer1791-009
11. Khadem, S., & Marles, R. J. (2010). Monocyclic phenolic acids; hydroxy- and polyhydroxybenzoic acids: Occurrence and recent bioactivity studies. *Molecules*, 15, 7985–8005. doi: 10.3390/molecules15117985
12. Rudrappa, T., Choi, Y. S., Levia, D. F., Legates, D. R., Lee, K. H., & Bais, H. P. (2009). *Phragmites australis* root secreted phytotoxin undergoes photodegradation to execute severe phytotoxicity. *Plant Signaling and Behavior*, 4(6), 506–513. doi: 10.4161/psb.4.6.8698
13. Buzhdygan, O., & Baglei, O. (2016). Developmental traits in grassland and agricultural plants under the influence of ragweed. *Biological Systems*, 8(2), 202–207. doi: 10.31861/biosystems2016.02.202
14. Šćepanović, M., Novak, N., Barić, K., Ostojić, Z., Galzina, N., & Goršić, M. (2007). Allelopathic influence of weed species *Abutilon theophrasti* Med. and *Datura stramonium* L. on initial development of maize. *Agronomski Glasnik*, 6, 459–472.
15. Šučur, J., Konstantinović, B., Crnković, M., Bursić, V., Samardžić, N., Malenčić, Đ., Prvulović, D., Popov, M., & Vuković, G. (2021). Chemical composition of *Ambrosia trifida* L. and its allelopathic influence on crops. *Plants*, 10, Article 2222. doi: 10.3390/plants10102222
16. Neilyk, M. M., & Tsytsura, Ya. H. (2020). *Common ragweed (Ambrosia artemisiifolia L.): taxonomy, biology, adaptive potential, and control strategy*. Vinnytsia: Druk Plus. [In Ukrainian]
17. Lebeda, A. P. (2005). *Inventory of the flora of Ukraine (Medicinal plants – sources of coumarins)*. Kyiv: Akadempriodyka. [In Ukrainian]



18. Tamura, Y., Hattori, M., Konno, K., Kono, Y., Honda, H., Ono, H., & Yoshida, M. (2004). Triterpenoid and caffeic acid derivatives in the leaves of ragweed, *Ambrosia artemisiifolia* L. (Asterales: Asteraceae), as feeding stimulants of *Ophraella communa* LeSage (Coleoptera: Chrysomelidae). *Chemoecology*, 14, 113–118. doi: 10.1007/s00049-004-0269-1
19. Kong, C. H. (2010). Ecological pest management and control by using allelopathic weeds (*Ageratum conyzoides*, *Ambrosia trifida*, and *Lantana camara*) and their allelochemicals in China. *Weed Biology and Management*, 10, 73–80. doi: 10.1111/j.1445-6664.2010.00373.x
20. Hrodzinskiy, A. M. (1973). *Fundamentals of chemical plant interaction*. Kyiv: Naukova Dumka. [In Ukrainian]
21. Novak, N., Novak, M., Barić, K., Šćepanović, M., & Ivić, D. (2018). Allelopathic potential of segetal and ruderal invasive alien plants. *Journal of Central European Agriculture*, 19(2), 408–422. doi: 10.5513/JCEA01/19.2.2116
22. Vidotto, F., Tesio, F., & Ferrero, A. (2013). Allelopathic effects of *Ambrosia artemisiifolia* L. in the invasive process. *Crop Protection*, 54, 161–167. doi: 10.1016/j.cropro.2013.08.009
23. State Pharmacopoeia of Ukraine. (2008). *Supplement 2 (1st ed.)*. Kharkiv: Scientific and Expert Pharmacopoeial Center. [In Ukrainian]
24. Hrodzinskiy, A. M., & Hrodzinskiy, D. M. (1973). *Concise handbook on plant physiology* (2nd ed., revised and expanded). Kyiv: Naukova Dumka.
25. Kryuchkova, A. I., Dilyur, O. A., Kulbarchko, Yu. L., & Pakhomov, A. Ye. (2015). Analysis of allelopathic activity of leaf litter, soil, and coprolites in the parks of Dnipro. *Bulletin of Dnipro State Agrarian Economic University*, 2(36), 40–42. [In Ukrainian]
26. Béres, I., Kazinczi, G., & Narwal, S. S. (2002). Allelopathic plants. 4. Common ragweed (*Ambrosia elatior* L. syn.: *A. artemisiifolia*). *Allelopathy Journal*, 9, 27–34. doi: 10.1007/s10340-013-0484-z
27. 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: Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes*, 51, 847–852. doi: 10.1016/j.cropro.2013.08.009
28. Pinke, G., Karácsony, P., Botta-Dukát, Z., & Czúcz, B. (2013). Relating *Ambrosia artemisiifolia* and other weeds to the management of Hungarian sunflower crops. *Journal of Pest Science*, 86, 621–633. doi: 10.1007/s10340-013-0484-z

UDC 632.51:633.65

**Storozhyk, L. I.\***, & **Mykhailovyn, Yu. M.** (2024). The name of the compound and allelopathic effect of metabolites produced by common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.). *Advanced Agritechnologies*, 12(3). <https://doi.org/10.47414/na.12.3.2024.317152> [In Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, \*e-mail: larisastorozhyk1501@gmail.com*

**Purpose.** To identify the phytochemical composition of the aboveground biomass of *Ambrosia artemisiifolia* L., the effect of its root exudates on major crops within agroecosystems, and the competitiveness of this weed species compared to other plants. **Methods.** Allelopathic, chemical, physiological-biochemical, analytical, and statistical methods. **Results.** The biomass of *A. artemisiifolia* contains a high concentration of essential physiologically active components, with coumarins being the most prevalent at 2.97%. The roots of *A. artemisiifolia* release protocatechuic acid, *n*-hydroxybenzoic acid, vanillic acid, syringic acid, *n*-coumaric acid, and ferulic acid into the rhizosphere. Phytotoxic extracts from the vegetative organs of *A. artemisiifolia* reduced seed germination in winter pea by an average of 37–50%, in maize by 27–40%, in sorghum by 17–22%, and in sugar beet by 12–28%. Root phytotoxic extracts and rhizosphere soil extracts significantly decreased seed germination in the studied crops: in winter pea by 71% and 78%, respectively, in maize by 42% and 38%, respectively, in sugar beet by an average of 26%, and in sorghum by 33% and 16%. Sunflower demonstrated the highest resistance, with seed germination reduced by only 7%, 5%, and 4% when treated with phytotoxic extracts from the stems, leaves, and inflorescences of *A. artemisiifolia*, respectively. Phytotoxic extracts from the soil and roots reduced sunflower seed germination by 11% and 6%, respectively. The highest competitiveness against the allelopathically active components of the weed species was exhibited by yellow mustard (*Sinapis alba*), sorghum, and creeping couch grass (*Elymus repens*), as their phytotoxic soil extracts reduced *A. artemisiifolia* seed germination by 75%, with creeping couch grass and sorghum extracts reducing germination by 88% and 68%, respectively. **Conclusions.** Water extracts from the vegetative and generative organs of *A. artemisiifolia* contain significant amounts of physiologically active components that impact the quality of seed germination in the studied crops. It was found that sunflower seeds are resistant to the allelopathically active substances of the *A. artemisiifolia*. Yellow mustard, sorghum, and creeping couch grass demonstrate resistance to the phytotoxic components of *A. artemisiifolia*, due to their high levels of phytochemical compounds capable of inhibiting seed germination of this highly allelopathic weed.

**Keywords:** chemical composition; allelopathy; *Ambrosia artemisiifolia* L.; extracts; seed quality indicators.

Надійшла / Received 12.11.2024  
Погоджено до друку / Accepted 28.11.2024