

ГРИБНИЙ ПАТОГЕННИЙ КОМПЛЕКС КОРЕНЕВОЇ ЗОНИ ЛЮПИНУ БІЛОГО

Визначено патогенний комплекс збудників корневих хвороб люпину білого, до якого входять: *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd. et Hans, *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai, *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. moniliforme* var. *lactis* (Pirota & Riboni) Bilai. З поверхні уражених коренів рослин люпину білого вперше виділено фітопатогенного гриба *Thielaviopsis basicola*, здатного до одночасного утворення конідій двох типів (артроконідії і фіалоконідії), що підвищує інфекційне навантаження на рослини і призводить до інтенсивного їх ураження.

фітопатогенні гриби, люпин білий, представники роду *Fusarium* Link, *Thielaviopsis basicola*

Люпин — важлива бобова культура Полісся України. Завдяки здатності активно фіксувати атмосферний азот у симбіозі з ризобіями і залишати в ґрунті значну кількість рослинної маси, люпин використовується для збагачення ґрунту азотом при вирощуванні сільськогосподарських культур у сівозміні. Водночас, збагачуючи ґрунт азотом, він є прекрасним попередником для інших культур.

Люпин здатен нагромаджувати в своїй біомасі від 200 до 300 кг/га азоту, що можна порівняти з використанням 40—45 т органічних добрив або 5 ц аміачної селітри. У ґрунті залишається до 10 т органічної речовини, 30 кг фосфору, 50 кг калію. Азот зеленої маси люпину, що пріорюється, а також кореневі та рослинні рештки поступово мінералізуються і практично не вимиваються [1]. Насіння люпину містить білка 36—46%, а зелена маса — 18—20%. Цей білок характеризується збалансованістю за складом незамінних амінокислот, високим ступенем розчинності та поживності. Високий вміст білка, олії (4—12%), вуглеводів (20—30%), клітковини (9—13%), мікро- та макроелементів, вітамінів (А, В₁, В₂, С) вказує на високу кормову цінність люпину [2].

Є.П. КОПИЛОВ,
доктор біологічних наук,

О.В. НАДКЕРНИЧНА,
доктор біологічних наук,

О.Б. КОПИЛОВА,
аспірант

Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України,
вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, 14027,
Україна, evhenukopilov@mail.ru

Важливою є також здатність люпину до нагромадження біологічного азоту, що в умовах погіршення екологічної ситуації дає можливість застосовувати меншу кількість мінеральних добрив і сприяє зниженню антропогенного навантаження на довкілля.

Серед біотичних чинників, які суттєво впливають на продуктивність люпину, можна виділити фітопатогенні гриби-збудники корневих хвороб і продуценти фітотоксичних речовин. Уражуючи кореневу систему, вони викликають різноманітні ознаки захворювань і, навіть, загибель рослин, що призводить до значних втрат урожаю. Серед грибних хвороб найпоширеніші: антракноз (збудник *Colletotrichum gloeosporioides*), коренева гниль (збудники *Fusarium avenaceum* (Fr.) Sacc, *F. culmorum* (W.G. Sm.) Sacc, *F. roseum* Link), фузаріозне в'янення (збудники *F. oxysporum* (Schlecht.) Snyd. et Hans., *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai), цератифороз (збудник *Ceratophorum setosum* Kirch.), сіра гниль (збудник *Botrytis cinerea* Pers.), біла гниль (збудник *Wetzelinia libertiana* Fusk.), мучниста роса (збудник *Erysiphe communis* Grev. f. *lupini* Roum.), бактеріальні та вірусні захворювання [3]. Дія на рослину кожного фітопатогенного мікроорганізму специфічна і характеризується порушеннями анатомо-морфологічної будови, зміною

певних фізіологічних і біохімічних процесів рослинного організму.

Зважаючи на вищезазначене, актуальним є дослідження збудників хвороб сільськогосподарських культур, зокрема — фітопатогенних грибів з метою визначення районів їх поширення і застосування ефективних та адекватних засобів захисту рослин.

Матеріали та методи досліджень. Видове різноманіття мікроміцетів кореневої зони люпину білого сорту Либідь досліджували за умов польових дослідів, які були проведені на дерново-середньопідзолистому ґрунті. Вміст гумусу — 1,2 (за Тюрнімом), рухомого азоту — 5,0—6,0 мг/100 г ґрунту (за Тюрнімом і Коновою), фосфору — 11—12 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим), калію — 12—13 мг/100 г ґрунту (за Кірсановим), кислотність рН 6,0. Зразки ґрунту відбирали із орного шару (0—20 см) міжрядь, ризосфери і ризоплани (відмиті корені) люпину білого — у фазу цвітіння.

Відбір ґрунтових зразків, виділення, облік і культивування грибів здійснювали за загальноприйнятими методиками [4]. Чисельність мікроміцетів визначали за методом ґрунтових розведень Ваксмана, який полягає в тому, що ґрунтову суспензію висівають у товщу поживного середовища.

Культурально-морфологічні ознаки грибів вивчали на сусло-агарі, агаризованому середовищі Чапека та картопляно-глюкозному агарі. Їх ідентифікували за відповідними для конкретної систематичної групи мікроміцетів визначниками [5—9].

Результати досліджень. У таблиці наведено результати визначення родового складу і чисельності грибів у ґрунті міжрядь, ризосфері і на відмитих коренях люпину білого. Як видно з наведених даних, родовий склад мікроміцетів у ґрунті міжрядь, ризосфері і на коренях люпину значною мірою відрізняється між собою. Якщо в ґрунті міжрядь траплялися представники родів:

Чисельність грибів у ґрунті міжрядь, ризосфері та на відмитих коренях рослин люпину білого сорту Либідь (польовий дослід, 2015 рік)

Варіант	В цілому	Кількість КУО грибів										
		<i>Acremonium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Bipolaris</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Gliocladium</i>	<i>Mortierella</i>	<i>Mucor</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Trichoderma</i>	Інші гриби
Ґрунт міжрядь, тис. в 1 г ґрунту	84,0 ± 3,75	3,0 ± 0,32	6,0 ± 0,52	3,0 ± 0,52	3,0 ± 0,32	9,0 ± 0,52	9,0 ± 0,52	7,0 ± 0,61	1,0 ± 0,32	34,0 ± 1,59	1,0 ± 0,01	8,0 ± 3,02
Ґрунт ризосфери, тис. в 1 г ґрунту	383,0 ± 13,74	47,0 ± 3,18	0	1,0 ± 0,32	0	248,0 ± 17,39	1,0 ± 0,32	1,0 ± 0,32	14,0 ± 3,18	37,0 ± 4,76	1,0 ± 0,32	33,0 ± 7,78
Відмиті корені, тис. в 1 г сухих коренів	29,0 ± 0,61	0	0	0	0	9,0 ± 0,52	18,0 ± 0,82	0	0	0	0	1,28 ± 0,32

Acremonium Link, *Alternaria* Nees, *Bipolaris* Shoemaker, *Cladosporium* Link, *Fusarium* Link, *Gliocladium* Corda, *Mortierella* Coem., *Mucor* Fresen, *Penicillium* Link, *Trichoderma* Pers., то в ризосферному ґрунті не виявлено представників родів *Alternaria* і *Cladosporium*, а на коренях родовий склад грибів був дуже збіднений і домінували представники родів *Fusarium* і *Gliocladium*.

Вивчення кількісного складу мікроміцетів кореневої зони люпину білого в польовому досліді показало, що найбільш поширеними в ризосферному ґрунті були представники родів *Fusarium* (64,61% від загальної кількості виділених грибів), *Acremonium* (12,20%), *Penicillium* (9,69%) та *Mucor* (3,59%). На поверхні відмитих коренів (ризоплані) була виявлена значна кількість представників роду *Fusarium* (9,0 тис. колоній утворюючих одиниць в 1 г сухих коренів або 30,48% від загальної кількості виділених грибів) і роду *Gliocladium* (18,0 тис. колоній утворюючих одиниць в 1 г сухих коренів або 62,86% від загальної кількості виділених грибів).

Як відомо, серед грибів роду *Fusarium* трапляються багато збудників корневих гнилей і фузаріозного в'янення люпину, тому значне фузаріозне ураження рослин люпину в польовому досліді, яке спостерігали протягом усього вегетаційного періоду 2015 року, можна пояснити саме поширенням фузаріїв у кореневій зоні культури.

Висока чисельність грибів роду *Gliocladium* на коренях люпину привертала нашу увагу і раніше [10]. Результати досліджень засвідчили, що зазначені гриби не спричиняють ураження кореневої системи люпину, але негативно впливають на ріст та розвиток рослин, що ми пов'язуємо зі здатністю грибів роду *Gliocladium* продукувати фітотоксич-

ні речовини, які обумовлюють токсичність ґрунту [10].

Результати вивчення видового складу мікроміцетів, виділених з уражених кореневими гнилями рослин люпину білого, засвідчили, що домінуючими в патогенному комплексі були представники роду *Fusarium*, а саме: *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd. et Hans, *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai, *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. moniliforme* var. *lactis* (Pirota & Riboni) Bilai (рис. 1–6).

Важливо зазначити, що з уражених коренів люпину білого виділено

фітопатогенного гриба *Thielaviopsis basicola* (Berk. et Br. Ferr.; Ellis.) (рис. 7) — збудника чорної гнилі тютюну, бавовни і гороху [3]. В той же час у літературних джерелах відсутні дані щодо ураження зазначеним грибом люпину білого.

Для *T. basicola* властиве псевдоендогенне утворення конідій. Воно відбувається таким чином: конідиї носці зверху діляться на коротенькі клітини-конідиї, в результаті утворюється короткий ланцюжок коні-

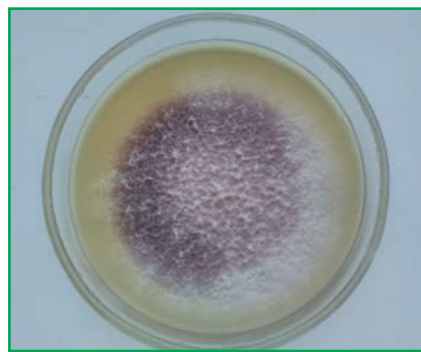


Рис. 1. Колонія *F. oxysporum* (сусловий агар, 6-та доба культивування)

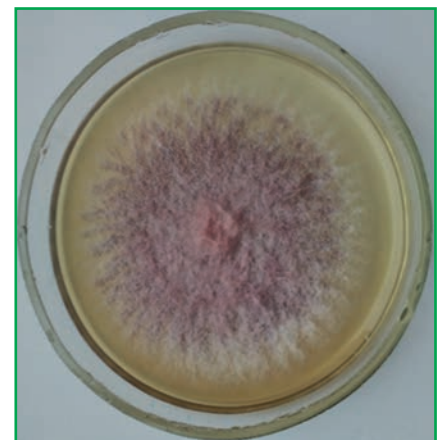


Рис. 2. Колонія *F. oxysporum* var. *orthoceras* (сусловий агар, 6-та доба культивування)



Рис. 3. Колонія *F. solani* (сусловий агар, 5-та доба культивування)

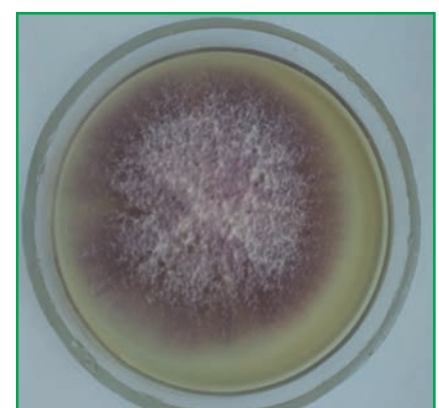


Рис. 4. Колонія *F. moniliforme* var. *lactis* (сусловий агар, 6-та доба культивування)

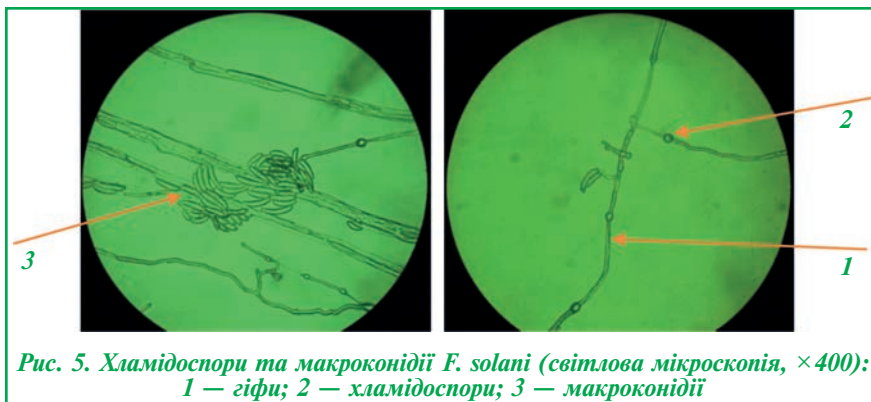


Рис. 5. Хламідоспори та макроконідії *F. solani* (світлова мікроскопія, $\times 400$): 1 — гіфи; 2 — хламідоспори; 3 — макроконідії

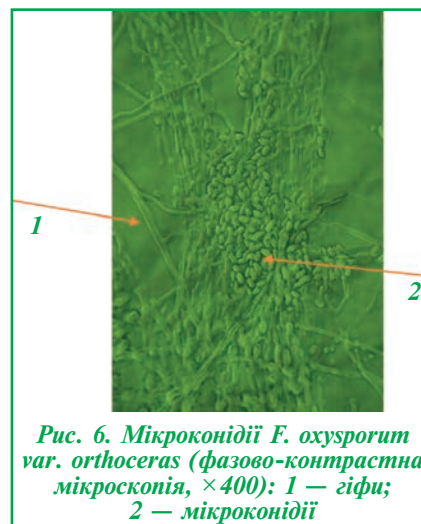


Рис. 6. Мікроконідії *F. oxysporum* var. *orthoceras* (фазово-контрастна мікроскопія, $\times 400$): 1 — гіфи; 2 — мікроконідії

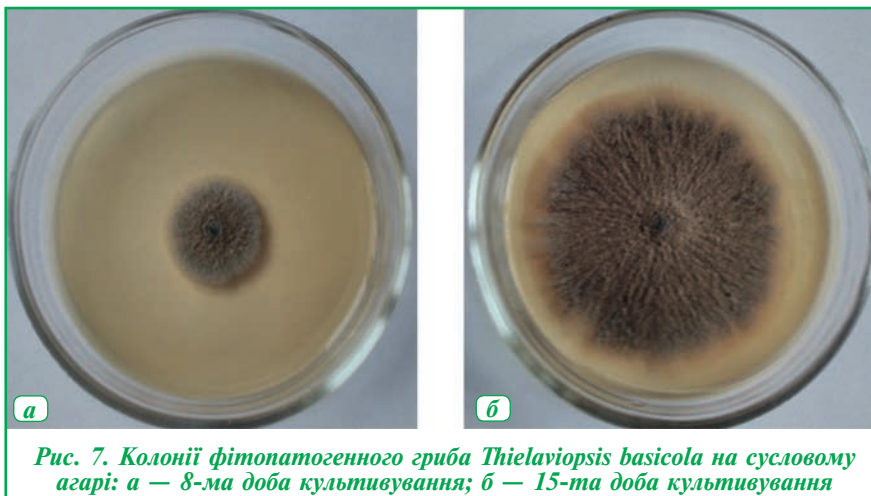


Рис. 7. Колонії фітопатогенного гриба *Thielaviopsis basicola* на суцільному агарі: а — 8-ма доба культивування; б — 15-та доба культивування

дій. При цьому зовнішній шар оболонки конідіеносця відшаровується у вигляді чохла, з якого конідії поступово виштовхуються. Таких конідій часто називають ендоконідіями або фіалоконідіями [7].

Артроконідії зазвичай довгий час залишаються разом, нагадуючи багатоклітинні конідії, потім розділяються. Форма артроконідій видовжена або короткоциліндрична. Артроконідії з обох кінців заокруглені, темно-золотисто-коричневого кольору, розмір: $7-8 \times 10-17$ мкм (рис. 8). Для *T. basicola* характерним є поряд з артроконідіями утворення фіалоконідій, які формуються на фі-

алідах. Розмір фіалід — до 100 мкм завдовжки та $5-8$ мкм завтовшки. Фіалоконідії мають циліндричну форму, не забарвлені, їх розмір $7-17 \times 2,5-4,5$ мкм (рис. 8).

Здатність *T. basicola* водночас утворювати конідії двох типів (артроконідії та фіалоконідії) підвищує інфекційне навантаження на рослини, що призводить до інтенсивного їх ураження.

ВИСНОВКИ

Визначено патогенний комплекс збудників кореневих хвороб люпину білого: *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd. et Hans, *F. oxysporum* var. *orthoceras*

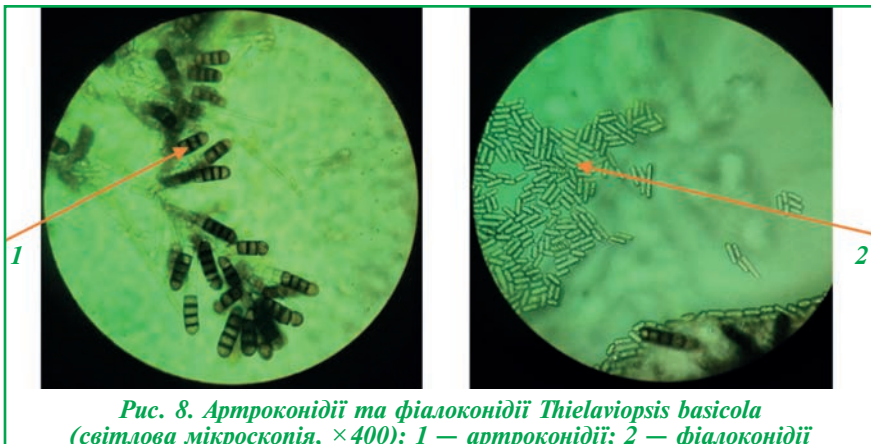


Рис. 8. Артроконідії та фіалоконідії *Thielaviopsis basicola* (світлова мікроскопія, $\times 400$): 1 — артроконідії; 2 — фіалоконідії

(App. et Wr.) Bilai, *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. moniliforme* var. *lactis* (Pirota & Riboni) Bilai.

З поверхні уражених коренів рослин люпину білого вперше було виділено фітопатогенного гриба *Thielaviopsis basicola*, який здатний до одночасного утворення конідій двох типів (артроконідії і фіалоконідії), що підвищує інфекційне навантаження на рослини і призводить до інтенсивного їх ураження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Патыка В.Ф. Биологический азот и новая стратегия производства продукции растениеводства в Украине / В.Ф. Патыка // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія — Тернопіль: ТНПУ, 2014. — Вип. 3 (60), спец. вип.: Біологічна фіксація азоту. — С. 10—15.
2. Люпин (Монографія) / Н.А. Майсуран, А.И. Атабекова. — М.: Колос, 1974. — 299 с.: ил. — Библиогр. С. 443—458.
3. Пересыпкин В.Ф. Атлас болезней полевых культур / В.Ф. Пересыпкин. — 2-е изд., испр. и доп. — К.: Урожай, 1987. — 144 с.: ил.; 128 цв. табл.
4. Методы экспериментальной микологии: Справочник / Под ред. В.И. Билай. — К.: Наук. думка, 1982. — 549 с.
5. Билай В.И. Фузарии / В.И. Билай. — К.: Наук. думка, 1977. — 444 с.
6. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель: В 3 т. / Н.М. Пидопличко. — К.: Наук. думка, 1977. — Т. 1. — 295 с.
7. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений: Определитель / Н.М. Пидопличко. — К.: Наук. думка, 1977. — Т. 2. — 300 с.
8. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений. Определитель: В 3 т. / Н.М. Пидопличко. — К.: Наук. думка, 1978. — Т. 3. — 296 с.
9. Пидопличко Н.М. Пеницилли (Ключи для определения видов) / Н.М. Пидопличко. — К.: Наук. думка, 1972. — 150 с.
10. Надкернична О.В. Влияние грунтовых грибов на функционирование симбиотической системы люпин — клубочковые бактерии люпин / О.В. Надкернична, В.П. Горбань, О.О. Дмит-

рук, О.Е. Мамчур, В.М. Стрекалов // Селекція і насінництво. Міжвідомчий тематичний наук. збірник. — Харків. — 2009. Вип. 97. — С. 266—275.

**Копылов Е.П.,
Надкержичная Е.В.,
Копылова О.Б.**

**Грибной патогенный комплекс
корневой зоны люпина белого**

Исследован патогенный комплекс возбудителей корневых болезней белого люпина, в который входят: *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd. et Hans, *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai, *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. moniliforme* var. *lactis* (Pirota & Riboni) Bilai. С поверхности пораженных корней растений белого люпина впервые был вы-

делен фитопатогенный гриб *Thielaviopsis basicola*, способный к одновременному образованию конидий двух типов (артроконидии и фиалоконидии), что повышает инфекционную нагрузку на растения и вызывает их интенсивное поражение.

фитопатогенные грибы, белый люпин, представители рода *Fusarium* Link, *Thielaviopsis basicola*

**Kopilov E.P.,
Nadkernychnaya O.V.,
Kopilova O.B.**

**Pathogenic fungal complex of white
lupine root zone**

We have investigated the pathogenic complex of root diseases of white lupine molds

that include *F. oxysporum* (Schlecht) Snyd. et Hans, *F. oxysporum* var. *orthoceras* (App. et Wr.) Bilai, *F. solani* (Mart.) App. et Wr., *F. moniliforme* var. *lactis* (Pirota & Riboni) Bilai. For the first time we isolated phytopathogenic fungus *Thielaviopsis basicola* from the stricken root surface, capable to form both types of conidia: arthro- and phialoconidia which rises up its infection load on plants and leads to their heavy defeat.

phytopathogenic fungi, white lupine, species of *Fusarium* Link genus, *Thielaviopsis basicola*

Рецензент:

Волжгон В.В., доктор
сільськогосподарських наук,
чл.-кор. НААН
ІСМАВ НААН

УДК 581.143.6:581.2:635.64

© Ю.В. Коломієць, І.П. Григорюк, Л.М. Буценко, 2016

ВПЛИВ САЛІЦИЛОВОЇ КИСЛОТИ

*на компоненти антиоксидантної системи рослин томата
за умов бактеріального стресу*

Показано, що саліцилова кислота має стимулюючий вплив на морфометричні показники і антиоксидантну активність рослин-регенерантів сортів томатів Чайка й Малиновий дзвін в умовах бактеріального стресу, який спричинений *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*. Найбільшу довжину пагонів і коренів рослин-регенерантів мали за використання саліцилової кислоти в концентрації 1 мг/л. Обробка рослин-регенерантів розчином (0,5—5,0 мг/л) саліцилової кислоти зумовлювала посилення накопичення кількості розчинних фенолів, катехинів і флавоноїдів за умов бактеріального стресу. За сумісної дії саліцилової кислоти і фітотоксичних метаболітів *P. syringae* pv. *tomato* ІЗ-28 спостерігали підвищення антиоксидантної активності в листках рослин-регенерантів сорту Чайка на 4,94—7,04 мкМ-екв, сорту Малиновий дзвін — 4,86—7,16 мкМ-екв порівняно з контролем.

сорта томатів, бактеріальний стрес, антиоксидантна активність, феноли, катехіни, флавоноїди

Проблема стійкості рослин проти збудників бактеріозів є однією з найважливіших у сучасному овочівництві. У зв'язку з цим сподуки, що

Ю.В. КОЛОМІЄЦЬ,
кандидат біологічних наук

І.П. ГРИГОРЮК,
доктор біологічних наук
Національний університет біоресурсів
та природокористування України,

Л.М. БУЦЕНКО,
кандидат біологічних наук
Інститут мікробіології і вірусології
ім. Д.К. Заболотного НАН України

підвищують стійкість сортів рослин за рахунок мобілізації їхніх природних захисних механізмів, знаходять все більше застосування, зокрема саліцилова кислота (СК).

СК є однією із ключових молекул, яка бере участь у формуванні імунної відповіді і системної індукваної стійкості рослин проти збудників бактеріальних хвороб. Вона накопичується в місцях інфікування рослин, транспортується по флоємі і зосереджується у віддалених неінфікованих листках, в яких, в свою чергу, відбувається експресія захисних генів, що відповідають за структурний та функціональний захист рослин від стресу [1]. Участь

СК в механізмах стійкості рослин проти хвороб пов'язана з індукцією генерації активних форм кисню (АФК) і стимуляцією синтезу низки пов'язаних з патогенезом компонентів рослин [2]. До числа СК-залежних сигнальних систем належить НАДФН-оксидаза — СК, яка виступає як інгібітор активності каталази і регулятора накопичення пероксиду водню. NO-синтаза — СК сприяє NO-індукованому саліцилат-залежному утворенню мРНК білка PR1, а MAP-кіназа — СК пов'язана з індукцією ізоформи кінази SIPK та аденілатциклазної системи [2].

Реакції рослин на стрес супроводжуються посиленням утворення АФК і активацією компонентів антиоксидантної системи. Передбачається, що взаємодія АФК і антиоксидантів (АО) є важливою складовою сигналіngu, що регулює експресію генів і забезпечує адаптивну гнучкість організму. Компоненти антиоксидантної системи за каталітичною активністю поділяються на ферментативні і неферментативні. Ферментативні АО відзначаються високою специфічністю дії, яка спрямована проти певної форми активного кисню, клітин-