

Технологічні прийоми виділення зерна, охопленого фузаріозом

Гриби із роду *Fusarium* пошкоджують зернові рослини, які перезимували в полі, вони викликають загибель сходів, загнивання кореневої системи, потемніння листя, безпліддя колосу та іншими вадами, що супроводжується погіршенням якості зерна. Фузаріоз зернових культур за шкідливістю займає одне з перших місць хвороб зернових культур. Видовий склад патогенів в різних кліматичних зонах може бути неоднаковим. Із грибами *Fusarium* пов'язано утворення щуплого, легковажного та отруйного зерна. Фузаріозні зерна зазвичай щуплі та нежиттєздатні. Грибниця фузаріума в цьому випадку пронизує усю зернівку, що відбувається в результаті глибокого враження насіння при ранньому зараженні колосся в полі, в фазі молочної і на початку воскової спілості. При скритій формі фузаріозного зараження грибниця гриба розповсюджується в зовнішніх шарах зернівки, а саме в плодовій та насінневій оболонці [2,3].

Отруйний грибок *Fusarium* зустрічається в районах із підвищеною вологістю. Інтенсивному розвитку фузаріозного зерна сприяє поєднання високої вологості повітря та вологості зерна понад 17,0 %. На території України фузаріоз зустрічається практично в усіх областях вирощування зерна пшениці.

Багато видів грибів роду *Fusarium* – сапрофіти, тому вони можуть розвиватися на зерні після його збирання і під час зимового зберігання, тому грибок зараженого зерна може заразити здорове зерно в зерносховищах. Більшість фузаріозних грибів в умовах підвищеної вологості вже через 3...5 діб утворює біло-рожеву пишну грибницю. Заражене зерно найнебезпечніше за рахунок наявності у ньому мікроорганізмів, що є джерелом інфекціонування іншого насіння під час зберігання. За сильного ступеня розвитку гриба під час зберігання міцелій, що розростається, може цементувати всю масу зерна у щільні грудки. Зерно, зібране під час дощу або уражене грибом, не можна змішувати із здоровим і слід зберігати окремо [2,3].

Заражена рослина відрізняється білим стеблом із рожевим розмитим рисунком стебел та його вузлів. Вражені колоски або частина колоса біліють, тоді як здорові частини залишаються зеленими. Іноді на колосі утворюється суцільний рожевий наліт. Таке зараження називають фузаріозом колоса [2].

Ураження колоса завжди призводить до ураження зерна. На зерні захворювання проявляється у вигляді таких ознак: білувата, крейдоподібна поверхня, повна втрата блиску та склоподібності, пухкий, крихкий ендосперм, зморшкуватість і щуплість, вдавлена, глибока борозенка, наявність у ній, або зародкові зернівки павутинного нальоту гриба, зародок нежиттєздатний і на зрізі темний.

Зимують збудники на рослинних залишках і в ґрунті. Основними джерелами зараження рослин є ґрунт і рослинні залишки. Зараження рослин в ґрунті відбувається при температурі 13...26 °С і вологості 40...80 %. Недостатня вологість ґрунту або її різкі коливання викликають більш сильніше зараження. Найбільш оптимальними умовами для розвитку грибниці і утворення конідіального спорношення на колосі та інших наземних частинах

рослин є температура повітря 22...25 °С та відносна вологість повітря 70...80 %. Масовий розвиток фузаріозу на колосі відбувається в роки, коли в період від початку колосіння до дозрівання зерна при підвищеній температурі часто проходять дощі. Стійких сортів зернових культур до грибів роду *Fusarium* немає [2,3].

Мікотоксини, які продукуються грибами *Fusarium* є найбільше широко розповсюдженими у світі мікотоксинами. Цікавість дослідників до фузаріотоксинів різко зріс в останні роки у зв'язку із появою нових даних про їх токсичні властивості, а також у їх здатності у невеликій кількості порушувати регуляцію продукції імуноглобулінів та діяти як канцерогени.

Збудник *Fusarium graminearum* викликає гостре захворювання під назвою «п'яний хліб». Потрапляючи всередину зерна, міцелій фузаріума утворює токсин – фузарин. Зерно стає отруйним, борошно із такого зерна є токсичним, споживання його в їжу може викликати важке захворювання септичною ангіною, яке дуже небезпечне для здоров'я людини. Таке зерно може викликати отруєння тварин [1].

Гриб утворює специфічний метаболіт – вомітоксин, через який в організмі відбувається розлад органів травлення, а також психіки (слабкість, збудження, тремтіння в кінцівках). Вміст вомітоксину в продовольчій пшениці та зерні на корм нормується в межах до 0,5 мг в 1 кг зерна. При сортовому помелі м'якої пшениці найбільше забрудненими фузаріозом є висівки. На них приходить близько 60 % від загальної кількості вомітоксину в зерні. Сепарування, яке використовується на хлібоприймальних та зернопереробних підприємствах дозволяє видаляти із фузаріозної пшениці 20...30 % вомітоксину, який міститься у зерновій масі. Переробка фузаріозної пшениці дозволяє довести концентрацію вомітоксину в сортовому борошні та хлібі до наступних меж: зерно – 0,5 мг/кг, зерно після очищення – 0,38 мг/кг, борошно вищого сорту – 0,35 мг/кг, борошно 1 сорту – 0,39 мг/кг, борошно 2 сорту – 0,39 мг/кг, висівки – 1,1 мг/кг, хліб пшеничний – 0,3 мг/кг [3]. Відповідно до ГСТУ 46.004-99 «Борошно пшеничне. Технічні умови» вміст фузаріозних зерен після очищення, яку направляють на помел не допускається. Визначення фузаріозних зерен в пшениці здійснюють згідно ДСТУ 3768.

Розміщення, доопрацювання і тимчасове зберігання зерна проводять окремими партіями за ступенем ураження фузаріозом. Для уникнення розвитку зараження зерна і збільшення вмісту вомітоксину при зберіганні вологого і сирого зерна, ураженого фузаріозом, воно підлягає негайному висушуванню до сухого стану і очищенню на зерноочисних машинах в господарствах і хлібозаготівельних підприємствах.

В практиці використання зерна, яке заражене фузаріозом використовують підмішування його до партій здорового зерна. Кількість фузаріозного зерна, яке додають до нормального розраховують в залежності від ступеня забруднення зерна у зараженій партії. При згодовуванні тваринам фузаріозного зерна його в невеликих кількостях додають до здорового. Фузаріоз не пригнічує процеси бродіння, тому зерно, заражене ним може використовуватися в

ацетонобутиловій промисловості, в якій борошно обойного помелу використовується як сировина [3].

Гриби роду *Fusarium* утворюють ряд токсинів: зеараленон, вомітоксин, Т-2 токсин тощо. Для визначення вмісту цих токсинів ДСТУ 3768:2010 «Пшениця. Технічні умови» наводить посилання на ряд методичних рекомендацій для їх визначення.

До заходів боротьби із фузаріозом відносять наступні: очищення і передпосівну обробку насіння, своєчасне збирання врожаю, його обмолот та сушіння, протруювання насіння, агротехнічні заходи [3].

Небезпечність фузаріозного зерна потребує дослідження технічних засобів його відокремлення від здорового зерна. З цією метою були проведені дослідження із використанням пневмостола СПС-3,5 на якому проводили сепарування зараженої пшениці з натурою 796 г/л, зараженість фузаріозом становила 5,6 %, продуктивність сепарування становила 3998 кг/год. Результати дослідження наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати дослідження сепарування на пневмостолі СПС-3,5 фузаріозного зерна пшениці

Продукт	Продуктивність пневмостола		Натура, г/л	Кількість заражених зерен, %
	кг/год	%		
Вихідне зерно	3998	100	796	5,6
1сх.	91	2,3	639	98,4
2сх.	316	7,9	731	24,9
3сх.	697	17,4	773	7
4сх.	2150	53,8	804	0,4
5сх.	744	18,6	804	0,1

Із даних табл. 3 можна бачити, що найбільша кількість заражених фузаріозом зерен (98,4 %) виділяється першим сходом. Натура зараженого зерна (639 г/л) значно менша ніж «здорові» зерна (804 г/л). Враховуючи, що збудник фузаріозу в колосі призводить до утворення недорозвиннутих, щуплих зерен, то виділення фракції з низькою натурою та найбільшим вмістом заражених зерен є закономірним, тому що щуплі та невивчені зерна, як правило мають низьку натуру. Застосування пневмостола СПС-3,5 дозволяє виділити 72,4 % зерна із вмістом фузаріозних зерен 0,1...0,4 %. На рис. 1 показано залежність натури зерна та вмісту фузаріозних зерен у фракції відповідної натури при сепаруванні у пневмостолі.

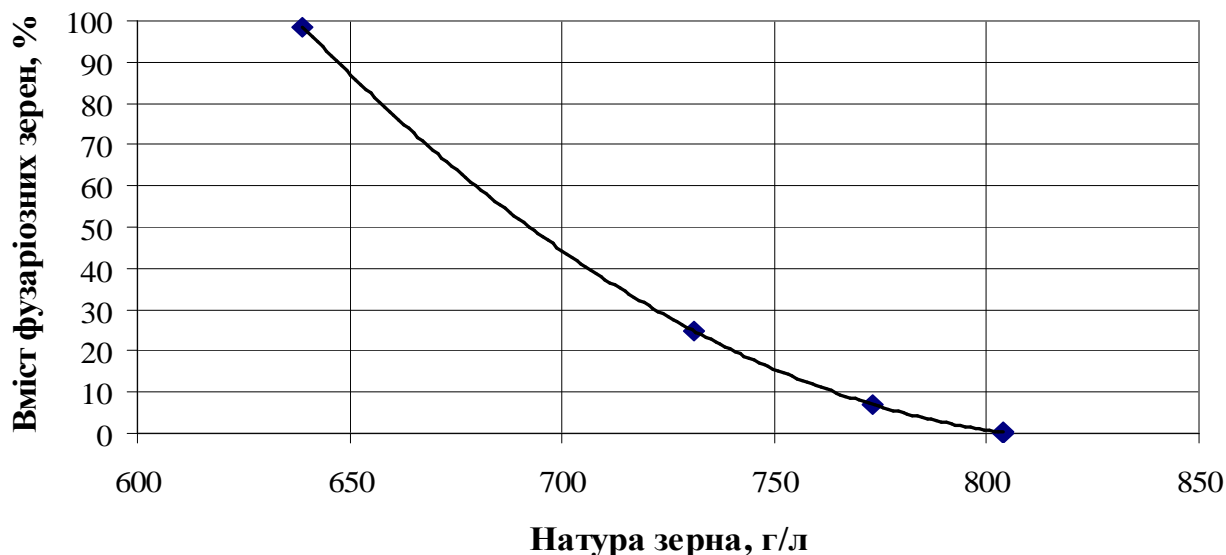


Рис. 1. Залежність вмісту фузаріозних зерен від натури зерна після сепарування в пневмостолі СПС-3,5.

Отримана залежність апроксимується наступним рівнянням:

$$B = 0,00279\gamma^2 - 4,634\gamma + 1916,832$$

де, B – вміст фузаріозних зерен у виділеній фракції, %; γ – натура зерна, г/л.

Для порівняння проведено дослідження виділення фузаріозного зерна у повітряному сепараторі АСО-0,5, в якому виділяються легкі домішки та зернівки, які повністю вражені фузаріозом. Зерна на початковій стадії не виділяються при такому способі сепарування. За допомогою повітряного сепаратора АСО-0,5 було досягнуто ефективності виділення повністю фузаріозних зерен 80 % при продуктивності сепаратора 100 кг/год.

Жоден із наведених способів сепарування не забезпечує 100 %-го очищення зернової маси від фузаріозних зерен, але застосування пневмостолів більш ефективно здійснює очищення заражених фузаріозних зерен від здорових. Перспективними обладнанням для виділення фузаріозного зерна можуть бути фото сепаратори.

Отримані дані також підтверджують необхідність проведення фракціонування зерна та виділення дрібної фракції перед подачею його у переробку на борошномельних підприємствах. Такий прийом також дає можливість частково виділити фузаріозні зерна із зернової маси.

Література:

1. Айзикович, Л.Е. Физико-химические основы технологии производства муки. – М.: Колос, 1975. – 238 с.
2. Верещагин Л.Н. Вредители и болезни зерновых колосовых культур. – К.: Юнвест Маркетинг, 2001. – 128 с.
3. Казаков, Е.Д. Биохимия зерна и хлебопродуктов. Изд. 3-е перераб. и доп. / Е.Д. Казаков, Г.П. Карпиленко – СПб.: ГИОРД, 2005. – 512 с.
4. Мачихина, Л.И. Научные основы продовольственной безопасности зерна (хранение и переработка) / Л.И. Мачихина, Л.В. Алексеева, Л.С. Львова. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 382 с.