

ТОКСИНОГЕННІ ВЛАСТИВОСТІ ГРИБІВ

роду *Fusarium* за ураження зерна пшениці озимої

Протягом 2011—2012 рр. досліджували гриби роду *Fusarium* та мікотоксини у пшениці озимій в умовах природного інфекційного фону у Правобережному Лісостепу України. Виявили домінуючі види грибів роду *Fusarium*: *F. sporotrichiella* — 54,8%, *F. culmorum* — 12,9%, *F. graminearum* та *F. chlamidosporum* — по 9,7%, *F. avenaceum* та *F. moniliforme* — по 6,5%. Вивчили токсичні властивості виділених ізолятів та оцінили ступінь їх токсичності на прикладі здатності утворювати зеараленон. Цей мікотоксин у досліді продукували переважно види *Fusarium*: *F. graminearum* — в кількості 64,53 мкг/мл; *F. sporotrichiella* — до 56,59 мкг/мл; *F. culmorum* — до 47,07 мкг/мл; *F. sambucinum* — 7,33 мкг/мл; *F. avenaceum* — 0,83 мкг/мл.

Одержані дані вказують на високий токсикогенний потенціал певних видів *Fusarium*.

мікотоксини, токсичність, контамінація, зерно

Пшениця займає перше місце в світі за площами посівів та валовим збором зерна [9]. Її врожайність збільшується на 50% за рахунок використання добрив, на 25% — завдяки успіхам селекції і на 20—25% — за рахунок покращення системи землеробства, агротехніки та засобів захисту рослин. Незважаючи на значний ріст врожайності пшениці, потенційні можливості сучасних сортів використані не в повній мірі. Разом з тим недобір врожаю цієї культури потрібно аналізувати комплексно, оскільки зменшення маси зерна та поживних якостей спричинюють грибні хвороби. Недобір врожаю від комплексу хвороб становить у середньому 12—18%, а в роки епіфітотій — 25—50% і більше [3]. Видовий склад патогенів у різних еколого-географічних зонах може бути різним і залежить від культури-попередника [2]. Христенсен (Christensen та інші, 1965) вважає, що види *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Cladosporium* в умовах США уражують зерно хлібних злаків під час вегетації; *Alternaria* та інші види

О.В. ПРИЦЕНКО,
аспірант

Національний університет біоресурсів і природокористування України

відмічались майже у 100% випадків у зразках свіжозібраного врожаю, ізоляти *Fusarium* — у 10—15% [1].

Дослідженнями ступеня ураженості пшениці озимої протягом вегетації грибами роду *Fusarium* встановлено, що найсприятливішим до ураження патогенами є зерно. Саме це призводить до найбільших економічних збитків (втрата маси зерна та його якостей). Недаремно нині в усьому світі в зерні контролюють 6 основних мікотоксинів, що являють велику загрозу для життєдіяльності людей і тварин: афлатоксин В1, охратоксин А, фумонізін, дезоксиніваленон, зеараленон, Т-2 токсин. Потрібно зазначити, що 4 мікотоксини з найнебезпечніших є фузаріотоксинами. Висока канцерогенність та токсичність цих сполук, їх здатність викликати різні патологічні зміни зумовлюють необхідність контролювати зерно, продукти переробки та харчові продукти. За сприятливих погодних умов зерно може бути уражене поверхнево — грибок знаходиться в перикарпії, або оболонці. У цьому разі токсини в зерні не утворюються. Але за певних умов навколишнього середовища (невчасно зібраний урожай або під час обмолоту зерна) грибок може проникати в алейроновий шар, де він розкладає білки на аміак та токсичні речовини [10]. Найбільш небезпечним є ураження зерна фузаріями в роки з вологою і теплою погодою під час вегетації. Тому слід контролювати вміст мікотоксинів у зерні ще на “виході з поля”.

Мета досліджень. Встановлення домінуючих видів грибів роду *Fusarium* на пшениці озимій за умов природного інфекційного фону в Правобережній Лісостеповій зоні та виявлення токсикогенного потенціалу вилучених видів *Fusarium*.

Методика досліджень. Матеріал збирали на полях ДП «Дослідне підприємство Шевченківське» Київської області Тетіївського району протягом 2010—2012 рр. Лабораторні дослідження здійснювали на базі Науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи. Із зразків зерна районованих сортів пшениці озимої Поліська 90 та Перлина Лісостепу мікологічним аналізом виділили культури грибів на поживні середовища з подальшою ідентифікацією загальноприйнятими методами [8]. Вилучені види належали до 4-х секцій роду *Fusarium*: *Roseum* (вид *F. avenaceum* (Fr.) Sacc), *Discolor* (види *F. graminearum* (Schwabe), *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc), *Sporotrichiella* (вид *F. sporotrichiella* Bilai), *Elegans* (*F. moniliforme* Sheld). На інфікованому зерні серед цих грибів домінуюче положення займали види *F. sporotrichiella* (54,8%) та *F. culmorum* (12,9%). З однаковою частотою (9,7%) зустрічались *F. graminearum*, *F. chlamidosporum* та 6,5% — *F. avenaceum*, *F. moniliforme*. Результати досліджень видового складу наведено на рисунку 1.

Також визначили вміст мікотоксинів у зерні за допомогою імуноферментного аналізу (ІФА), вміст фузаріотоксинів (дезоксиніваленон, Т-2 токсин, зеараленон, фумонізін) — методом ІФА за допомогою тест-систем Redascreen (виробництва R-Biopharm, Німеччина) [5, 6, 7]. Виявили здатність грибів роду *Fusarium* продукувати мікотоксини в зерні вже під час його дозрівання.

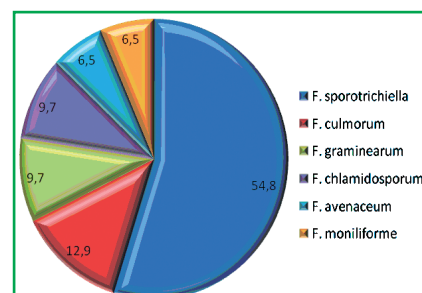


Рис. 1. Частота ізоляції (%) видів *Fusarium* на зерні пшениці озимої в 2011 р.

За вмістом фузаріотоксинів в зерні переважали дезоксиніваленон (90%), зеараленон (60%), Т-2 токсин (55%), фумонізін В1 (30%). Мало місце перевищення гранично допустимих рівнів мікотоксинів: 10% — Т-2 токсину, 50% — дезоксиніваленону. Детальні результати досліджень наведено в таблиці.

У випадках ураження зерна пшениці озимої видами грибів *F. sporotrichiella*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. avenaceum* ми спостерігали перевищення в ньому допустимих рівнів дезоксиніваленону. За контамінації зерна пшениці озимої грибами *F. sporotrichiella*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. moniliforme* зерно містило Т-2 токсин у кількостях, що перевищували максимально допустимі рівні. Однак деякі мікотоксини в зерні накопичувались в присутності двох різних видів грибів роду *Fusarium*, що не дає змоги стверджувати, який саме вид із них є продуцентом того чи іншого мікотоксину. Для вивчення токсигенних властивостей грибів виділені ізольовані культури вивчали на середовищі Чапека протягом 21-ї доби за температури +22—23°C та протягом 14-ти діб — +4—5°C [8]. Потім екстрагували токсини із середовища з використанням ацетонітрилу [4]. Випаровували екстракт у потоці азоту. Сухий залишок розчиняли в рухомій фазі ацетонітрил-вода у співвідношенні 1:1. Аналіз одержаних екстрактів здійснювали методом високоефективної рідинної хроматографії з використанням флуоресцентного детектора [12].

За здатністю продукувати зеараленон переважали види: *Fusarium graminearum* у кількості 42,76—64,53 мкг/мл, *F. sporotrichiella* — 56,59 мкг/мл та *F. culmorum* — від 17,12 до 47,07 мкг/мл. Виділені ізольовані *Fusarium sambucinum* утворювали зеараленон у кількості 1,77—7,33 мкг/мл, *F. avenaceum* — 0,041—0,83 мкг/мл.

ВИСНОВКИ

1. У Правобережному Лісостепу України зерно пшениці озимої можуть одночасно колонізувати кілька видів грибів роду *Fusarium*. Серед них домінуючими є види *F. sporotrichiella* (Bilal) та *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. За результатами досліджень в інфікованому зерні цими патогенами у різній кількості накопичувались мікотоксини. Крім того, в окремих зразках зерна мало місце утворення

Вміст фузаріотоксинів у зерні пшениці озимої

Види <i>Fusarium</i> , виділені із зерна пшениці озимої	Вміст токсинів, мг/кг			
	фумонізину	зеараленону	вомітоксину (DON)	Т-2 токсину
СОРТ ПОЛІСЬКА 90				
<i>F. sporotrichiella</i> [*] <i>F. culmorum</i>	<0,05	0,020	1,733	0,083
<i>F. sporotrichiella</i> [*] <i>F. graminearum</i> [*]	<0,05	0,103	1,642	0,060
<i>F. sporotrichiella</i>	<0,05	<0,017	0,513	<0,035
<i>F. sporotrichiella</i> [*] <i>F. culmorum</i>	<0,05	<0,017	0,840	0,038
<i>F. sporotrichiella</i> [*]	<0,05	0,019	0,780	<0,035
<i>F. sporotrichiella</i> [*]	<0,05	<0,017	0,945	0,063
<i>F. graminearum</i> [*]	<0,05	0,021	0,757	0,038
<i>F. sporotrichiella</i> [*]	<0,05	0,024	0,732	0,042
<i>F. sporotrichiella</i>	<0,05	<0,017	0,383	<0,035
<i>F. chlamidosporum</i>	<0,05	<0,017	0,315	0,038
<i>F. sporotrichiella</i>	0,142	0,031	0,102	0,070
<i>F. avenaceum</i>	<0,05	0,034	0,091	0,083
СОРТ ПЕРЛИНА ЛІСОСТЕПУ				
<i>F. sporotrichiella</i> [*] <i>F. moniliforme</i> [*]	1,18	0,174	1,051	0,120
<i>F. chlamidosporum</i> [*] <i>F. culmorum</i> [*]	<0,05	0,196	1,629	0,116
<i>F. sporotrichiella</i> [*]	<0,05	0,038	0,526	<0,035
<i>F. sporotrichiella</i> <i>F. avenaceum</i> [*]	<0,05	0,018	0,526	<0,035
<i>F. sporotrichiella</i>	0,269	<0,017	0,100	0,084
<i>F. sporotrichiella</i> <i>F. graminearum</i>	0,081	0,019	0,156	<0,035
<i>F. sporotrichiella</i>	0,054	0,023	0,274	0,049
<i>F. culmorum</i> [*]	0,078	0,024	0,484	0,037
<i>F. sporotrichiella</i>	<0,05	<0,017	0,076	<0,035
<i>F. chlamidosporum</i>	<0,05	<0,017	0,230	<0,035
<i>F. moniliforme</i>	0,174	0,023	<0,07	<0,035
<i>F. sporotrichiella</i>	0,08	0,026	<0,07	0,047
Максимально допустимі рівні, мг/кг [11]	5,0	1,0	0,5	0,1
Чутливість методу ІФА, мг/кг	0,05	0,02	0,07	0,035

Примітки: Вміст мікотоксину в зерні перевищує максимально допустимі рівні.

^{*} Ендофітне знаходження міцелію в зерні (розвиток гриба в субепідермальних частинах зерна)

одночасно кількох токсинів: дезоксиніваленону та зеараленону або Т-2 токсину і зеараленону.

2. У польових умовах гриби роду *Fusarium* продукували в зерні головним чином дезоксиніваленон, тоді як за температури не вище +8°C чисті культури цих грибів на поживному середовищі у більшій кількості утворювали зеараленон.

3. Встановлено, що основними продуцентами зеараленону є *F. graminearum* (Schwabe), *F. sporotrichiella* (Bilal) і дещо менше — *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc. Вони здатні в лабораторних умовах утворювати велику кількість токсинів, тоді як у польових умовах в інфікованому зерні їх виявляли не завжди. Це вказує на те, що наявність міцелію в зерні не завжди свідчить про накопичення у ньому токсинів.

4. Доведено, що більше утворення токсинів спостерігалось за ендофітного розташування міцелію у зерні. На цей факт впливали ступінь ураження зернівки та період контамінації гриба на зерні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Билай В.И. Токсикообразующие микроорганизмы и вызываемые ими заболевания человека и животных / В.И. Билай, Н.М. Пидопличко. — К.: Наукова думка, 1970. — 289 с.
2. Болезни сельскохозяйственных культур / [Пересыпкин В.Ф., Кирик Н.Н., Лесовой М.П. та ін.] — Том 1. — К.: Урожай, 1989. — 216 с.
3. Довідник із захисту рослин / [Бублик Л.Л., Васечко Г.І., Васильев В.П. та ін.]; за ред. М.П. Лисового. — К.: Урожай, 1999. — 744 с.
4. Експрес-метод визначення здатності грибів роду *Fusarium* продукувати зеараленон F-2 токсин. Методичні рекомендації для лабораторій ветеринарної медицини України / Рухляда В.В., Андрійчук А.В. та ін. — Біла Церква. — 2011. — 14 с.
5. Методичні вказівки по кількісному визначенню дезоксиніваленону в зразках злаків, солоду, кормах, пиві і суслі тест-системою RIDASCREEN[®] DON виробництва фірми R-Biopharm, Німеччина / Д.В. Янович, Ю.М. Косенко [та ін.]. — К.: Державний департамент ветеринарної медицини МінАП України. — 2004. — 8 с.
6. Методичні вказівки по кількісному визначенню зеараленону в зразках злаків, кормах, пиві, сироватці крові і сечі тест-системою RIDASCREEN[®] Zearalenon виробництва фірми R-Biopharm, Німеччина / Д.В. Янович, Ю.М. Косенко та ін. — К.: Державний департамент ветеринарної медицини МінАП України. — 2004. — 9 с.
7. Методичні вказівки по кількісному визначенню Т-2 токсину у зразках злаків і кормах тест-системою RIDASCREEN[®] Toxin T-2 виробництва фірми R-Biopharm, Німеччина / Д.В. Янович, Ю.М. Косенко та ін. — К.: Державний департамент ветеринарної медицини МінАП України. — 2004. — 8 с.
8. Методичні вказівки по санітарно-мікологічній оцінці та поліпшенню якості кормів / Ображей А.Ф., Погребняк Л.І., Корзуненко О.Ф. та ін. — К.: Вид-во Інституту вет. медицини та Центральної державної лабораторії вет. медицини Міністерства АПК України. — 1998. — 107 с.
9. Морфология, биология, хозяйственная ценность пшеницы / Шелепов В.В., Малайс В.М., Пензев А.Ф. та ін. — Мироновка, 2004. — 525 с.
10. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйствен-



ная фітопатологія. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989. — 480 с.

11. Пшениця. Технічні умови. ДСТУ 3768-2010. — [Чинний від 2010-04-01] — К.: Держспоживстандарт України, 2010. — 21 с. — (Національний стандарт України).

12. *Animal feeding stuffs. Determination of zearalenone by immunoaffinity column chromatography and high performance liquid chromatography*: ISO 17372:2010.

Прищенко О.В.

Токсикогенные свойства грибов рода *Fusarium* при поражении зерна пшеницы озимой

В течение 2011—2012 гг. были проведены исследования по выделению грибов рода *Fusarium* и определению микотоксинов в пшенице озимой в условиях естественного инфекционного фона в Правобережной Лесостепи Украины. Определены доминирующие виды грибов рода *Fusarium*: *F. sporotrichiella* — 54,8%; *F. culmorum* — 12,9%; *F. graminearum* и *F. chlamidosporum* — по 9,7%; *F. avenaceum* и

F. monilliforme — по 6,5%. Изучены токсические свойства выделенных изолятов и оценена степень их токсичности на примере способности образовывать зearаленон. Этот токсин преимущественно производили виды *Fusarium*: *F. graminearum* — в количестве 64,53 мкг/мл; *F. sporotrichiella* — до 56,59 мкг/мл; *F. culmorum* — до 47,07 мкг/мл; *F. sambucinum* — 7,33 мкг/мл; *F. avenaceum* — 0,83 мкг/мл. Полученные данные свидетельствуют о высоком токсикогенном потенциале определенных видов *Fusarium*.

микотоксины, токсичность, контаминация, зерно

Prishchenko O.V.

Toxigenic properties of the fungi *Fusarium* at winter wheat grain infection

In 2011—2012 the research on identification fungi *Fusarium* and mycotoxin accumulation on the winter wheat in natural infectious background in the Right-bank Fo-

rest-steppe zone of Ukraine were carried out. Dominant fungi species of the genus *Fusarium* were determined: *F. sporotrichiella* — 54,8%, *F. culmorum* — 12,9%, *F. graminearum* and *F. chlamidosporum* — to 9,7%, *F. avenaceum* and *F. monilliforme* — to 6,5%. The toxic properties of selected isolates were studied and the degree of their toxicity on the example of the ability of zearalenone forming was evaluated. Predominantly the species which produced zearalenone: *Fusarium graminearum* in the amount of 64,53 mg/ml, *F. sporotrichiella* — to 56,59 mkg/ml, *F. culmorum* — to 47,07 mkg/ml, *F. sambucinum* — 7,33 mkg/ml, *F. avenaceum* — 0,83 mkg/ml. These data indicate a high potential for certain types of toxigenic *Fusarium*.

mycotoxins, toxicity, contamination, grain

Рецензент:

Меженський А.О., кандидат ветеринарних наук, ст. наук. сп. Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи

УДК 632+633.11

ПОШУК ДЖЕРЕЛ СТІЙКОСТІ

проти збудника церкоспорельозної прикореневої гнилі серед сортів пшениці ярої м'якої

Досліджено колекцію сортозразків пшениці ярої м'якої на стійкість проти збудника церкоспорельозу з метою пошуку ефективних джерел стійкості. Відмічено ряд сортів, що характеризуються високою стійкістю проти *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) Deighton на різних фазах онтогенезу.

пшениця яра м'яка, церкоспорельозна прикоренева гниль, стійкі сорти

Збільшення виробництва зерна та підвищення його якості залишається основним завданням у вирішенні продовольчої проблеми. Останніми роками в зерновому кліні відмічається розширення площ посівів пшениці ярої. Це зумовлено як зростаючим ринковим попитом на зерно цієї культури, так і використанням її насіння у випадку пересіву озимих [1].

Пшениця яра, як і озима, належить до найважливіших продовольчих культур. За посівними площами та валовим збором цінного та високоякісного зерна у світовому земле-

О.Г. АФНАСЬЄВА,
кандидат сільськогосподарських наук,
старший науковий співробітник
Інститут захисту рослин НААН

робстві вона займає одне з перших місць серед зернової групи культур [2]. Її посіви у 2012 р. в Україні становили 478 тис. га [3].

Важливим фактором реалізації генетичного потенціалу сортів пшениці ярої є стійкість проти хвороб. В роки значного поширення патогенних організмів хвороби спричинюють втрати 10—30% врожаю залежно від строків сівби, сівозміни й інших агротехнологічних заходів, погодних умов тощо. Тому основну роль у збереженні врожаю відіграє генетика стійкості сортів проти хвороб [2].

Кількість збудників хвороб, зафіксованих на пшениці ярій, надзвичайно велика: іржа, септоріоз, борошніста роса, сажкові хвороби, фузаріоз колосу, кореневі гнилі.

Зупинимось на церкоспорельозній прикореневій гнилі, що набула найбільшого поширення в західних і північних областях України. Хвороба проявляється за весняного кущіння й надалі прогресує до молочно-воскової стиглості (рис. 1).

Збудником хвороби є недосконалий гриб *Pseudocercospora herpotrichoides* (Fron.) Deighton [4]. За Міжнародним каталогом назв грибів (Index Fungorum) сучасна назва — *Oculimacula yallundae* (Wallwork & Spooner) Crous & W. Gams (порядок *Hyphomycetales*, клас *Deuteromycetes*, відділ *Eumycota*, царство *Fungi*) [5].

Ефективним методом захисту пшениці від хвороб є створення стійких сортів. Одним із найважливіших питань, на якому ґрунтується селекція на стійкість, є вивчення вихідного матеріалу на інфекційному фоні з метою пошуку ефективних джерел стійкості. Крім того, стійкість проти збудника необхідно вивчати на різних стадіях онтогенезу рослин, адже роль вікового фактора в стійкості достатньо велика.

Завдання досліджень — вивчення