

ПАТОГЕН-ІНДУКОВАНЕ ВІДКЛАДАННЯ КАЛОЗИ У ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦІ

З'ясували, що інфікування суспензією конідій патогенного гриба *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton індукує накопичення калози у проростках пшениці сприйнятливо-го сорту Миронівська 808 і несприйнятливо-го сорту Renan. У проростках пшениці досліджуваних сортів виявили різну залежність між концентрацією інокулюма та кількістю калози у рослинному матеріалі. Встановили, що за найвищої, із використаних, концентрації інокулюма — 10^5 КУО/мл вміст калози у проростках пшениці обох сортів знижувався до конститутивного рівня контролю.

калоза, пшениця, суспензія конідій, *Pseudocercospora herpotrichoides*, патогенез

В ході онтогенезу рослини постійно взаємодіють з великою кількістю патогенів, але є стійкими проти більшості з них. Це, в першу чергу, пов'язано з еволюційною здатністю рослин в процесі їх індивідуального розвитку реалізувати комплекс запобіжних заходів, у вигляді, так званих, конституційних захисних речовин, які завжди в певній кількості присутні у рослин впродовж всього періоду вегетації [1]. Функцією таких речовин є розпізнавання патогена під час його первинної взаємодії з рослиною та формування нею першого ешелону захисту. За рахунок конституційних гідролаз рослинні клітини отримують екзогенні еліситори — олігомери хітину та глюкану [3], які, зв'язуючись з відповідними рецепторами плазмалеми, збільшують різницю електростатичних потенціалів між її внутрішньою та зовнішньою поверхнями [5]. При досягненні критичної різниці потенціалів між ними, що стає можливим за впливу на рослинні клітини високими концентраціями інокулюма, відбувається деполаризація плазмалеми, зміна іонних потоків, опосередковане вмикання каскаду біохімічної, генетично детермінованої відповіді [3].

При невисоких концентраціях інокулюма рослинній клітині,

О.П. БОБОШКО,
аспірант

О.О. ПАНЮТА,
кандидат біологічних наук, доцент

О.Ю. АРТЕМЕНКО,
кандидат біологічних наук, доцент

В.І. ЄМЕЛЬЯНОВ,
кандидат біологічних наук

Н.Ю. ТАРАН,
доктор біологічних наук, професор
КНУ імені Тараса Шевченка
ННЦ "Інститут біології"
E-mail: boboshko.elena@mail.ru

частіше за все, вдається уникнути деполаризації мембрани [8]. Останнє може відбуватися завдяки достатньому ресурсу конститутивних захисних речовин, які здатні зруйнувати та утилізувати продукти активного патогенезу. Однією з перших реакцій, які реалізуються рослинами у відповідь на патогенний стрес, є відкладання калози. За структурою це β -1,3-глюкан, який може накопичуватись, у вигляді гранул у просторі між клітинною стінкою та плазмалемою, у місцях проникнення патогенного гриба та у зонах взаємодії еліситор-активних грибних метаболітів з рецепторами плазмалеми.

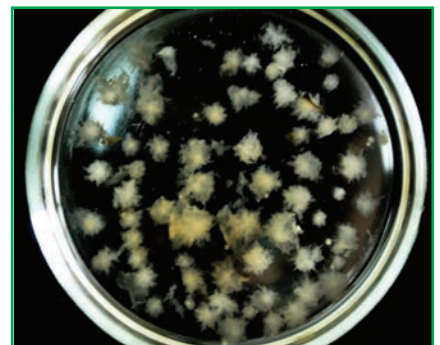
Одним з механізмів утилізації β -глюканів — компонентів клітинної стінки багатьох патогенних грибів, є еволюційно-зумовлена, кооперативна робота рослинних глюканаз у парі із 3-доменним трансмембранним рослинним білком — калозосинтазою II, каталітичний домен якого знаходиться на зовнішньому боці плазмалеми [2]. Калозосинтаза II бере участь у збиранні поліланцюга 1,3-зв'язаної глюкози — калози. При достатній активності конститутивних гідролаз, що забезпечує майже повну утилізацію глюканів патогена до моноцукрів, калозосинтаза отримує субстрат, з якого і формує механічний захисний бар'єр. Остан-

не уповільнює проростання гіфів патогенних грибів. Ймовірніше за все, наявність глюкози у периплазматичному просторі вмикає каталітичний домен калозосинтази.

Залежно від стадії онтогенезу та рівня ускладнення організації рослинного організму — специфічного диференціювання тканин та органів, співвідношення та кількість конститутивних захисних речовин може змінюватись, а складові можуть бути перерозподілені та використані у формуванні інших структур. На певних етапах розвитку хвороби активуються відповідні механізми патогенезу та захисту рослини. Тому розуміння механізмів становлення реакцій відповідей на стрес у рослин в ході їх онтогенезу на прикладі генетично недетермінованої реакції відкладання калози [2] дасть змогу розробити запобіжні заходи профілактики грибних інфекцій.

Мета даної роботи полягала у порівнянні здатності клітин проростків пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) сприйнятливо-го сорту Миронівська 808 і несприйнятливо-го сорту Renan накопичувати калозу за інфікування суспензією конідій збудника очкової плямистості — гриба *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton різної концентрації.

Матеріали та методи досліджень. Семидобові проростки пшениці двох сортів інфікували суспензією конідій у концентрації 10^2 – 10^5 колонієутворюючих одиниць у мілілітрі (КУО/мл) [4] високовірulentного штаму 543 7/1 *P. herpotrichoides*





із колекції Інституту захисту рослин НААН України. Контрольні варіанти обробляли дистильованою водою. Відбір рослинного матеріалу проводили через 24 години. Вміст калози визначали за модифікованим методом Каусса [7]. Результати досліджень оброблені статистичними методами.

Результати досліджень. Відкладання калози може слугувати критерієм розвитку реакції-відповіді на дію біотичних та абіотичних стресорів. Результати проведених досліджень показали, що вміст калози в клітинах інтактних проростків пшениці сприйнятливої сорту Миронівська 808 та несприйнятливої сорту Renan однаковий. Інфікування суспензією конідій патогенного гриба *P. herpotrichoides* індукує накопичення калози у проростків пшениці обох сортів.

Проте у проростків пшениці досліджуваних сортів виявили різну залежність між концентрацією інокулюма та кількістю калози у рослинному матеріалі. У інфікованих проростків пшениці сприйнятливої сорту Миронівська 808 найвищий вміст калози (в 2,4 раза вищий ніж у контролі), спостерігали за найменшою концентрацією суспензії конідій — 10^2 КУО/мл (рис. 1). За підвищення концентрації інокулюма вміст калози у проростків цього сорту зменшувався. У інфікованих проростків пшениці несприйнятливої сорту Renan вміст калози з підвищенням концентрації інокулюма поступово зростав (рис. 2). Максимальний вміст калози (у 2,0 рази вищий ніж у контролі), встановили за концентрації суспензії конідій 10^4 КУО/мл. Слід зазначити, що за найвищої, із використаних, концентрації інокулюма — 10^5 КУО/мл вміст калози у проростків пшениці обох сортів знижувався до конститутивного рівня контролю.

На нашу думку, зменшення кількості калози в клітинах проростків пшениці за підвищення концентрації інокулюма зумовлене тим, що супресори патогена пригнічують еліситор-індуковану активність калозосинтази і, як наслідок, знижується інтенсивність відкладання глюкана [6]. Це підтверджують одержані результати: у проростків пшениці сорту Миронівська 808 пригнічення індукованого відкладання калози починається за нижчої концентрації конідій *P. herpotrichoides* — 10^3 КУО/мл, тоді як у проростків пшениці сорту Renan індуковане відкладання калози пригнічується за концентрації інокулюма 10^5 КУО/мл. Що узгоджується із даними про різну сприйнятливості досліджуваних сортів до збудника очкової плямистості.

Але, оскільки захист рослин за своєю природою мультикомпонентний, то не виключено, що зменшення кількості калози, накопиченої в стінках клітин проростків пшениці при збільшенні концентрації суспензії конідій гриба, пов'язано з вичерпанням ресурсу конститутивних гідролаз, що розщеплюють структури клітинних стінок патогенно-

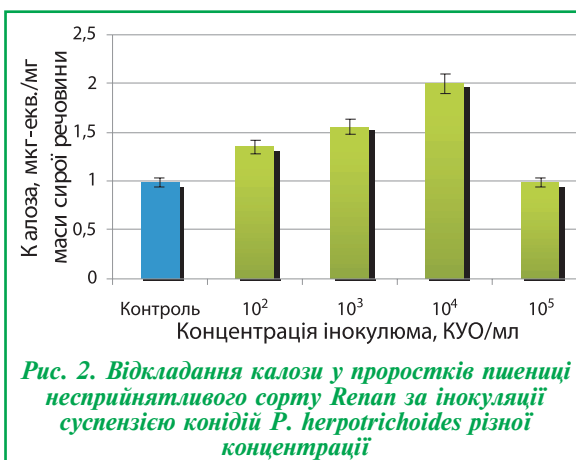
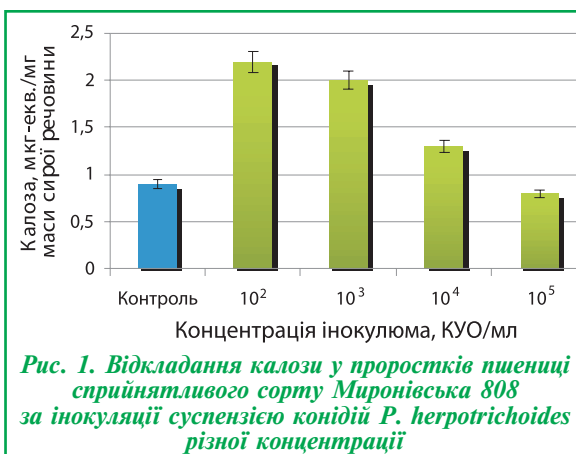
го гриба до моноцукрів, які необхідні для синтезу калози. З іншого боку при цьому підвищується кількість еліситор-активних олігомерів. Останні, зв'язуючись з рецепторами плазмалеми, призводять до порогового зростання різниці потенціалів внутрішньої та зовнішньої поверхонь цитоплазматичної мембрани, чим викликають її деполаризацію, зміну йонних потоків, індукцію генетично-детермінованої біохімічної складової фітоімунітету. Тобто конститутивні захисні резерви рослини, в зазначеній реакції, досягли свого максимуму. Ймовірно, що при такому розвитку подій в клітинах можуть відбуватися опосередковані сигнальними системами біохімічні зміни, які, в кінцевому результаті, призводять до формування більш ефективних реакцій відповідей, що безперечно, є предметом наших подальших наукових пошуків.

ВИСНОВКИ

Отже, інфікування суспензією конідій патогенного гриба *P. herpotrichoides* індукує накопичення калози у проростків пшениці сприйнятливої сорту Миронівська 808 і несприйнятливої сорту Renan. Але інтенсивність накопичення калози в клітинах проростків пшениці досліджуваних сортів залежить від концентрації інокулюма та сприйнятливості сорту до збудника очкової плямистості. Виявлена специфіка реакції відповіді на патоген передбачає можливість використання досліджуваного маркера — вміст калози — у системі комплексної оцінки сортів на стійкість проти *P. herpotrichoides*.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дмитриев А.П. Фитоалексини и их роль в устойчивости растений / А.П. Дмитриев — К.: Наук. думка, 1999. — 209 с.
2. Емельянов В.И. Механизм кальцийнезависимого индуцированного отложения каллозы в растительных клетках / В.И. Емельянов // Доповіді НАН України. — 2010. — № 7. — С. 146 — 148.
3. Емельянов В.И. Отложение каллозы при обработке клеток томатов (*Lycopersicon esculentum* L.) биотическими элиситорами / В.И. Емельянов, Ж.Н. Кравчук, С.А. Поляковский, А.П. Дмитриев // Цитология и генетика. — 2008. — № 2. — С. 21—28.
4. Патент на корисну модель 389960, Україна, А01Н 1/04. Спосіб інфікування для оцінки рівня стійкості



озимої пшениці до збудника церкоспорельозу / О.О. Панюта, В.Н. Белова, Н.Ю. Таран. — Бюл. №9. Заяв. 01.11.2013. Опубл. 12.05.2014.

5. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений при стрессе / И.А. Тарчевский — М.: Наука. 2002. — 296 с.

6. Ellinger D. Callose biosynthesis in arabis with a focus on pathogen response: what we have learned within the last decade / D. Ellinger, C.A. Voigt // *Annals of Botany*. — 2014. — V. 114, N6. — P. 1349—1358.

7. Kauss H. The degrees of polymerization and N-acetylation of chitosan determine its ability to elicit callose formation in suspension cells and protoplasts of *Catharanthus roseus* // H. Kauss, W. Jeblick, A. Domard // *Planta*. — 1989. — V. 178, Issue 3. — P. 385—392

8. Nishimura M. T. Loss of a Callose Synthase Results in Salicylic Acid-Dependent Disease Resistance / M. T. Nishimura., M. T. M. Stein, Bi-Huei Hou, J. P. Vogel, H. Edwards, S. C. Somerville // *Science*. — 2003. — N301. — P. 969—972.

**Бобошко Е.П., Панюта О.А.,
Артемченко А.Ю., Емельянов В.И.,
Таран Н.Ю.**

Патоген-индуцированное отложение каллозы в проростках пшеницы разных по устойчивости сортах

Выяснили, что инфицирование суспензией конидий патогенного гриба *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton индуцирует накопление каллозы в проростках пшеницы восприимчивого сорта Мироновская 808 и невосприимчивого сорта Renan. В проростках пшеницы исследуемых сортов обнаружили различную зависимость между концентрацией инокулюма и количеством каллозы в растительном материале. Установили, что при максимальной, из использованных, концентрации инокулюма — 10^5 КОЕ/мл содержание каллозы в проростках пшеницы обоих сортов снижалось до конститутивного уровня контроля.

каллоза, пшеница, суспензия конидий, *Pseudocercospora herpotrichoides*, патогенез

**Boboshko O., Panyuta O., Artemenko O.,
Emelyanov V., Taran N.**

Pathogen-induced callose deposition in wheat seedlings of different stability varieties

The fact of induced callose accumulation by wheat seedlings of susceptible Myronivska 808 and resistant Renan varieties after infection with pathogenic fungus conidia suspension of *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron) Deighton was established. It was investigated the varieties and showed different dependence between inoculum concentration and the callose amount in wheat seedlings. Callose content was reduced to constitutive control level for both varieties under the highest of the used inoculum concentration — 10^5 CFU/ml.

callose, wheat, conidia suspension, *Pseudocercospora herpotrichoides*, pathogenesis

Рецензент:
Мищенко Л.Т.,
доктор біологічних наук,
професор
Київський національний університет
ім. Т. Шевченка

УДК 632.4:633.16 (477.4)

© О.Ф. Антоненко, В.Ю. Мотузко, Хусам Аль-Ясірі, 2015

ВПЛИВ ПРОТРУЙНИКІВ

на стійкість ячменю ярого проти ринхоспоріозу і твердої сажки та на продуктивність

Наведено результати впливу протруйників на ураженість ячменю ярого сорту Себастьян ринхоспоріозом і твердою сажкою та на продуктивність. Встановлено, що кращим варіантом обмеження розвитку хвороб і збереження урожаю насіння був протруйник Вінцит 050 CS (1,5 л/т).

ячмінь ярий (*Vernum hordeum*), комбіновані інфекції, ураженість, протруйники, продуктивність, урожайність, ринхоспоріоз (*Rhynchosporium secalis* Oudem), тверда сажка (*Ustilago hordei* Kell)

Одним із небезпечних захворювань ячменю ярого є ринхоспоріоз і тверда сажка. У роки епіфітотії недобір урожаю зерна може сягати від 10 до 15% [1]. Велике значення в захисті культури від хвороби має підготовка посівного матеріалу та дотримання строків сівби. Відомо, що ринхоспоріоз і тверда сажка можуть зберігатися на зерні та рослинних рештках. Тому важливим заходом в обмеженні розвитку цих

О.Ф. АНТОНЕНКО,
доктор сільськогосподарських наук

В.Ю. МОТУЗКО,
аспірант

ХУСАМ АЛЬ-ЯСІРІ,
аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

хвороб є передпосівне протруювання насіння.

Дослідити вплив протруйників на поширення і розвиток хвороб та урожайність ячменю ярого було основною метою нашої роботи.

Методика досліджень. Дослідди проводили на дослідному полі ВП Національного університету біоресурсів і природокористування України “Агрономічна дослідна станція”, в умовах Лісостепової зони України. У схемі польових дослідів вивчали протруйники Вінцит 050 CS, к.с. (флутриафол, 25 г/л + ті-

абендазол, 25 г/л) — 1,5 л/т, Кінто Дуо, в.с. (третиконазол, 20 г/л + прохлораз, 60 г/л) — 2 л/т, контрольний варіант — Вітавакс 200 ФФ, в.с.к. (карбоксин, 200 г/л + тирам, 200 г/л) — 2,5 л/т. У досліді використовували попередньо заспорений ринхоспоріозом посівний матеріал. Перед сівбою зерно ячменю заспорювали твердою сажкою, а збудника ринхоспоріозу заселяли шляхом розкидання інфекційної соломи попереднього року. Сіяли ячмінь на ділянці розміром 25 м² у 4-разовому повторенні. По кожному з варіантів визначали польову схожість, поширення твердої сажки і ринхоспоріозу (підраховуючи уражені рослини на 1 м² з перерахунком на 100%) та розвиток ринхоспоріозу за 5-бальною шкалою В.Ф. Пересипкіна, М.А. Драпатого:

- 0 — ураження відсутнє;
- 0,1 — початкове ураження поверхні листків (до 3%);
- 1 — уражені поодинокі листки (4—10%);
- 2 — слабе ураження (11—25%);