

**ІМУНОАКТИВАЦІЯ БУРШТИНОВОЮ КИСЛОТОЮ  
НЕСПЕЦИФІЧНОЇ СТІЙКОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ  
ДО СЕПТОРІОЗУ**

<sup>1</sup>І. В. Жук, <sup>2</sup>Г. М. Лісова, <sup>2</sup>Л. О. Кучерова

<sup>1</sup>Інститут клітинної біології та генетичної інженерії  
НАН України, Київ

<sup>2</sup>Інститут захисту рослин НААН України, Київ  
E-mail: ivzhukvi@gmail.com

Відповідність міжнародним нормам екологічної безпеки вимагає від сучасного землеробства застосування для основних продовольчих культур нових засобів, що здатні зменшити кількість хімічних обробок. Особливо актуальною ця проблема є у протидії зараженню грибними фітопатогенами. Перспективне рішення - фітоімунорекція біотичними елісаторами, що дозволяє індукувати неспецифічну (фенотипову) стійкість рослин. Однак недоліки практичного застосування вже відомих елісаторів змушують дослідників продовжувати пошук.

Бурштинова кислота в якості препарату – стимулятора росту рослин – випускається комерційно та має рекомендації до застосування як стресовий адаптоген. Однак її вплив у якості можливого біотичного елісатора чи компонента композиції для фітоімунорекції практично не досліджений. Сукцинат є складовою частиною циклу трикарбонових кислот, а задіяний для його окиснення до фумарату сукцинатдегідрогеназний комплекс також бере участь у дихальному ланцюгу мітохондрій та є мішенню дії цілого класу високоефективних фунгіцидів.

Збудник септоріозу листя гриб *Septoria tritici* при ураженні озимої пшениці зменшує асиміляційну поверхню листків, наслідком чого є порушення розвитку колоса, зменшення кількості зерен та формування невиповнених зернівок. Септоріоз, як одна з найбільш поширених плямистостей листків пшениці в Україні, спричиняє втрати врожаю при помірному розвитку хвороби до 10-15%, а при епіфітотійному, яке трапляється раз у

2-3 роки - 30-50% [1].

Метою нашої роботи було дослідити стимуляцію імунітету рослин *Triticum aestivum L.* проти *Septoria tritici* шляхом обробки бурштиновою кислотою.

Об'єктом досліджень був сорт озимої м'якої пшениці *Triticum aestivum L.* - Поліська 90. Оригіна́тор сорту - Національний науковий центр "Інститут землеробства НААН України". У польовому досліді рослини пшениці обприскували 0,1 мМ водним розчином бурштинової кислоти у фазі виходу в трубку, на третю добу після чого проводили інокуляцію збудником септоріозу у концентрації  $10^6$  спор/мл з застосуванням прилипа́ча Твін-80. В якості маркера індукованої стійкості визначали в прапорцевих листках активність цитоплазматичної пероксидази (КФ 1.11.1.7) за методом Сіверс [3]. Відбір зразків проводили через добу після зараження і в подальшому протягом періоду колосіння-цвітіння та дозрівання зерна. Оцінку ураження та ступеня розвитку хвороби проводили у фазу молочно-воскової стиглості зерна, використовуючи 9-бальну шкалу Саарі та Прескотта [1]. У цей же період визначали морфометричні параметри – висоту рослин, довжину колоса та прапорцевого листка. Після дозрівання зерна проводили аналіз структури врожаю. Повторність досліді триразова. Результати обробляли статистично з використанням програмного пакету Microsoft Excel.

Каскад захисних реакцій рослин запускається вже в ході проникнення інфекційного агенту через породи́ти та місця порушення цілісності клітинної стінки. Обмеженням для подальшого розвитку гриба стає окиснювальний вибух та інтенсифікація синтезу лігніну, який підвищує стійкість клітинної стінки до дії ферментів та зміцнює її механічно. Для окиснення оксикоричних спиртів – компонентів лігніну – необхідний пероксид водню, а пероксидази, що його утилізують, задіяні не лише у синтезі лігніну, але й у антиоксидантному захисті органел.

Наслідками продукування  $H_2O_2$  в окиснювальному вибуху є зростання активності антиоксидантних ферментів, вплив на конформацію та активність білків через взаємодію з їх тіольними

та цистеїновими залишками, передача стресового сигналу в геном шляхом запуску каскаду мітоген-активованих протейніназ (МАПК) та зміну балансу між сульфгідрильними та дисульфідними групами факторів регуляції транскрипції.

Генерація внутрішньоклітинних градієнтів пероксиду водню обумовлена компартменталізацією цитоплазматичного простору мембранами та регуляцією транспорту  $H_2O_2$  аквапоринами. Один з основних утилізаторів пероксиду водню – ферменти пероксидази, які відновлюють його до води та послідовно окислюють вторинний відновник (аскорбат або глутатіон) [4].

Встановлено, що в уражених *S. tritici* листків озимої пшениці сорту Поліська 90 відзначено зростання активності пероксидази. Обробка бурштиновою кислотою стимулювала ферментативну активність неінфікованих рослин, однак в уражених септоріозом рослин попередня обробка сукцинатом спричиняла стабілізацію активності цього антиоксидантного ферменту на рівні контролю у фазу молочно-воскової стиглості зерна.

Встановлено, що довжина прапорцевого листка за дії бурштинової кислоти збільшувалась лише у неінфікованих рослин, однак вплив сукцинату стимулював ріст в уражених септоріозом рослин. Таким чином, показано стимулюючий вплив на процеси розвитку та росту рослин пшениці чутливого сорту Поліська 90 бурштинової кислоти показано за ураження патогеном. Відзначено також зростання врожайності за рахунок формування виповнених зернівок, збільшення їх кількості та маси, зменшення ступеня ураження *S. tritici* рослин озимої пшениці за шкалою Саарі-Прескотта.

Отже, бурштинова кислота має потенціал застосування для фітоімунокорекції рослин озимої пшениці при ураженні грибними фітопатогенами, у тому числі й з перспективою як складової композиції біотичних еліситорів та фітоактиваторів.

#### Література

1. *Бабаянц О.В.* Основы селекции и методологии оценки устойчивости пшеницы к возбудителям болезней / Бабаянц

- О.В. Бабаянц Л.Т. // Одеса: ВМВ, 2014. — 401 с.
2. Avenot H. F. Progress in understanding molecular mechanisms and evolution of resistance to succinate dehydrogenase inhibiting (SDHI) fungicides in phytopathogenic fungi / Avenot H. F., Michailides Th. J. //Crop Protection. — 2010 — Vol. 29 — P. 643—651.
  3. Seevers P. M. The role of peroxidase isozymes in resistance to wheat stem rust disease / Seevers P. M., Daly J.M., Catedral F.F. // Plant Physiol. — 1971 — Vol. 48, N 3 — P. 353—360.
  4. Van Breusegem F., Vranova E., Dat J. F., Inze D. The role of active oxygen species in plant signal transduction / Van Breusegem F., Vranova E., Dat J. F., Inze D. // Plant Science. — 2001. — Vol. 161 — P. 405—414.

УДК 582.542.11:57.086.83

**ПРЯМИЙ І НЕПРЯМИЙ ОРГАНОГЕНЕЗ *DESCHAMPSIA*  
*ANTARCTICA* DESV. *IN VITRO***

<sup>1</sup>О. М. Загричук, <sup>2</sup>І. Ю. Парнікоза, <sup>1</sup>Д. М. Семенюк,  
<sup>1</sup>Н. М. Дробик

<sup>1</sup>Тернопільський національний педагогічний університет  
імені Володимира Гнатюка

E-mail: zagrichuk\_oks@mail.ru

<sup>2</sup>Інститут молекулярної біології і генетики НАН України

E-mail: parnikoza@gmail.com

*Deschampsia antarctica* Desv. – унікальна рослина родини Злакові, яка адаптувалася до існування в суворих умовах Антарктики. У неї короткий вегетаційний період та здатність витримувати заморозки навіть під час цвітіння. *D. antarctica* розмножується як статево, так і вегетативно, шляхом поділу куртини, що дозволяє їй вижити в несприятливих умовах [5]. Вживання цього ендемічного виду можливе за наявності еволюційно-сформованих адаптаційних механізмів і систем