

**АНТИМІКРОБНА АКТИВНІСТЬ ВТОРИННИХ МЕТАБОЛІТІВ
ПЕРИКАРПІЇВ ДЕЯКИХ ВИДІВ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН**

А. Ф. Ліханов, кандидат біологічних наук, доцент

С. Ю. Білоус, кандидат біологічних наук, доцент

В. В. Бородай, доктор сільськогосподарських наук, доцент

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mails: likhanov.bio@gmail.com, forest_biotech@nubip.edu.ua,
veraboro@gmail.com

Найпоширенішою і небезпечною хворобою деревних рослин у розсадниках України є інфекційне вилягання сіянців, яке викликається фітопатогенними мікроміцетами *Fusarium spp.*, *Alternaria spp.*, *Rhizoctonia spp.*, *Verticillium spp.*, *Botrytis spp.*, *Sclerotinia spp.* та ін. За умов значного ураження може гинути 30-45 %, а в окремих випадках 85-100 % рослин. Вторинні метаболіти активізують захисні механізми і пригнічують фітопатогенні мікроорганізми вже на ранніх стадіях онтогенезу рослин. У науковій літературі описана біологічна активність вторинних метаболітів тканин вегетативних органів рослин. Інформація щодо захисної ролі ендометаболітів перикарпіїв досить обмежена, тому метою дослідження було вивчення антифунгальної та антибактеріальної дії метаболітів перикарпіїв деяких видів деревних рослин. У роботі використовувались біохімічні, мікробіологічні, фітопатологічні методи досліджень. Встановлено активність та специфічність дії вторинних метаболітів перикарпіїв *Betula pendula* Roth, *Robinia pseudoacacia* L., *Fraxinus excelsior* L., *Gleditsia triacanthos* L. та *Acer platanoides* L. по відношенню до фітопатогенних мікроорганізмів, які уражують деревні рослини. Найвищу активність щодо фітопатогенних мікроміцетів проявили метаболіти *B. pendula* (особливо проти *Sclerotinia spp.* та *Cladosporium spp.*). Децю поступались їм за активністю низькомолекулярні сполуки *R. pseudoacacia* (найвища дія щодо *Fusarium spp.*). Високу антибактеріальну активність виявлено у метаболітів *Gleditsia triacanthos*, децю меншу – у *Fraxinus excelsior*. В цілому стабільно активними виявились сполуки *G. triacanthos* та *Fraxinus excelsior*, і меншу активність проявили метаболіти перикарпіїв *Acer platanoides*. У подальшому планується дослідити роль фенольних сполук як активних компонентів захисних метаболічних систем рослин у запобіганні поширенню небезпечних хвороб на ранніх стадіях онтогенезу. Це сприятиме вирішенню проблеми отримання якісного садивного матеріалу деревних рослин в Україні.

Ключові слова: антибактеріальна дія, антифунгальна дія, деревні рослини, фітопатогенні мікроорганізми, вторинні метаболіти, насіння.

Актуальність. Отримання якісного матеріалу сіянців і саджанців деревних рослин з метою лісовідновлення і лісорозведення належить до основних завдань лісового господарства України. Характерною особливістю розсадників деревних рослин є концентрація на одиниці площі значної кількості садивного матеріалу, який на ранніх стадіях онтогенезу є чутливим до стресових чинників (Meshkova, 2012; Bondarenko-Borisova, 2012; Goychuk, Drozda, Kulbanska & Shvets, 2019). За глобальних змін клімату спостерігається посилення вірулентності деяких збудників хвороб деревних рослин, зокрема хвороби кори бука в лісах Північної Америки, епіфітотійне всихання берези повислої, сосни звичайної в Україні (Soularue et al., 2017; Stephanson & Ribarik, 2017; Goychuk, Drozda, Kulbanska, & Shvets, 2019), відмирання ясена в європейських країнах та Україні (Goychuk, Drozda, Kulbanska, & Shvets, 2019; Davydenko et al., 2019).

Значна увага у хворобах рослин приділяється фітопатогенним мікроміцетам (Stephanson & Ribarik, 2017). До найпоширеніших і небезпечних хвороб деревних рослин у розсадниках України належить інфекційне вилягання, яке викликається фітопатогенними мікроміцетами *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Rhizoctonia* spp., *Verticillium* spp., *Botrytis* spp., *Sclerotinia* spp. і ін. За умов значного ураження може гинути до 30-45%, а в окремих випадках 85-100% рослин. (Shestibratov et al., 2018). Ураження асиміляційного апарату однорічних сіянців викликають гриби родів *Alternaria* і *Cladosporium*, повна або часткова втрата схожості та муміфікації насіння берези спостерігається за його ураження *Sclerotinia* spp., *Botrytis* spp. спричиняє зниження якості насіння рослин та втрату його схожості, відмирання хвої і молодих нездерев'янілих пагонів, що призводить до загибелі сіянців (Meshkova, 2012). Нині також значно поширились бактеріози деревних рослин (Goychuk, Drozda, Kulbanska, & Shvets, 2019; Davydenko et al., 2019).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. З метою профілактики поширення та розвитку хвороб сіянців на ранніх стадіях важливо стимулювати власні захисні системи рослин. У реакціях стійкості рослин значну роль відіграють фенольні сполуки. Вони здатні діяти як сигнальні молекули, що

мобілізують власні захисні системи (Sambles et al., 2017; Kong, Xuan et al., 2019), в якості про- або антиоксидантів регулювати активність вільних радикалів (Ayouni et al., 2016), кількість яких у клітинах рослин збільшується за умов стресу (Qazi et al., 2018).

Ранні стадії розвитку є критичними у житті рослин і вторинні метаболіти підтримують життєздатність організму та відповідають за взаємозв'язок з мікроорганізмами, які забезпечують рослини азотом. Більшість вторинних метаболітів проростків синтезується *de novo* і лише частина від загального пулу передається материнською рослиною у тканинах плодів та насіння. У багатьох випадках ресурси для їхнього біосинтезу забезпечуються резервами ендосперму або сім'ядоль, які за наявності світла розпочинають фотосинтез. Наявність вторинних метаболітів на цих стадіях у подальшому визначає їхній тканино-специфічний розподіл, просторово-часову регуляцію та індивідуальний контроль процесів синтезу (De-la-Cruz Chacón et al., 2013).

Дослідження вторинних метаболітів рослин акцентовано на можливості їхнього широкого використання, зокрема у якості хемотаксономічних маркерів (Ossipov et al., 1995; Lahtinen et al., 2006; Pawłowska, 2014; Zhang et al., 2016; Mohammed et al., 2014; Kuwahara et al., 2019; Kim et al., 2019).

Понад 200 хімічних компонентів було виділено та ідентифіковано у 30 видів *Acer* L., включаючи флавоноїди, дубильні речовини, діарилгептаноїди, фенілпропаноїди, фенілетаноїдні глікозиди, терпеноїди, фітостероли, похідні бензойної кислоти та інші сполуки. Серед досліджених продуктів вторинного метаболізму флавоноїди та дубильні речовини є двома основними класами фенольних сполук, які характерні для видів *Acer* L. (Liu et al., 2013).

Вивчено вплив сезонною динаміки конститутивних рівнів фенольних компонентів, що призводить до змін антиоксидантної активності в листках *Acer truncatum* (Yang et al., 2018). У різних культиварів цього ж виду проведено порівняльний та кореляційний аналіз вмісту флавоноїдів та хлорогенової кислоти (Ren et al., 2018).

Флавоноїди дигідроробінетин та робінетин, що містяться у зрілій серцевині *Robinia pseudoacacia* L., підвищують стійкість рослини до ураження мікроміцетами (Destandau et al., 2016). Між стійкістю зрілої і ювенільної серцевини *R. pseudoacacia* виявлена значна різниця, причому остання є менш стійкою до руйнування грибами, що пояснюється низьким вмістом вторинних метаболітів (Sergent et al., 2014).

Ідентифікація фенольних сполук за допомогою UPLC–DAD–MS/MS уперше виявила наявність у тканинах ресвератролу і піцеатаннолу. Ці два стильбени, а також флавоноїд дігідроробінетин нагромаджувались у високій концентрації в зрілій серцевині *R. pseudoacacia*, що забезпечувало високу стійкість рослин, оскільки ці речовини володіють значною антифунгальною активністю.

Біологічно активні сполуки, що локалізовані в тканинах мезо- і ендокарпіїв здатні формувати ендогенні (тканинні) і екзогенні (фітогенні сфери) біохімічні бар'єри, аутоекологічне значення яких полягає в активній регуляції процесів пробудження насіння і пригнічення фітопатогенних мікроорганізмів на стадії формування проростків (Kljachenko, Likhanov & Grakhov, 2015).

Утім, незважаючи на актуальність цієї проблеми роль вторинних метаболітів плодів і насіння деревних рослин у формуванні тканинних і екзогенних бар'єрів досліджена недостатньо, тому **метою роботи** було вивчення антифунгальної та антибактеріальної дії екзометаболітів плодів деяких видів деревних рослин.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили в навчально-науковій лабораторії біотехнології та клітинної інженерії та лабораторії промислової біотехнології НУБіП України.

У якості рослинної сировини використовували плоди поточного року 5 видів деревних рослин: *Betula pendula* Roth, *Robinia pseudoacacia* L., *Fraxinus excelsior* L., *Gleditsia triacanthos* L. та *Acer platanoides* L. Екстракцію низько- і

середньополярних сполук перикарпіїв ($n = 50$) екстрагували (1 г сухої маси у 10 мл дистильованої води) 2 год на водяній бані за 70 °С.

Антибактеріальну дію метаболітів досліджували згідно із загальноприйнятими методами (Patyka et al., 2017). Було вивчено дію екзометаболітів плодів видів *B. pendula* Roth, *R. pseudoacacia* L., *F. excelsior* L., *G. triacanthos* L. та *A. platanoides* L. Ступінь чутливості бактеріальних ізолятів до досліджуваних речовини визначали за діаметром зони відсутності росту, відзначали характер росту колоній (Patyka et al., 2017).

Визначення антифунгальної дії екстрактів проводили модифікованим експрес-методом лунок (Dudka et al., 1982). Дослідження проводили на картопляно-глюкозному агарі (КГА) за використання колекції ізолятів збудників бактеріозів та мікозів (*Fusarium*, *Sclerotinia*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Rhizoctonia* та *Alternaria*), які були ідентифіковані за морфологічними та культуральними властивостями згідно з загальновизнаними у бактеріології та мікології методами (Dudka et al., 1982; Patyka et al., 2017). Хімічним еталоном у дослідженнях з мікроміцетами був 0,1% розчин системного фунгіциду Фундазол 50% з.п.; з ізолятами бактерій – антибіотик азітроміцин. Розчини речовин готували згідно з інструкціями виробника. Ізоляти грамнегативних паличкоподібних неспорових бактерій (*PP-25*, *PP-21*) виділені з уражених тканин бульб картоплі.

Також використовували штами бактерій *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Pcc) 8982 та *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus* (Cms) 7750 колекції Інституту мікробіології і вірусології. Культури мікроорганізмів зберігали на картопляно-глюкозному агарі за температури 5°C.

Результати дослідження та їх обговорення. Встановлено бактеріостатичну дію та селективність екзометаболітів перикарпіїв видів деревних рослин на різні бактеріальні ізоляти. Так, щодо ізолятів бактерій *Cms* 7750 виражену бактеріостатичну дію мали екзометаболіти рослин *B. pendula*, дещо повільніший ріст колоній спостерігався навколо лунок з екстрактами *R. pseudoacacia* та *F. excelsior* (рис.1).

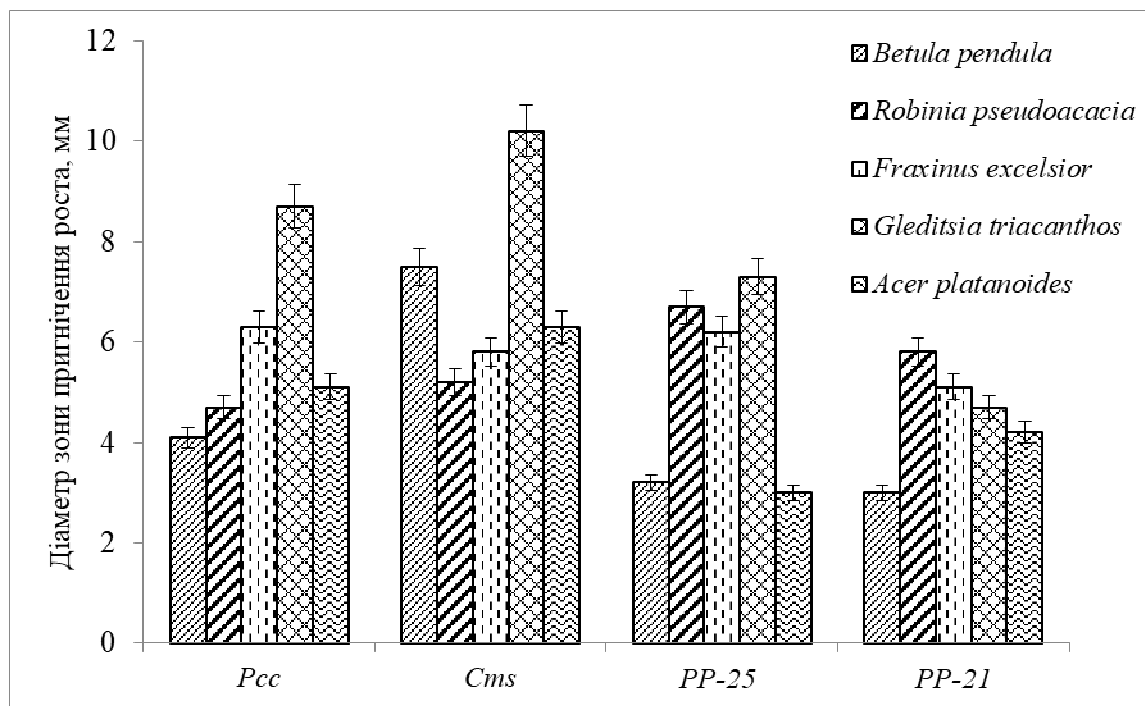


Рис. 1. Антибактеріальна дія екстрактів перикарпіїв видів деревних рослин

Екзометаболіти *G. triacanthos* spp. також виявили бактерицидну дію до ізолятів бактерій *Cms* 7750, хоча їхня активність була меншою. Пролонговане (протягом 5 діб) уповільнення росту ізолятів бактерій *Pcc* 8982 спостерігали під дією екстрактів з перикарпіїв *F. excelsior*, *G. triacanthos* та *A. platanoides*, а метаболітів *R. pseudoacacia* на ізолятах бактерій *PP-25* та *PP-21* (рис. 1).

Вибірковість дії екзометаболітів визначена і щодо збудників фітопатогенних мікроміцетів. Так, екзометаболіти *R. pseudoacacia* затримували ріст міцелію ізоляту 3251 *Sclerotinia* spp., що спричинює повну або часткову втрату схожості насіння окремих видів деревних культур та їхню муміфікацію (рис. 2).

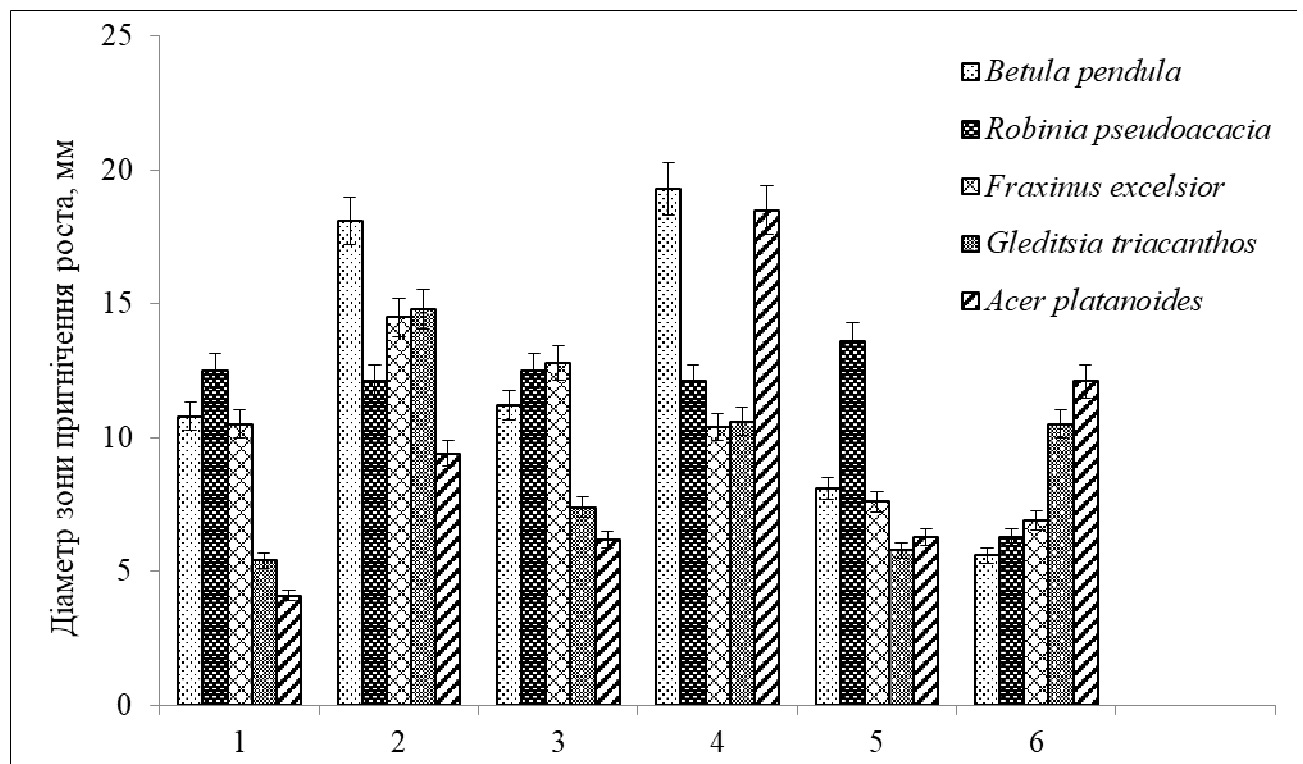


Рис. 2. Антифунгальна дія екстрактів перикарпіїв видів деревних рослин
 (1 – *Fusarium* spp., 2 – *Sclerotinia* spp., 3 – *Botrytis* spp., 4 – *Cladosporium* spp.,
 5 – *Rhizoctonia* spp., 6 – *Alternaria* spp.)

Найвищу активність щодо фітопатогенних мікроміцетів показали метаболіти *B. pendula* (особливо проти *Sclerotinia* spp. та *Cladosporium* spp.). Дещо поступались їм екстракти перикарпіїв *R. pseudoacacia* (але найактивніші проти *Fusarium* spp.) (табл. 1).

Виражена антибактеріальна дія виявлена у екстрактів *G. triacanthos*, дещо менша – у *F. excelsior*. У цілому метаболіти цих двох видів були стабільно активними. Менш активними до цих фітопатогенів були екстракти з перикарпіїв *A. platanoides*.

За наявності необхідних умов насіння деяких видів рослин може проростати одразу за необхідною кількістю вологи і потрібною температурою, або знаходиться певний час у стані спокою. Надходження води в тканини насіння і плодів призводить до часткового вимивання водорозчинних ендометаболітів.

1. Антимікробна активність щодо фітопатогенних мікроорганізмів екстрактів перикарпіїв листяних деревних рослин

Вид	Мікроміцети						Бактерії			
	<i>Fusarium spp.</i>	<i>Sclerotinia spp.</i>	<i>Botrytis spp.</i>	<i>Cladosporium spp.</i>	<i>Rhizoctonia spp.</i>	<i>Alternaria spp.</i>	<i>Pcc</i>	<i>Cms</i>	<i>PP-25</i>	<i>PP-21</i>
<i>Betula pendula</i>	++	+++	+	+++	–	–	–	++	–	–
<i>Robinia pseudoacacia</i>	+++	++	+	–	++	–	–	+	++	–
<i>Fraxinus excelsior</i>	++	++	+	–	–	–	++	+	++	++
<i>Gleditsia triacanthos</i>	–	++	–	–	–	+	++	+++	++	++
<i>Acer platanoides</i>	–	–	–	++	–	++	++	+	–	+

Примітка: еталон (++++) – фунгіцид (фундазол) та антибіотик (азітроміцин)

У випадку недостатньої зволоженості ґрунту зародок захищають тканинні фітохімічні бар'єри, які перешкоджають розвитку фітопатогенів, а також гальмують передчасну ініціацію проростання насіння (рис. 3). Крім того активні метаболіти пригнічують ріст міцелію деяких ендоефітних грибів-симбіотів, які зазвичай знаходяться у тканинах перикарпію в період дозрівання й зберігання насіння.

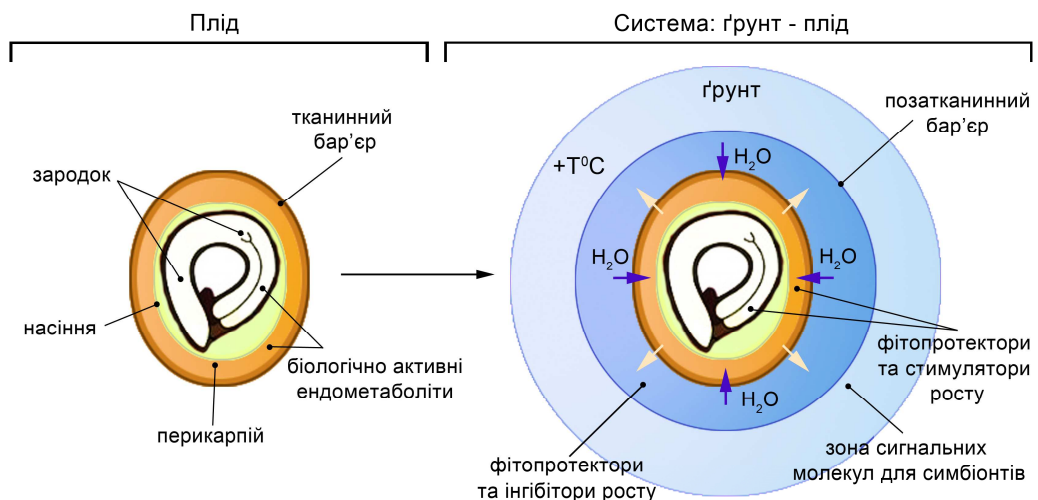


Рис. 3. Схема просторової організації тканинних і позатканинних біохімічних бар'єрів плодів і насіння

За достатньої кількості вологи та оптимальних позитивних температур вимивання водорозчинних сполук прискорюється. Навколо плоду формується специфічна фітохімічна сфера – позатканинний бар'єр. Біологічно активні речовини, що потрапляють у ґрунт деякий час уповільнюють ріст фітопатогенів. Окрім того у ґрунт з плодів надходять речовини, які виконують роль сигнальних молекул, що викликають позитивних хемотаксис у симбіотичних мікроорганізмів і сприяють колонізації кореневої системи проростків.

Фізіологічна модель функціонування фітохімічних бар'єрів була розроблена нами для плодів *Beta vulgaris* L. (Kljachenko, Likhanov & Grakhov, 2015). Утім вона знайшла підтвердження і для видів деревних рослин. Практичне значення екстрактів біоактивних метаболітів перикарпіїв полягає у використанні їх у якості регуляторів росту та натуральних продуктів для біозахисту сіянців проти ґрунтових фітопатогенів, а також у якості критерію для якісної оцінки стійкості рослин.

Висновки і перспективи. Встановлено варіабельність та специфічність дії ендометаболітів перикарпіїв рослин *A. platanoides*, *R. pseudoacacia*, *F. excelsior*, *G. triacanthos* та *A. platanoides* на фітопатогенні мікроорганізми, що викликають хвороби деревних рослин. Найвищу активність по відношенню до фітопатогенних мікроміцетів виявили екстракти *B. pendula* (особливо проти *Sclerotinia* spp. та *Cladosporium* spp.). Виявлена висока активність метаболітів перикарпіїв *R. pseudoacacia* проти міцелію *Fusarium* spp. Високу антибактеріальну активність визначено у екстрактів *G. triacanthos*, дещо меншу – у *F. excelsior*. У цілому вторинні метаболіти цих двох видів були стабільно активними. Найменший вплив на використані фітопатогени мали екстракти перикарпіїв *A. platanoides*.

Отже, ендометаболіти перикарпіїв досліджуваних видів є компонентами, які здатні захищати рослини від фітопатогенів на ранніх стадіях онтогенезу. У подальшому планується дослідити роль фенольних сполук, як активних компонентів захисних метаболічних систем, у попередженні поширення

небезпечних хвороб рослин на ранніх стадіях онтогенезу. Це сприятиме вирішенню проблеми отримання якісного садивного матеріалу деревних рослин.

Список літератури

Ayouni, K., Berboucha-Rahmani, M., Kim, H.K., Atmani, D., Verpoorte, R. & Choi, Y.H. (2016). Metabolomic tool to identify antioxidant compounds of *Fraxinus angustifolia* leaf and stem bark extracts. *Ind. Crops Prod.*, 88, 65–77. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.01.001>

Bondarenko-Borisova I. V. (2012). Diseases of conifers in ornamental plantations in the southeast of Ukraine. *Prom. botanika: sb. nauch. tr.*, 12, 313-321 [in Russian].

Davydenko, K., Borysova, V., Shcherbak, O., Kryshchuk, Y. & Meshkova, V. (2019). Situation and perspectives of European ash (*Fraxinus* spp.) in Ukraine: focus on eastern border. *Baltic Forestry*, 25(2). <https://doi.org/10.46490/vol25iss2pp293>

De-la-Cruz Chacón, I., Riley-Saldaña, C.A. & González-Esquinca, A.R. (2013). Secondary metabolites during early development in plants. *Phytochem Rev.*, 12, 47–64. <https://doi.org/10.1007/s11101-012-9250-8>

Destandau, E., Charpentier, J.-P., Bostyn, S., Zubrzycki, S., Serrano, V., Seigneuret, J.-M., & Breton, C. (2016). Gram-scale purification of dihydrorobinetin from *R. pseudoacacia* L. wood by centrifugal partition chromatography. *Separations*, 3(3), 23. <https://doi.org/10.3390/separations3030023>

Dudka I.A., Vasser S.P., Jellanskaja I.A. et al. (Eds.). (1982). *Methods of experimental mycology*. Kiev: Naukova dumka. [in Russian].

Goychuk, A., Drozda, V., Kulbanska, I., & Shvets, M. (2019). Bacteriosis of forest woody plants in the forests of Polissya and Forest-Steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 10(2), 14-25. <https://doi.org/10.31548/forest2019.02.014> [in Ukrainian].

Kim, H.S., Jang, J.M., Yun, S.Y., Zhou, D., Piao, Y., Ha, H. C., Back, M.J., Shin, I. C., & Kim, D.K. (2019). Effect of *R. pseudoacacia* Leaf Extract on Interleukin-1 β -mediated Tumor Angiogenesis. *In Vivo*, 33(6), 1901–1910. <https://doi.org/10.21873/invivo.11684>

Kljachenko, O.L., Likhanov, A.F., & Grakhov V.P. (2015). Barrier functions of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) pericarp of various genotypes. *Fiziologija rastenij i genetika*, 47 (5), 420-429.[in Russian].

Kong, C.H., Xuan, T.D., Khanh, T.D., Tran, H.D., & Trung, N.T. (2019). Allelochemicals and signaling chemicals in plants. *Molecules*, 24(15), 24, <https://doi.org/10.3390/molecules24152737>.

Kuwahara, Y., Nakajima, D., Shinpo S., Nakamura M., Kawano N., Kawahara, N., Yamazaki, M., Saito, K., Suzuki, H., & Hirakawa, H. (2019). Identification of potential genes involved in triterpenoid saponins biosynthesis in *Gleditsia sinensis* by transcriptome and metabolome analyses. *Journal of natural medicines*, 73(2), 369–380. <https://doi.org/10.1007/s11418-018-1270-2>

Lahtinen, M., Lempa, K., Salminen, J. P., & Pihlaja, K. (2006). HPLC analysis of leaf surface flavonoids for the preliminary classification of birch species. *Phytochem. Anal.*, 17, 197-203. <https://doi.org/10.1002/pca.906>

Lihanov, A. F., Penteljuk, O. S., Grygorjuk, I. P., & Iljenko, O. O. (2016). Variability of the composition of secondary metabolites of the bark of annual shoots of the genus *Aesculus* L. *Інтродукція рослин*, 3, 102-109. [in Ukrainian].

Liu, W., Ouyang, Y., & Wan, C. (2013). Flavonoids of the Genus of *Acer*. *Asian Journal of Chemistry*, 25, 7075-7078.

Mohaddese, M., Mahdizadeh, E., & Heidary, Tabar R. (2019). Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *F. excelsior* L. Seeds Essential Oil. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, 14(1):e61105. <https://doi.org/10.5812/jjnpp.61105>.

Mohammed, R.S., Abou Zeid, A.H., El Hawary, S.S., Sleem, A.A., & Ashour, W.E. 2014. Flavonoid constituents, cytotoxic and antioxidant activities of *G. triacanthos* L. leaves. *Saudi J Biol Sci.*, 21(6), 547-53. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs>.

Meshkova V.L. (2012). Scientific and industrial problems of forest protection. *Forestry and horticulture*, 2. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc_2012_2_9. [in Ukrainian].

Ossipov, V., Nurmi, K., Loponen, J., Prokopiev, N., Haukioja, E., Pihlaja, K. (1995). HPLC isolation and identification of flavonoids from white birch *Betula pubescens* leaves. *Biochemical Systematics and Ecology*, 23(3), 213-222. [https://doi.org/10.1016/0305-1978\(94\)00092-U](https://doi.org/10.1016/0305-1978(94)00092-U)

Patyka, V.P., Pasichnyk, L.A., Gvozdzak, R.I. et al. (Eds). (2017). *.Phytopathogenic bacteria. Research methods: monograph.V. 2*. Vinnycja: Vindruk, [in Ukrainian].

Pawłowska, L. (2014). Flavonoids in the leaves of polish species of the genus *Betula* L. L The flavonoids of *B. pendula* Roth. and *B. obscura* Kot. leaves. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 49, 281-296. <https://doi.org/10.5586/asbp.1980.025>.

Qazi, S.S., Lombardo, D.A., & Abou-Zaid, M.M. (2018). A Metabolomic and HPLC-MS/MS Analysis of the Foliar Phenolics, Flavonoids and Coumarins of the *Fraxinus* Species Resistant and Susceptible to Emerald Ash Borer. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 23(11), 2734. <https://doi.org/10.3390/molecules23112734>

Ren, H., Feng, Z. (2018). Comparison and correlation analysis of flavonoids and chlorogenic acid contents in different strains of *Acer truncatum*. *Food Sci. Technol.*, 38(1), 319-326. <https://doi.org/10.1590/fst.23317>

Sambles, C., Salmon, D., Florance, H. et al. (2017). Ash leaf metabolomes reveal differences between trees tolerant and susceptible to ash dieback disease. *Sci Data*, 4, 170-190. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.190>

Shestibratov, K.A., Barano, O.Y., Subbotina, N.M., Lebedev, V.G., Panteleev, S.V., Krutovsky, K.V., & Padutov, V.E. (2018). Early Detection and Identification of the Main Fungal Pathogens for Resistance Evaluation of New Genotypes of Forest Trees. *Forests*, 9 (12), 732. <https://doi.org/10.3390/f9120732>

Soularue, J.-P., Robin, C., Desprez-Loustau, M.-L., Dutech, C. (2017). Short rotations in forest plantations accelerate virulence evolution in root-rot pathogenic fungi. *Forests.*, 8, 205 <https://doi.org/10.3390/f8060205>

Stephanson, C.A., Ribarik, Coe N. (2017). Impacts of beech bark disease and climate change on American beech. *Forests*, 8(5), 155; <https://doi:10.3390/f8050155>

Tanase, C., Cosarca, S., & Muntean, D. L. (2019). A Critical Review of Phenolic Compounds Extracted from the Bark of Woody Vascular Plants and Their Potential Biological Activity. *Molecules*, 24(6), 1182. <https://doi:10.3390/molecules24061182>

Valette, N., Perrot, T., Sormani, R., Gelhaye, E., & Morel-Rouhier, M. (2017). Antifungal activities of wood extractives. *Fungal Biology Reviews*, 31 (3), 113-123. <https://doi:10.1016/j.fbr.2017.01.002>.

Yang, L., Yin, P., Li, K., Fan, H., Xue, Q., Li, X., Sun, L., & Liu, Y. (2018). Seasonal dynamics of constitutive levels of phenolic components lead to alterations of antioxidant capacities in *Acer truncatum* leaves. *Arabian Journal of Chemistry*, 11 (1), 14-25. <https://doi:10.1016/j.arabjc.2017.01.009>.

Zhang, J.P., Tian, X.H., Yang, Y.X., Liu, Q.X., Wang, Q., Chen, L.P., Li, H.L., & Zhang, W.D. (2016). *Gleditsia* species: An ethnomedical, phytochemical and pharmacological review. *J. Ethnopharmacol.*, (178), 155-71. <https://doi:10.1016/j.jep>.

ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF PERICARP SECONDARY METABOLITES OF SOME SPECIES OF WOODY PLANTS

A. F. Likhanov, S. Yu. Bilous, V. V. Borodai

*The infectious lodging of seedlings, which is caused by phytopathogenic micromycetes *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Rhizoctonia* spp., *Verticillium* spp., *Botrytis* spp., *Sclerotinia* spp. and others are the most common and dangerous disease of woody plants in seed-plots of Ukraine. Nearly 30-45%, and in some cases 85-100% of plants can be infected under conditions of significant damage. Secondary metabolites activate of the protective mechanisms and inhibit of the phytopathogenic microorganisms in the early stages of plant ontogeny. The scientific literature describes the biological activity of secondary metabolites of tissues of vegetative organs of plants. Information on the protective role of endomethabolites of pericarpia is quite limited, so the aim of the study was to study the antifungal and antibacterial action of metabolites of pericarpia of some species of woody plants. Biochemical, microbiological, phytopathological research methods were used in the work. The activity and specificity of the action of secondary metabolites of pericarpia of *Betula pendula* Roth, *Robinia pseudoacacia* L., *Fraxinus excelsior* L., *Gleditsia triacanthos* L. and *Acer platanoides* L. against phytopathogenic microorganisms that infect woody plants have been established. The metabolites of *B. pendula* (especially against *Sclerotinia* spp. and *Cladosporium* spp.) showed the highest activity against phytopathogenic micromycetes. Low-molecular compounds of *R. pseudoacacia* (the highest effect on *Fusarium* spp.) were somewhat inferior in activity. High antibacterial activity was found in the metabolites of *Gleditsia triacanthos*, slightly less - in *Fraxinus excelsior*. In general, *G. triacanthos* and *F. excelsior* were stably active, and the pericarp metabolites of *A. platanoides* were less active. In the future it is planned to investigate the role of phenolic compounds as active components of*

protective metabolic systems of plants in preventing the spread of dangerous diseases in the early stages of ontogenesis. This will help solve the problem of obtaining quality planting material for woody plants in Ukraine.

Key words: *antibacterial action, antifungal action, woody plants, phytopathogenic microorganisms, secondary metabolites, seeds*