

ВПЛИВ РОСЛИННИХ ЕКСТРАКТІВ

на *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire в умовах *in vitro*

Мета: дослідити фунгістатичну дію рослинних екстрактів щодо *Alternaria tenuissima* в умовах *in vitro*. **Методика досліджень.** Дослідження проведено в лабораторії фітопатології Інституту захисту рослин НААН (ІЗР НААН) та лабораторії екології і фармакогнозії Дослідної станції лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН (ДСЛР ІАП НААН). Лікарська рослинна сировина, що використовувалась у дослідженнях, була вирощена та відібрана на дослідних ділянках ДСЛР ІАП НААН. На її основі виготовлено рослинні екстракти. Визначення активності рослинних екстрактів щодо росту культури *Alternaria tenuissima* проводили в лабораторії фітопатології ІЗР НААН. Використано метод оцінки чутливості грибів з використанням агаризованого живильного середовища. Визначали радіальну швидкість росту та відсоток гальмування росту колоній. **Результати досліджень.** На 5-й день після закладання досліду всі досліджувані екстракти формували колонії істотно меншого розміру порівняно з контролем. На 7-й день істотно пригнічували розвиток колоній *Alternaria tenuissima* екстракти шавлії, чебрецю, полину однорічного, полину гіркого, кореня ехінацеї, маклеї. На 10-й день достовірно зниження росту колоній збудника відбувалося за застосування екстрактів шавлії, полину однорічного, коріння ехінацеї та маклеї. Гальмування росту колоній було найвищим для шавлії, полину однорічного та маклеї і становило від 84,3—99,5% на 5-й день до 38,1—73,4% на 10-й день після інокуляції. **Висновки.** За даними проведених досліджень виражену фунгістатичну дію проти збудника *Alternaria tenuissima* проявили екстракти шавлії лікарської (*Salvia officinalis* L.), полину однорічного (*Artemisia annua* L.) та маклеї серцеподібної (*Macleaya cordata* L.). Ці дані свідчать про те, що екстракти даних рослин можуть бути ви-

¹**О.В. ШЕВЧУК,**
кандидат сільськогосподарських наук,

¹**Л.М. ГОЛОСНА,**
кандидат сільськогосподарських наук,

¹**О.Г. АФАНАСЬЄВА,**
кандидат сільськогосподарських наук,

²**О.М. ЗАСЛАВСЬКИЙ,**
³**Н.В. ПРИВЕДЕНЮК,**
кандидат с.-г. наук,

³**Т.П. КУЦИК,**
кандидат технічних наук,
Інститут захисту рослин НААН,
вул. Васильківська, 33, м. Київ,
03022, Україна

²ТОВ «НВЦ «Заславський і К»,
вул. Наримська, буд. 33, м. Дніпро,
49008, Україна

³Дослідна станція лікарських
рослин Інституту агроєкології
і природокористування НААН,
вул. Покровська, 16-А, с. Березоточа,
Лубенський р-н, Полтавська обл.,
37535, Україна

e-mail: ¹shevchukolv@gmail.com,
¹lgolosna16@gmail.com,
¹o.afanasieva@ukr.net,
²imptorgservis@ukr.net,
³privedenyuk1983@gmail.com,
³tkucyk1978@gmail.com

користані в подальшому для роз-

роблення засобів захисту рослин від

альтернаріозу.

рослинні екстракти, *Alternaria*

***tenuissima*, інгібування росту,**

радіальна швидкість росту, біо-

логічний захист

Гриби роду *Alternaria* Nees є

одними із найбільш поширених

збудників хвороб рослин. Вони

можуть викликати плямистості

листя, а на зернових колосових

культурах також є збудниками

«чорного зародка». В Україні, за

даними досліджень, проведених в

останнє десятиріччя, серед збуд-

ників альтернаріозу на пшениці

озимій переважає *Alternaria tenuis-*

сисування екологічних стратегій у сільському господарстві, зростає інтерес до вивчення можливостей рослинних екстрактів. Сполуки з фунгіцидними властивостями широко присутні в природі, включаючи ті, що містяться в ефірних оліях, рослинних екстрактах тощо [4, 5]. Хімічні речовини, одержані з рослин, структурно різноманітні, виявляють широкий спектр біологічної активності, мають менший екологічний ризик та токсичність для ссавців і в зв'язку з цим можуть відігравати важливу роль у розвитку ботанічних фунгіцидів [6—10].

Як показали дослідження Devkota A. та Sahu A., екстракт листя *Ageratum houstonianum* Mill. стримував лінійний ріст колоній грибів *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc., *Botrytis cinerea* Pers., *Fusarium oxysporum* Schltdl., *Phytophthora capsici* Leonian і *Sclerotium rolfsii* Sacc. від 14 до 100% залежно від концентрації [11].

Високу ефективність щодо збудників *Alternaria alternata* (Fries) Keissler, *Fusarium culmorum* (Smith) Saccardo, *Rhizoctonia solani* Kuhn, *Botrytis cinerea*, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary проявляв екстракт зеленого лушпиння волоського горіха. Пригнічення розвитку міцелію цих грибів у дослідженнях, проведених в умовах *in vitro*, досягало 55—63% [12].

Також встановлено, що більше ніж на 60% пригнічували радіальний ріст *Alternaria solani* Sorauer 4-відсоткові водні екстракти рослин: *Tephrosia purpurea* (L.) Pers (72%), *Capsicum annum* L. (70%), *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. (70%), *Cleome viscosa* L. (69%), *Caesalpinia bonduc* (L.) Roxb (67%), *Cassia fistula* L. (63%), *Azadirachta indica* A.Juss (62%), *Cassia alata* (L.) Roxb (62%) [13].

Застосування водних екстрактів *Azadirachta indica* A. Juss. і *Datura stramonium* L. проти альтернаріозу цибулі (збудник *Alternaria*

porri (Ellis) Cif.) в умовах теплиці призводило до зниження розвитку хвороби відповідно на 70 і 61%, а проти сірої плямистості (збудник *Stemphylium vesicarium* (Wallr.) Simmons) — на 89 і 85% [14].

Екстракти з насіння лободи білої (*Chenopodium album* L.) стримували проростання спор *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl й *Bipolaris sorokiniana* Shoem. на 14–16 та 32–34% відповідно [15].

Також інгібуючу дію на ріст міцелію грибів роду *Alternaria* виявлено у олії чайного дерева (зменшення діаметра колоній становило 33–62% залежно від концентрації), шавлії (29–46%) та евкالیпту (19–36%) [16].

Pal G.K., Kumar B., Shahi S.K., дослідивши в лабораторних умовах вплив екстрактів *Achyranthes aspera* L., *Parthenium hysterophorus* L., *Cannabis sativa* L., *Calotropis gigantea* (L.) W.T. Aiton, *Chenopodium album* L., *Phalaris minor* Retz., *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Argemone mexicana* L., *Ageratum conyzoides* L., *Lantana camara* L. на розвиток колоній *Alternaria* spp., виявили, що найвищий рівень пригнічення росту міцелію збудника мали екстракти *Ageratum conyzoides* and *Parthenium hysterophorus* [17].

Chaudhari et al., оцінюючи ефективність ефірної олії *Origanum majorana* L., як засобу для попередження накопичення афлотоксину в зерні кукурудзи при зберіганні, виявили, що мінімальна пригнічуюча концентрація для *Aspergillus flavus* Link становить 2,5 мкл/мл, а за концентрації 1,5 мкл/мл припинялося продукування афлатоксину [18]. Крім того вона виявила фунгітоксичність проти інших збудників (*Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries, *Penicillium italicum* Wehmer, *Penicillium chrysogenum* Thom, *Fusarium poae* (Peck) Wollenw., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.) [18]. Також ефективним (пригнічення росту міцелію на 65–86%) проти *Alternaria* spp. були ефірні олії *Origanum vulgare* subsp. *hirtum* (Link) Ietsw та *Origanum vulgare* subsp. *vulgare* L. [19].

Повністю перешкождала росту міцелію *Alternaria* spp., *Botrytis* spp., *Colletotrichum* spp. впродовж 7-ми днів за концентрації від 400 мкл/л ефірна олія *Thymus vulgaris* L. [20].

Ефірна олія *Litsea cubeba*

(Lour.) Pers. спроможна чинити фунгіцидну дію проти *Fusarium moniliforme* J. Sheld., *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., *Alternaria alternata* та *Aspergillus niger* Tiegh., пошкоджуючи стінки їх клітин та клітинні мембрани [21].

Екстракти часнику, імбиру та німу показали високу ефективність проти насінневої інфекції *Alternaria* spp., *Bipolaris sorokiniana*, *Curvularia lunata*, *Fusarium* spp. на пшениці [22]. Також високу ефективність (на рівні з синтетичними фунгіцидами) виявили у ефірних олій імбиру та часнику проти *A. solani* і *P. infestans* [23].

Метаноловий екстракт *Eclipta alba* (L.) Hassk. виявляв добру фунгіцидну активність проти патогенів сорго: *Fusarium thapsinum* Klittich, J.F. Leslie, P.E. Nelson & Marasas, *Alternaria alternata*, *Epicoccum sorghinum* (Sacc.) Aveskamp, Gruyter & Verkley, *Curvularia lunata* (Wakker) Boedijn. Ефективність проти викликаних ними хвороб при дослідженнях в теплиці становила 95%, а в польових умовах — 66% [24].

Екстракти *Acacia nilotica* (L.) Delile, *Achillea fragrantissima* (Forssk.) Sch. Bip. та *Calotropis procera* (Aiton) W. T. Aiton в 1,5–3,0 раза уповільнювали лінійний ріст міцелію та у 2–6 разів знижували проростання конідій *Alternaria solani* в умовах *in vitro*. В польових умовах ефективність даних екстрактів проти альтернаріозу томатів становила 55–80%. Урожайність культури при цьому збільшувалася на 44–92% [25].

Таким чином, рослинні екстракти та олії спроможні на високому рівні стримувати розвиток патогенних грибів, зокрема представників роду *Alternaria*.

Мета — дослідити фунгістатичну дію рослинних екстрактів щодо *Alternaria tenuissima* в умовах *in vitro*.

Методика досліджень. Дослідження проведено в лабораторії фітопатології Інституту захисту рослин НААН (ІЗР НААН) та лабораторії екології і фармакогнозії Дослідної станції лікарських рослин Інституту агроєкології і природокористування НААН (ДСЛР ІАП НААН).

Лікарська рослинна сировина (ЛРС), що використовувалась у дослідженнях, була вирощена та відібрана на дослідних ділянках

ДСЛР ІАП НААН. Використана ЛРС шавлії лікарської (*Salvia officinalis* L.) листя; маклеї серцеподібної (*Macleaya cordata* (Willd) R. Br.) листя; ехінацеї пурпурової (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) корені; ехінацеї пурпурової трава; м'яти перцевої (*Mentha piperita* L.) листя; чебрецю звичайного (*Thymus vulgaris* L.) трава; ромашки лікарської (*Matricaria recutita* L.) квіти; дурману звичайного (*Datura stramonium* L.) насіння; материнки звичайної (*Origanum vulgare* L.) трава; дурману індійського (*Datura metel* L.) насіння; деревію звичайного (*Achillea millefolium* L.) трава; кендірю конопляного (*Aposynum cannabinum* L.) корені; полину однорічного (*Artemisia annua* L.) трава; полину гіркої (*Artemisia absinthium* L.) трава; чистотілу звичайного (*Chelidonium majus* L.) трава.

На основі вище перерахованої сировини було виготовлено рослинні екстракти. Екстрагентом слугувала водно-спиртова суміш у розрахунку 1:1 (спирт етиловий 96° та вода дистильована відповідно). Екстракт готували у співвідношенні 1:10 — сировина : екстрагент. Сировина мала середнє здрібнення з розмірами частинок 0,5–0,7 см. Екстрагування проводили киплячою водно-спиртовою сумішшю при постійному нагріванні протягом 30 хв з підключенням системи охолодження для запобігання випаровування екстрагента і втрати діючих речовин. Відділення осаду від готового екстракту проводили за допомогою стандартних паперових фільтрів типу «червона стрічка». Утворені екстракти упарювали у 4 рази.

Визначення активності рослинних екстрактів щодо росту культури *Alternaria tenuissima* проводили в лабораторії фітопатології ІЗР НААН. Використано метод оцінки чутливості грибів з використанням агаризованого живильного середовища картопляно-глюкозний агар (КГА) з додаванням антибіотику гентаміцину з розрахунку 10 мг д.р. на 1 л середовища. Для досліду було використано моноспорові ізоляти, виділені із зразків рослин. Інокуляцію проводили шляхом розкладання часточок міцелію гриба [26].

Паперові диски діаметром 10 мм вирізали з фільтрувального паперу і стерилізували в чаш-

ці Петрі, загорнутій у папір, в сушильній шафі, впродовж двох годин за температури 160°C. Для приготування розчинів з різними концентраціями використовували стерильну воду. Паперові диски занурювали в розчин і потім розміщували на поживне середовище безпосередньо на часточки інкулюму. В якості контролю використано чашки з часточками інкулюму з фільтрувальним папером, який змочували стерильною водою. У кожній чашці Петрі розміщували по три диски. Повторність для кожної з концентрацій — трираза. Дослід повторювали двічі.

Культуру *Alternaria tenuissima* витримували в термостаті при температурі 20°C. Обліки проводили на 5-й, 7-й та 10-й дні. Заміряли лінійні розміри та визначали площу колоній. Діаметр колоній вимірювали у двох перпендикулярних напрямках без відкривання чашок Петрі. Гальмування росту колоній грибів обчислювали за формулою [26]:

$$E = \frac{S_k - S_0}{S_k} \times 100,$$

де E — гальмування росту колонії, %; S_k — площа колонії в контролі; S_0 — площа колонії в досліді.

Радіальну швидкість росту колоній визначали за формулою:

$$V = \frac{R - R_0}{T} \times 100,$$

де V — радіальна швидкість росту колонії, мм/добу; R — радіус колонії в кінцевий момент часу, мм; R_0 — радіус колонії в початковий момент часу, мм; T — проміжок часу між вимірюваннями, дні.

Результати досліджень та обговорення. Перший облік розміру колоній збудника було проведено на 5-й день після закладання досліді. На цей час всі досліджувані екстракти формували колонії істотно меншого розміру порівняно з контролем. (рис. 1, 2). Гальмування росту було найбільшим на варіантах з екстрактами шавлії, полину однорічного та маклеї — 84,3—99,5% (табл.). На інших варіантах площа колоній була меншою за контроль на 18,8—51,8%.

На 7-й день досліді наростання розміру колоній відбувалося як на контрольному варіанті, так і на дослідних. На частині варіантів спостерігалась втрата ігнібуючої дії на збудника. Після застосування

екстрактів м'яти, ромашки, материнки, деревію, трави ехінацеї, дурману індійського, дурману звичайного, кендиру та чистотілу відбувався активний ріст міцелію. Радіальна швидкість росту колоній за період від 5-го по 7-й день досліді на цих варіантах перевищувала контроль на 0,3—1,3 мм/добу, внаслідок чого під час другого обліку розмір колоній не відрізнявся від контролю. Лише такі рослини як шавлія, чебрець, полин однорічний, полин гіркий, ехінацея (корінь), маклея істотно пригнічували роз-

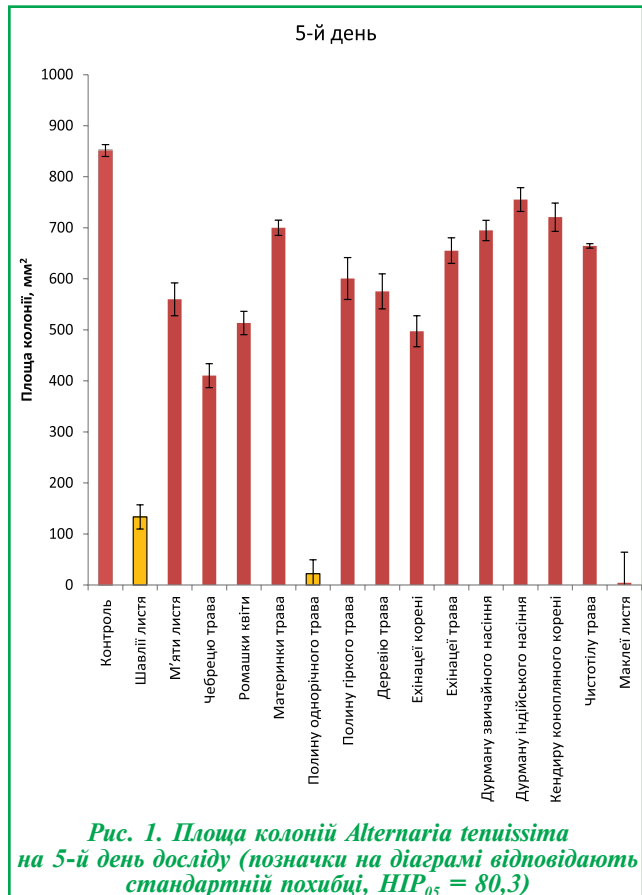


Рис. 1. Площа колоній *Alternaria tenuissima* на 5-й день досліді (позначки на діаграмі відповідають стандартній похибці, $HIP_{05} = 80,3$)

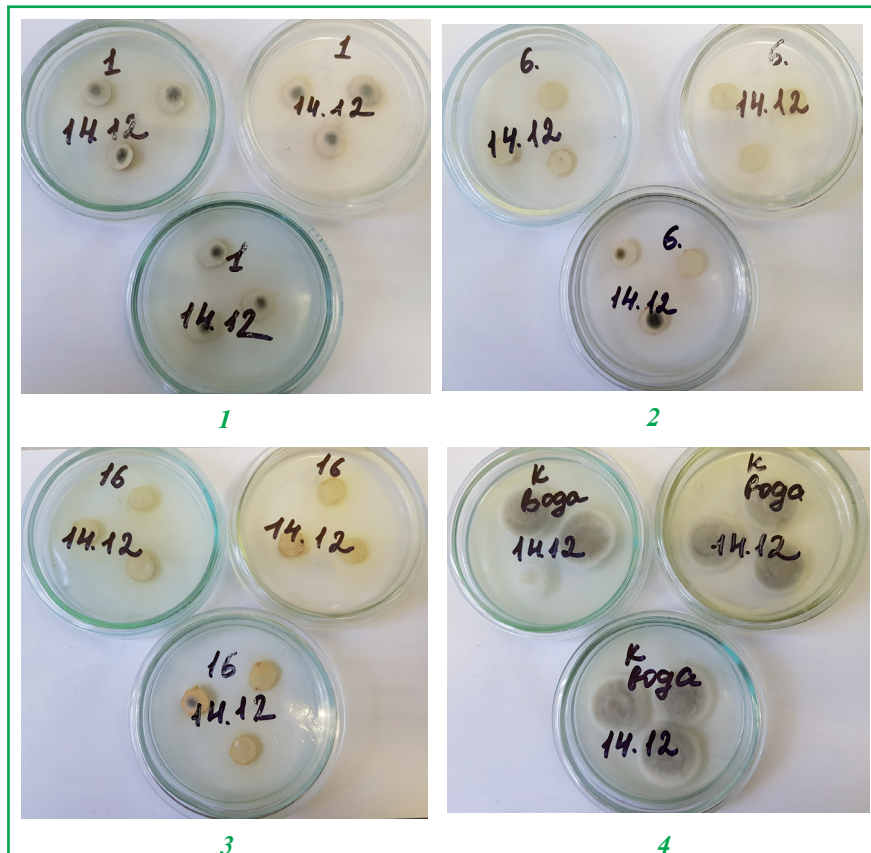


Рис. 2. Колонії гриба *Alternaria tenuissima* на 5-й день досліді: 1 — шавлія лікарська, листя; 2 — полин однорічний, трава; 3 — маклея, листя; 4 — контроль

Гальмування росту колоній (%)

Екстракти	5-й день	7-й день	10-й день
Шавлії листя	84,3	54,8	38,1
М'яти листя	34,2	7,1	2,1
Чебрецю трава	51,8	15,6	7,6
Ромашки квіти	39,7	8,1	1,8
Материнки трава	18,8	0	0
Полину однорічного трава	97,4	73,3	56,0
Полину гіркого трава	29,5	13,2	5,8
Деревію трава	32,4	8,0	5,3
Ехінацеї корені	41,6	18,6	17,7
Ехінацеї трава	23,1	8,4	3,1
Дурману звичайного насіння	18,4	5,7	0
Дурману індійського насіння	11,3	4,1	0
Кендиру конопляного корені	15,3	1,4	0
Чистотілу трава	21,9	8,9	7,8
Маклеї листя	99,5	87,4	73,4

виток колоній *Alternaria tenuissima* (рис. 3, табл.).

При проведенні обліку на 10-й день істотне зниження росту колоній збудника відбувалося за застосування екстрактів шавлії, полину однорічного, коріння ехінацеї та маклеї (рис. 4). Тільки в цих варіантах на цей час радіальна швид-

кість росту міцелію була істотно нижчою за контроль (рис. 5). Гальмування росту колоній було найвищим для шавлії, полину однорічного та маклеї (38,1–73,4%) (табл.).

Одержані результати узгоджуються з даними багатьох дослідників, що відзначають інгібуючу дію рослинних екстрактів на ріст міцелію та проростання спор патогенних грибів. Зокрема, встановлено, що екстракт шавлії стримував ріст *B. cinerea* (40–54%) [27]. Також її ефірні олії були ефективними проти *A. alternata*, *A. solani*, *Fusarium solani*, *F. oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *P. infestans*, *Rhizoctonia solani*, *B. cinerea*, *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes, *Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold, *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds, *Clavibacter michiganensis* Smith, *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson, *Pseudomonas savastanoi* Janse, *P. syringae* pv. *phaseolicola* van Hall [28–38]. Із здатністю контролювати розвиток фітопатогенів пов'язують кавову та розмаринову кислоти, про які повідомляється, як найбільш поширені фенольні сполуки в екстрактах шавлії лікарської [28, 39].

Ефірна олія полину однорічного інгібувала розвиток *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*,

Cylindrocarpon destrutans (Zinssm.) Scholten, *Alternaria solani*, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary [40–45]. Дослідження, проведені з основними компонентами, присутніми в ефірній олії *A. annua*, показали, що артемізія-кетон і α -терпенеол є сполуками, що мають найбільшу антимікробну активність [41, 46].

Ефірна олія *Macleaya cordata* демонструвала інгібуючу дію щодо низки патогенних мікроорганізмів, зокрема *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* [46, 47]. Як показали дослідження, ця дія зумовлена наявністю четвертинних бензо- фенантридинових алкалоїдів (сангвінарин і хелеритрин) і протопінових алкалоїдів (протопин і аллокриптопін). Вони демонстрували фунгістатичну активність зі значеннями IC_{50} у межах 5–11 мкг/мл та мінімальною інгібуючою концентрацією 8–32 мкг/мл проти *Botryosphaeria berengeriana* De Not., *Botrytis cinerea*, *Fusarium graminearum* Schwabe, *Fusarium oxysporum*, *Magnaporthe oryzae* B.C. Couch, *Rhizoctonia solani* [47, 48].

ВИСНОВКИ

Згідно з результатами досліджень виражену фунгістатичну дію проти збудника *Alternaria tenuissima* проявили екстракти шавлії

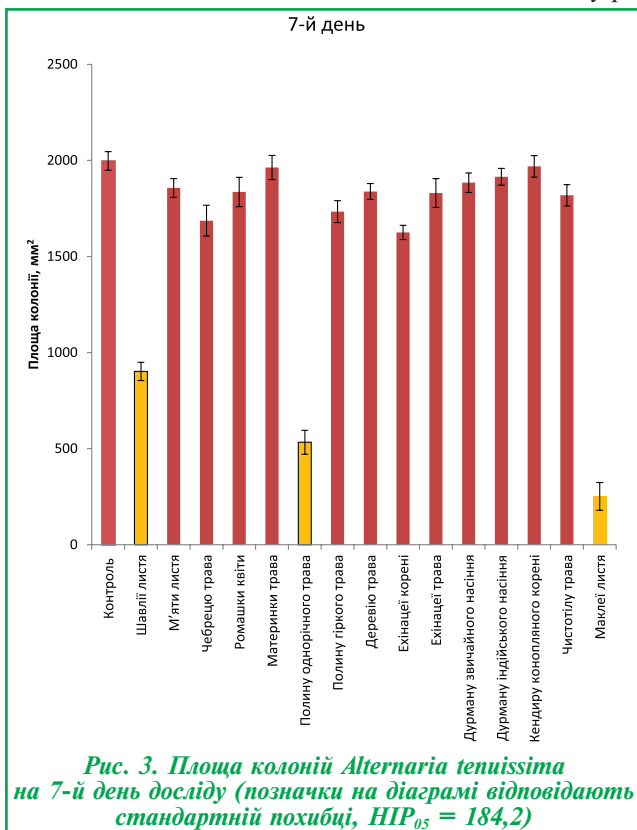


Рис. 3. Площа колоній *Alternaria tenuissima* на 7-й день дослід (позначки на діаграмі відповідають стандартній похибці, $HIP_{05} = 184,2$)

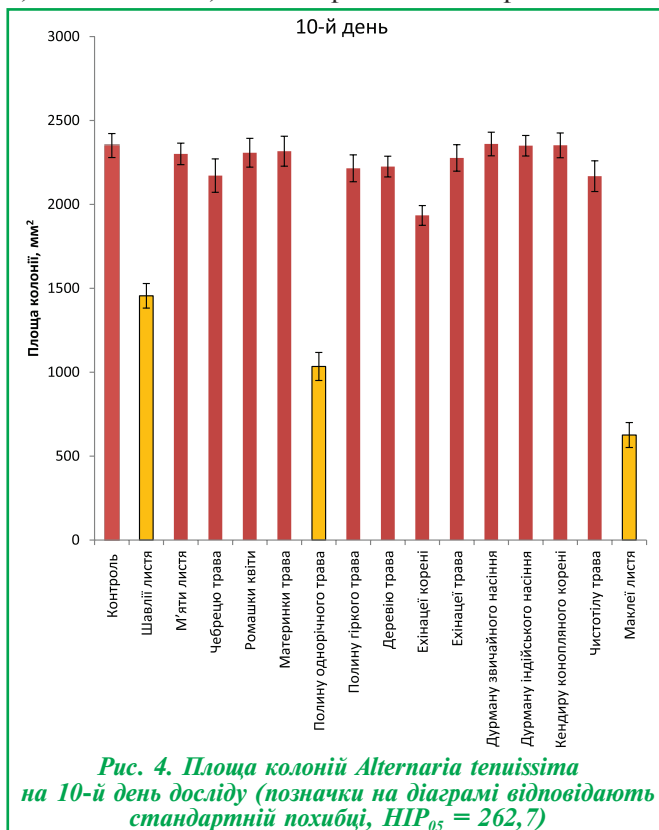


Рис. 4. Площа колоній *Alternaria tenuissima* на 10-й день дослід (позначки на діаграмі відповідають стандартній похибці, $HIP_{05} = 262,7$)

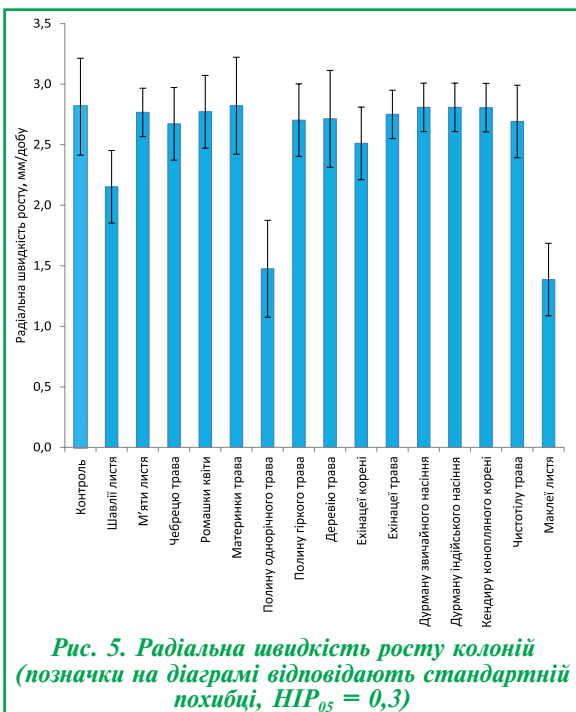


Рис. 5. Радіальна швидкість росту колоній (позначки на діаграмі відповідають стандартній похибці, $HIP_{05} = 0,3$)

лікарської (*Salvia officinalis* L.), полину однорічного (*Artemisia annua* L.) та маклеї серцеподібної (*Macleaya cordata* (Willd) R. Br.). Дані свідчать про те, що екстракти цих рослин можуть бути використані в подальшому для розроблення засобів захисту рослин від альтернаріозу.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Голосна Л.М.* Видовий склад грибів роду *Alternaria* Nees на зерні пшениці озимої. *Карантин і захист рослин*. 2015. №5. С. 1—3.
2. *Голосна Л.М.* Чорний зародок насіння пшениці озимої. *Карантин і захист рослин*. 2021. № 3. С. 13—17. <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.3.13-17>
3. *Бортник Т.С., Рожкова Т.О., Татарінова В.І. та ін.* Видовий склад збудників альтернаріозу насіння пшениці озимої у Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія: Агронімія і біологія. 2014. Вип. 3. С. 25—29.
4. *Bengyella L.* Global insight into the distribution of velvet-like B protein in *Cochliobolus* species and implication in pathogenicity and fungicide resistance. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2018. V. 34. 187 p. <https://doi.org/10.1007/s11274-018-2569-6>
5. *Lang G., Buchbauer G.* A review on recent research results (2008—2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. A review. *Flavour and Fragrance Journal* 2011. V. 27(1). P. 13—39. <https://doi.org/10.1002/ffj.2082>
6. *Coque J.J.R., Álvarez-Pérez J.M., Cobos R. et al.* Chapter Four — Advances in the control of phytopathogenic fungi that infect crops through their root system. *Advances in Applied Microbiology*. 2020. V. 111. P. 123—170. <https://doi.org/10.1016/b.s.a.mbs.2020.01.003>
7. *Gwinn K.D.* Bioactive natural products in plant disease control. *Studies in Natural Products Chemistry*. 2018. V. 56. P. 229—246. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-64058-1.00007-8>
8. *Walia S., Saha S., Tripathi V., Sharma K.K.* Phytochemical biopesticides: some recent developments. *Phytochemistry Reviews*. 2017. V. 16(5). P. 989—1007. <https://doi.org/10.1007/s11101-017-9512-6>
9. *Morcia C., Tumino G. Terzi V.* Plant Bioactive Metabolites for Cereal Protection Against Fungal Pathogens. *Antifungal Metabolites from Plants*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2013. P. 401—427. https://doi.org/10.1007/978-3-642-38076-1_14. ISBN 978-3-642-38075-4
10. *Terzi V., Tumino G., Stanca A.M., Morcia C.* Reducing the incidence of cereal head infection and mycotoxins in small grain cereal species. *Journal of Cereal Science*. 2014. V. 59(3). P. 284—293. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.10.005>
11. *Devkota A., Sahu A.* Evaluation of *Ageratum houstonianum* Mill leaves extracts against phytopathogenic fungi. *Indian Journal of Natural Products and Resources*. 2020. V. 10, P. 181—187.
12. *Wianowska D., Garbaczewska S., Cieniecka-Roslonkiewicz A. et al.* Comparison of antifungal activity of extracts from different *Juglans* regia cultivars and juglone. *Microbial Pathogenesis*. 2016. V. 100. P. 263—267. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2016.10.009>
13. *Zafar H., Shaukat S.S., Sheikh A.H.* Detection of antifungal activity of various plant extracts against *Alternaria solani*, the cause of early blight of tomato. *International Journal of Biology and Biotechnology*. 2014. V. 11 (2—3). P. 369—374.
14. *Sobhy I.I. Abdel-Hafez, Kamal A.M. Abo-Elyousr, Ismail R. Abdel-Rahim.* Effectiveness of plant extracts to control purple blotch and Stemphylium blight diseases of onion (*Allium cepa* L.) in Assiut, Egypt. *Archives Of Phytopathology And Plant Protection*. 2014. V. 47, N 3. P. 377—387. <http://doi.org/10.1080/03235408.2013.809926>
15. *Сєміна Ю.В., Щербаківа Л.А., Слезіна М.П., Одинова Т.І.* Исследование активности экстрактов семян *Chenopodium album* и культуральной жидкости *fusariumsambucinum* против некоторых фитопатогенных грибов. *Сельскохозяйственная биология*. 2016. Т. 51. № 5. С. 739—745. <https://doi.org/10.15389/agrobiol.2016.5.739rus>
16. *Георгиева-Андреева М., Енчев С.* Исследование антигрибного действия эфирных масел чайного дерева (*Melaleuca alternifolia*), шалфея (*Salvia officinalis*) и эвкалипта (*Eucalyptus globulus*) на гриб *Alternaria* ssp., изолированного из стевии (*Stevia rebaudiana*). *Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии*. 2013. № 3. С. 132—137.
17. *Pal G.K., Kumar B., Shahi S.K.* Antifungal activity of some common weed extracts against phytopathogenic fungi *Alternaria* spp. *International journal of universal pharmacy and life sciences*. 2013. V. 3 (2). P. 6—14.
18. *Chaudhari A. K., Singh V. K., Das S. et al.* Improvement of in vitro and in situ antifungal, AFB1 inhibitory and antioxidant activity of *Origanum majorana* L. essential oil through nanoemulsion and recommending as novel food preservative. *Food and Chemical Toxicology*. 2020. V. 143. 111536. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111536>
19. *Chrapaciene S., Rasiukeviciute N., Valiuskaite A.* Biocontrol of Carrot Disease-Causing Pathogens Using Essential Oils. *Plants* 2021. V. 10. 2231. <https://doi.org/10.3390/plants10112231>
20. *Lukošiute S., Šernaite L., Morkeliune A. et al.* The effect of Lamiaceae plants essential oils on fungal plant pathogens in vitro. *Agronomy Research*. 2020. V. 18. P. 2761—2769. <https://doi.org/10.15159/ar.20.225>
21. *Nazzaro F., Fratianni F., Coppola R., Feo V.* Essential oils and antifungal activity. *Pharmaceuticals*. 2017. V. 10 (4). 86. <https://doi.org/10.3390/ph10040086>
22. *Mansur A., Mehboob H., Kamrul H., Chandra K.D.* Efficacy of Different Plant Extract on Reducing Seed Borne Infection and Increasing Germination of Collected Rice Seed Sample. *Universal Journal of Plant Science*. 2013. V. 1. P. 66—73.
23. *Mugao L.G., Muturi P.W., Gichimu B.M., Njoroge E.K.* In Vitro Control of Phytophthora infestans and Alternaria solani Using Crude Extracts and Essential Oils from Selected Plants. *International Journal of Agronomy*. 2020. 8845692. <https://doi.org/10.1155/2020/8845692>
24. *Sollepura B.R., Murali N., Udayahankar A. et al.* Antifungal Activity of *Eclipta alba* Metabolites against Sorghum Pathogens. *Plants*. 2019. 8(3):72. <https://doi.org/10.3390/plants8030072>
25. *Baka Z.A.M., Rashad Y.M.* Alternative control of early blight of tomato using plant extracts from *Acacia nilotica*, *Achillea fragrantissima* and *Calotropis procera*. *Phytopathologia Mediterranea*, 2016, V. 5. N1, P. 121-129. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-17161
26. *Balouiri M., Sadiki M., Ibensouda S.K.* Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 2016. V. 6. P. 71—79.
27. *Rabilu S.A., Agyemang E.D., Farkas B.* Antifungal activity of *Salvia officinalis* subsp. *lavandulifolia* and *Salvia officinalis* subsp. *major* aqueous extracts against *Botrytis cinerea*. *Journal of Central European Agriculture*. 2021, V. 22(2). P. 420-428. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.2.3104>
28. *Ahmad H., Matsubara Y.* Antifungal effect of Lamiaceae herb water extracts against *Fusarium* root rot in Asparagus. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2020. V. 127. P. 229-236. <https://doi.org/10.1007/s41348-019-00293-x>
29. *Bi Y., Jiang H., Hausbeck M.K., Hao J.J.* Inhibitory effects of essential oils for controlling *Phytophthora capsici*. *Plant Disease*. 2012. V. 96. P. 797-803. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-11-0933>
30. *Chudasama K.S., Thaker V.S.* Biological control of phytopathogenic bacteria *Pantoea agglomerans* and *Erwinia chrysanthemi* using 100 essential oils. *Archives Of Phytopathology And Plant Protection*. 2014. V. 47(18). P. 2221-2232. <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.871435>
31. *Dellavalle P.D.; Cabrera A., Alem D. et al.* Antifungal activity of medicinal plant extracts against phytopathogenic fungus *Alternaria* spp. *Chilean journal of agricultural research*. 2011. V. 71. P. 231—239.
32. *Elshafie H.S., Sakr S., Mang S.M. et al.* Antimicrobial Activity and Chemical Composition of Three Essential Oils Extracted from Mediterranean Aromatic Plants. *Journal of Medicinal Food*. 2016. V. 19(11). P. 1096-1103. <https://doi.org/10.1089/jmf.2016.0066>
33. *Hoseini S., Amini J., Rafei J.N., Khorshidi J.* Inhibitory effect of some plant essential oils against strawberry anthracnose caused by *Colletotrichum nymphaeae* under in vitro and in vivo conditions. *European Journal of Plant*

Pathology. 2019. V. 155(4). V. 1287-1302. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01856-2>

34. Mermer-Doğu D., Zobar B. Effects of some plant essential oils against *Botrytis cinerea* and *Tetranychus urticae* on grapevine. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Science*. 2014. V. 1. P. 1268—1273.

35. Nikolova M., Yordanov P., Slavov S., Berkov S. Antifungal activity of plant extracts against phytopathogenic fungi. *J. Biosci. Biotechnol.* 2017. V. 6, P. 155—161.

36. Özcan M.M., Al-Juhaimi F.Y. Antioxidant and antifungal activity of some aromatic plant extracts. *Journal of Medicinal Plant Research*. 2011. 5. 1361—1366.

37. Pane C., Vilello D., Roscigno G. et al. Screening of plant-derived antifungal substances useful for the control of seedborne pathogens. *Archives Of Phytopathology And Plant Protection*. 2013. V. 46(13). P. 1533—1539. <https://doi.org/10.1080/03235408.2013.771458>

38. Todorović B., Potočnik I., Rekanović E. et al. Toxicity of twenty-two plant essential oils against pathogenic bacteria of vegetables and mushrooms. *Journal of Environmental Science and Health. Part B*. 2016. V. 51(12). P. 832-839. <https://doi.org/10.1080/03601234.2016.1208462>

39. Salari S., Bakhshi T., Shariffar F. et al. Evaluation of antifungal activity of standardized extract of *Salvia rhytidea* Benth. (Lamiaceae) against various *Candida* isolates. *Journal de Mycologie Médicale*. 2016. V. 26. P. 323—330. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2016.06.003>

40. Badea M.L., Delian E. In vitro antifungal activity of the essential oils from *Artemisia* spp. L. on *Sclerotinia sclerotiorum*. *Romanian Biotechnological Letters*. 2014. 19. 9345—9352.

41. Bilia A.R., Santomauro F., Sacco C. et al. Essential Oil of *Artemisia annua* L.: An Extraordinary Component with Numerous Antimicrobial Properties. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2014. Special Issue, 159819. <https://doi.org/10.1155/2014/159819>

42. Huang X., Chen S., Zhang Y. et al. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oils from Three *Artemisia* Species Against *Alternaria solani*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2019. V. 22(6). P. 1581—1592. <https://doi.org/10.1080/0972060x.2019.1708812>

43. Ivanescu B., Burlec A.F., Crivoi F. et al. Secondary Metabolites from *Artemisia* Genus as Biopesticides and Innovative Nano-Based Application Strategies. *Molecules*. 2021. V. 26. 3061. <https://doi.org/10.3390/molecules26103061>

44. Ma Y.-N., Chen C.-J., Li Q.-Q. et al. Monitoring antifungal agents of *Artemisia annua* against *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani*, associated with Panax notoginseng root disease. *Molecules*. 2019. V. 24. 213. <https://doi.org/10.3390/molecules24010213>

45. Septembre-Malaterre A., Lalarizo R.M., Marodon C. et al. *Artemisia annua*, a Traditional Plant Brought to Light. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020. V. 21(14). 4986. <https://doi.org/10.3390/ijms21144986>

46. Radulovic N.S., Randjelovic P.J., Stojanovic N.M. et al. Toxic essential oils — part II: chemical, toxicological, pharmacological and microbiological profiles of *Artemisia annua* L. volatiles. *Food and Chemical Toxicology*. 2013. V. 58. P. 37—49. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.04.016>

47. Lin L., Liu Y.-C., Huang J.-L. et al. Medicinal plants of the genus *Macleaya* (*Macleaya cordata*, *Macleaya microcarpa*): A review of their phytochemistry, pharmacology, and toxicology. *Phytotherapy Research*. 2018. V. 32. P. 19—48. <https://doi.org/10.1002/ptr.5952>

48. Li C.-M., Yang X.-Y., Zhong Y.-R., Yu J.-P.

Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of the essential oil from the leaves of *Macleaya cordata* (Willd) R. Br. *Natural Product Research*. 2015. V. 30(4), P. 438—442. <https://doi.org/10.1080/14786419.2015.1017490>

¹Шевчук О.В., ¹Голосна Л.Н., ¹Афанасьєва О.Г., ²Заславський О.М., ³Приведенюк Н.В., ³Кущук Т.П.

¹Інститут захисту рослин НААН, ул. Васильківська, 33, г. Київ, 03022, Україна

²ООО «НПЦ «Заславський і К», ул. Нарымская, д. 33—35, г. Днепр, 49008, Україна

³Опытная станция лекарственных растений Института агроэкологии и природопользования НААН, ул. Покровская, 16-А, с. Березоточа, Лубенский р-н, Полтавская обл., 37535, Украина, e-mail: ¹shevchukolv@gmail.com,

¹lgolosna16@gmail.com,

¹o.afanasieva@ukr.net,

²imptorgservis@ukr.net,

³privedenyuk1983@gmail.com,

³tkucyk1978@gmail.com

Влияние растительных экстрактов на *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire в условиях *in vitro*

Цель. Исследовать фунгистатическое действие растительных экстрактов на *Alternaria tenuissima* в условиях *in vitro*.

Методика. Исследования проведены в лаборатории фитопатологии Института защиты растений НААН (ИЗР НААН) и лаборатории экологии и фармакогнозии Опытной станции лекарственных растений Института агроэкологии и природопользования НААН (ОСЛР ИАП НААН). Лекарственное растительное сырье, которое использовали в исследованиях, было выращено и отобрано на исследовательских участках ОСЛР ИАП НААН. На его основе были изготовлены растительные экстракты. Определение активности растительных экстрактов на рост культуры *Alternaria tenuissima* проводили в лаборатории фитопатологии ИЗР НААН. Использован метод оценки чувствительности грибов с использованием азаризированной питательной среды. Определены радиальную скорость роста и процент торможения роста колоний. **Результаты.** На 5-й день после закладки опыта все изучаемые экстракты формировали колонии существенно меньшего размера по сравнению с контролем. На 7-й день подавляли развитие колоний *Alternaria tenuissima* экстракты шалфея, чабреца, полыни однолетней, полыни горькой, корня эхинацеи, маклеи. На 10-й день достоверное снижение роста колоний возбудителя происходило в вариантах применения экстрактов шалфея, полыни однолетней, корня эхинацеи и маклеи. Торможение роста колоний было самым высоким для шалфея, полыни однолетней, маклеи и составляло от 84,3—99,5% на 5-й день до 38,1—73,4% на 10-й день после инокуляции. **Выводы.** По результатам проведенных исследований выраженное фунгистатическое действие против возбудителя *Alternaria tenuissima* проявили экстракты шалфея лекарственного (*Salvia officinalis* L.), полыни однолетней (*Artemisia annua* L.) и маклеи сердцелистной (*Macleaya cordata* (Willd) R. Br.). Эти данные свиде-

тельствуют о том, что экстракты данных растений могут использоваться в дальнейшем для разработки средств защиты растений от альтернариоза.

растительные экстракты; *Alternaria tenuissima*; ингибирование роста; радиальная скорость роста; биологическая защита

¹Shevchuk O., ¹Golosna L.,

¹Afanasieva O., ²Zaslavskiy O.,

³Pryvedeniuk N., ³Kutsyk T.

¹Institute of Plant Protection of NAAS,

Institute of Plant Protection NAAS,

33, Vasylykivska str., Kyiv, Ukraine

²TOV «NVTs «Zaslavskiy i K», 33—35,

Narymska str., 49008, Dnipro, Ukraine

³Research station of medicinal plants,

Institute of agroecology and environmental

management NAAS, 16-A, Pokrovska str.,

Poltavsky region, Lubensky district,

Berezotocha, 37535, Ukraine

e-mail: ¹shevchukolv@gmail.com,

¹lgolosna16@gmail.com,

¹o.afanasieva@ukr.net,

²imptorgservis@ukr.net,

³privedenyuk1983@gmail.com,

³tkucyk1978@gmail.com

Effect of plant extracts against *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire *in vitro*

Goal. To investigate the fungistatic effect of plant extracts on *Alternaria tenuissima* *in vitro*. **Methods.** The study was conducted in the Laboratory of Phytopathology of the Institute of Plant Protection of NAAS (IPP NAAS) and the Laboratory of Ecology and Pharmacognosy of Research Station of Medicinal Plants of the Institute of Agroecology and Environmental Management NAAS (RSMP IAEI NAAS). Medicinal plant raw materials used in the research were grown and selected at the research sites of DSLR IAP NAAS. Plant extracts were made on its basis. Determination of the activity of plant extracts on the growth of *Alternaria tenuissima* culture was performed in the laboratory of phytopathology of the IPP NAAS. Agar-disk diffusion method was used. The radial growth rate and the percentage of growth inhibition of colonies were determined. **Results.** On the 5th day after the start of the experiment, all studied extracts formed colonies of significantly smaller size compared to the control. On the 7th day, extracts of sage, thyme, annual wormwood, wormwood, echinacea root, and plume poppy significantly inhibited the development of *Alternaria tenuissima* colonies. On the 10th day, a significant reduction in the growth of colonies of the pathogen occurred with the use of extracts of sage, annual wormwood, echinacea roots and plume poppy. Inhibition of colony growth was highest for sage, annual wormwood and plume poppy and ranged from 84.3—99.5% on day 5 to 38.1—73.4% on day 10 after inoculation. **Conclusions.** According to our results, extracts of sage (*Salvia officinalis* L.), annual wormwood (*Artemisia annua* L.) and plume poppy (*Macleaya cordata* L.) showed a pronounced fungistatic effect against *Alternaria tenuissima*. These data suggest that extracts of these plants can be used in the future to develop plant protection products.

plant extracts; *Alternaria tenuissima*; growth inhibition; radial growth rate; biological protection

Надійшла 17.11.2021 р.