

ПЕРСПЕКТИВНІСТЬ ПОШУКУ ДЖЕРЕЛ СТІЙКОСТІ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ДО ЧОРНОГО ЗАРОДКА

Т. Рожкова, к. б. н., А. Бурдуланюк, к. с.-г. н., В. Власенко, д. с.-г. н.

Сумський національний аграрний університет

Л. Немерицька, к. б. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

Постановка проблеми. Чорний зародок поширений у різних регіонах вирощування пшениці, в тому числі у США, Китаї, Австралії, Канаді, Сербії та Росії [2; 5]. Ця хвороба проявляється у потемнінні тканин у зоні зародка. За часів радянської фітопатології виділяли чорний зародок альтернаріозного типу, коли насіння виповнене, та гелмінтоспоріозного, коли насіння невиповнене. У першому випадку збудником хвороби називали *Alternaria tenuis* Nees, у другому – *Helminthosporium sativum* Pam.

Потемніння зародка зерна пшениці призводить до погіршення якості кінцевої продукції та зниження її вартості. Так, за розмелювання зерна з чорним зародком для виготовлення макаронів утворюються спекси (темні вкраплення), які погіршують товарність виробів [3]. Шкідливість чорного зародка визначається його причиною. Доведено, що чорний зародок можуть викликати гриби (родів *Alternaria* sp., *Cochliobolus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvulavia* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Stemphylium* sp.) та бактерії. Але дослідження останніх десятиріч пояснили почорніння зародка біохімічними реакціями в зерні: високою активністю пероксидаз, які окиснювали фенольні речовини. Інші відкинули біотичні чинники як причину чорного зародка, вказуючи на зв'язок симптомів з утворенням стресових та інших білків [2]. Якщо причиною почорніння зародка є гриби, то більшість із них продукують мікотоксини, які негативно впливають на здоров'я людини й тварин, та фітотоксини, які пригнічують розвиток рослин.

У багатьох країнах наявність чорного зародка суворо регламентована: у США – $\leq 4\%$, в Австралії – $\leq 5\%$, а у Канаді – $\leq 10\%$. В Україні за ДСТУ 3768:2010 чорний зародок визначають у домішці, але на товарний клас зерна це не впливає.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливості прояву чорного зародка, період зараження, неоднозначні причини виникнення довели, що найрезультативнішим методом з обмеження його розвитку є імунологічний. Першим кроком у цьому напрямі є пошук ефективних джерел стійкості до почорніння

зародка зерна пшениці. Так, останні дослідження російських учених з оцінки стійкості 58 сортозразків ярої твердої пшениці різного географічного походження до чорного зародка в Алтайському краї (2014–2015 рр.) дали змогу виділити 12 стійких форм, до яких віднесли й відомий сорт Харківська 46, створений за часів Радянського Союзу в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва [3].

Вивчення стійкості 403 генотипів пшениці до почорніння зародка було проведено в умовах Північнокитайської рівнини впродовж 2010–2012 рр. на тлі різкого коливання ураження (від 0,3 до 66,7 %). Визначили 37,5 % резистентних (151 генотип), 62,5 % сприйнятливих (252 генотипи) та 36 високостійких пшеничних генотипів [6]. Рівень інфікування пшениці чорним зародком в Єгипті коливався у межах 1,75–64,07 %. Почорніння зародка зерна спричинювали гриби *Cochliobolus sativus*, *Alternaria alternata* та *Fusarium graminearum*. Мінімальну частоту прояву хвороби спостерігали на сортах Sohag 3 (інфекція зерна – 1,75 %, індекс хвороби – 0,29 %), Beni-Suef 3 (інфекція зерна – 2,67 %, індекс хвороби – 0,49 %), Giza 165 (інфекція зерна – 3,34 %, індекс хвороби – 0,59 %) і Beni-Suef 1 (інфекція зерна – 10,09 %, індекс хвороби – 2,30 %) [4]. Останні дослідження стійкості різних сортів пшениці до чорного зародка в Україні проводили впродовж 2009–2010 рр. Виділили сорти із вищою стійкістю до хвороби: Миронівська ранньостигла, Елегія, Алий парус, Дріада 1, Олеся. Переважно чорний зародок викликали *A. alternata*, *Alternaria tenuissima* та гриби роду *Fusarium sp.* [1].

Отже, результати останніх досліджень з різних країн довели перспективність пошуку стійких форм до чорного зародка зерна пшениці.

Постановка завдання. Мета нашого дослідження – визначення особливостей прояву чорного зародка пшениці озимої та оцінка стійкості генотипів з метою виділення джерел стійкості до хвороби в умовах Північного Сходу України.

Виклад основного матеріалу. Генотипи пшениці оцінили за стійкістю до чорного зародка за макроскопічного аналізу, також визначили кількість неповного та зморшкуватого насіння. Оглядали по 400 насінин кожного сорту. Пшеницю виростили на дослідних полях Наукового навчально-виробничого комплексу Сумського національного аграрного університету. Зразки сорту Богдана отримали з різних господарств Сумської області.

Багаторічне вивчення внутрішньої мікофлори насіння в умовах Північного Сходу України показало різницю в ураженні чорним зародком різних сортів пшениці озимої. Вирішили також проводити спостереження за особливостями прояву цієї хвороби. Виявили залежність результатів макроскопічного аналізу насіння від умов вегетації пшениці (табл. 1).

У 2016 році виявили більший відсоток неякісного зерна у трьох досліджуваних сортів, ніж у 2017 році. Особливо чітко знизилася за роками кількість насінин із чорним зародком. У 2016 році макроскопічний аналіз насіння показав превалювання симптому чорного зародка, за винятком сорту Волошкава, де найбільший відсоток склало зморшкувате насіння. У 2017 році більшість насіння була зморшкуватою на всіх трьох сортах. Виявили залежність прояву чорного зародка від умов року, що вказує на необхідність багаторічного вивчення стійкості до цієї ознаки.

Таблиця 1

Вплив погодних умов на прояв чорного зародка пшениці озимої
(ННВК СНАУ, 2016–2017 рр.)

Волошкава				Поліська 90				Сонечко			
Ч. з., %	Нев., %	Зм., %	Маса 1000 насі- нин, г	Ч. з., %	Нев., %	Зм., %	Маса 1000 насі- нин, г	Ч. з., %	Нев., %	Зм., %	Маса 1000 насі- нин, г
2016 р.											
7,3	4	10,8	37,1	12,8	6	1	48	13,3	7,3	4,5	42,2
2017 р.											
5,6	2,5	6,3	56,1	2,5	2,5	3	55,2	3,9	2	7,7	54,4
НІР ₀₅											
1,2	-	2,5	2,3	1	1,8	1,6	4,4	1,1	1,9	1,8	7,9

Примітка: ч. з. – чорний зародок, нев. – невивпнене насіння, зм. – зморшкувате насіння.

Дослідили залежність прояву чорного зародка від місця вирощування пшениці. Проаналізували зразки сорту Богдана, вирощені у господарствах різних зон Північного Сходу України (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив місця вирощування пшениці озимої на прояв чорного зародка (Сорт Богдана, Північний Схід, 2017 р.)

Місце вирощування культури	Неякісне насіння пшениці, %				Маса 1000 насінин, г
	чорний зародок	невивп- нене	зморшкун- вате	всього	
Лісостеп					
ННВК СНАУ	5,3	8,8	4	16	49,8
Сумський р-н	6,5	12,5	4,8	23,8	49,2
Білопільський р-н	4,3	16,8	7,5	28,6	49,2
Полісся					
Шосткінський р-н	5,3	3,3	4,3	12,9	44,2
НІР ₀₅	-	5,8	2,1	6,9	-

Якщо на прояв усіх ознак відразу місце вирощування мало істотний вплив, то на прояв чорного зародка такої залежності не спостерігали. Відсоток прояву хвороби не сильно різнився навіть у різних зонах вирощування: діапазон чорного зародка в зоні Лісостепу коливався у межах 4,3–6,5 %, у зоні Полісся сорт Богдана уразився хворобою на 5,3 %. У Лісостепу виявили найвищий відсоток невиворонених насінин, а у Поліссі – почорніння зародка.

Не виявлено зв'язку між ендоефітною мікофлорою насіння та проявом чорного зародка: кількість виділення грибів значно перевищила відсоток прояву чорного зародка. Але за вивчення внутрішньої мікробіоти насіння з почорнінням зародка (сорт Богдана, ННБК СНАУ) спостерігали утворення колоній грибів з роду *Alternaria* sp. з кожної насінини (рис. 1, б). Разом із цими грибами виділили незначний відсоток грибів з роду *Penicillium* sp. та *Trichothecium roseum* (Pers.) Link. Водночас спостерігали і значний відсоток виділення альтернарієвих грибів із зовні здорового насіння. Вивчення ураження насіння чорним зародком без порівняння із зовні здоровим дає хибні уявлення про причини цієї хвороби.

Розпочато пошук стійких форм пшениці до чорного зародка. У 2017 р. діапазон виявлення хвороби коливався в межах 0,3–19 %. Дослідили стійкість 33 зразків пшениці з різних країн. Українські сорти відбирали, спираючись на різноманіття оригінальних. Значною виявилася і кількість зморшкуватого насіння в обстежених зразках пшениці (табл. 3).

Таблиця 3

Оцінка стійкості пшениці озимої до чорного зародка
(Північно-Східний Лісостеп, 2017 р.)

Сорт	Неякісне насіння пшениці, %				Маса 1000 насінин/ порівняння зі st*, г
	чорний зародок	невиворонене	зморшкувате	всього	
1	2	3	4	5	6
Вишиванка	0,3	7	3	10,3	50,5/1,3
Zhongsì 1048 (D-227)	0,5	6	21	27,5	45,8/-3,4
Zhongsì 1258 (D-226)	0,8	8	16	24,8	53,8/4,6
Ассоль	3,5	3,5	1,8	8,8	41,9/-7,3
Єрмак	3,5	2,5	4,3	10,3	49,17/-0,03
Берегиня миронівська	3,8	1,5	2,5	7,8	52,7/3,5
Лун Джоу 7 (D-204)	3,8	4,5	3,5	11,8	53,9/4,7
Гусарська	4,5	2	8,3	14,8	47,7/-1,5
Олеся	4,8	2,8	4,5	12,1	50,9/1,7
Апогей Луганський	5	2,3	2,8	10,1	51,5/2,3
Астет	5,5	5,3	5,8	16,6	46,9/-2,3

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6
Артеміда	5,8	1,3	4,5	11,6	49/-0,2
Миронівська слава	5,8	2	6,3	14,1	48,4/-0,8
Гардемарин	5,8	1,8	2,3	9,9+ мішечки твердої сажки	46,8/-2,4
Служниця одеська	5,8	2,3	2,3	10,4+ мішечки карликової сажки	42,6/-6,6
Бурштин	6	2,3	2	10,3	51,8/2,6
Солоха	6,3	3,8	3,3	13,4	51,6/2,4
Господиня миронівська	6,3	0,3	2,8	9,4	48,8/-0,4
Василина	6,8	5	4,3	16,1	43,3/-5,9
Дальницька	7,5	2	3	12,5	52/2,8
Анулька	8	3	2,5	13,5	45,6/-3,6
Грація миронівська	8	3,5	4	15,5	50,2/1
Трудівниця миронівська	8,5	7	3	18,5	51,7/2,5
Либідь	8,5	1,3	7	16,8	48,5/-0,7
Колумбія	8,8	2	1,3	12,1+ мішечки карликової сажки	40,8/-8,4
Дніпрянка	9	2	6,3	17,3	52,1/2,9
Лун Джоу 5 (D-202)	9,3	4	8	21,3	56,4/7,2
DF 412 (D-234)	9,5	4,5	3,8	17,8	53/3,8
Сагайдак	9,8	3	4,3	17,1	53/3,8
Красота	10	2	5,3	17,3	52,3/3,1
Лугастар	12,8	3,8	2,8	19,4	51,8/2,6
Царівна	13,8	5	2,3	21,1	48,8/-0,4
Валенсія	19	1,8	1,8	22,6	48,7/-0,5
НІР ₀₁					8,6

Примітка: st*– сорт Подолянка, маса 1000 насінин у 2017 р. – 49, 2 г.

Чорний зародок проявився здебільшого лише у почорнінні зародкового кінчика. Поєднання зморшкуватості і зміни забарвлення спостерігали досить рідко.

Найвищу стійкість показав сорт Вишиванка та китайські зразки (Zhongsi 1048 (D-227), Zhongsi 1258 (D-226)). Якщо на сорті Вишиванка виявили також незначну кількість зморшкуватого та невиповненого насіння із високою масою 1000 насінин (50,5 г), то китайські зразки мали значний відсоток зморшкуватого насіння. Цінними для селекції можуть бути й сорти Ассоль та Єрмак, які чорний зародок уражав на 3,5%. Крім того, вони мали й інші незначні негативні показники. Але маса їх 1000 насінин виявилася нижчою за стандарт й наступну двійку зразків: Берегиня миронівська (52,7 г) та Лун Джоу 7 (D-204) (53,9) із почорнінням зародка у 3,8% зернин. Також на них зафіксовано незначний відсоток невиповненого й зморшкуватого насіння.

Спостерігали різний рівень почорніння насінин, але у більшості випадків він був незначним. Серед зразків за інтенсивністю зміни забарвлення вирізнявся сорт Красота, почорніння насінин у якого відбулося на 30–40% (див. рис., а).

Найбільший відсоток насіння з чорним зародком зафіксували на сорті Валенсія – 19%, але дрібного та зморшкуватого насіння у нього було дуже мало (1,8%).

У деяких зразках насіння знайшли мішечки сажкових хвороб, що вказує на їхню сприйнятливість до цих збудників. Серед насіння сорту Гардемарин містилися мішечки збудника твердої сажки (*Tilletia caries* Tul.), а у насіння сортів Служниця одеська та Колумбія – мішечки збудника карликової сажки (*Tilletia controversa* Kuehn.).

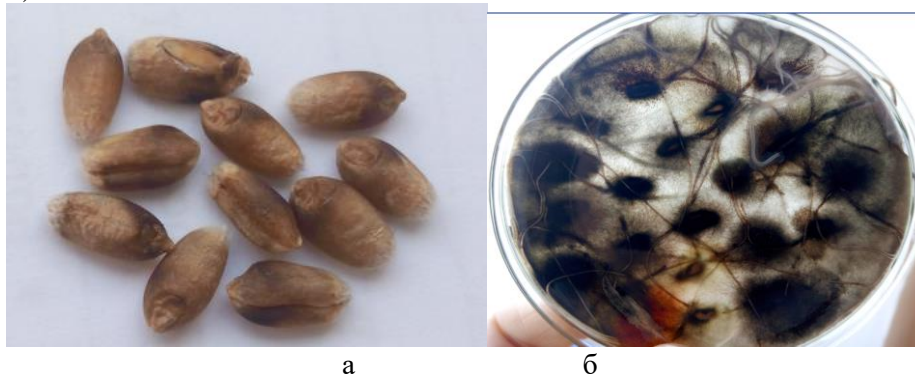


Рис. Почорніння на 30–40% зерна сорту Красота (а) та зелені колонії грибів роду *Alternaria* із насінин з чорним зародком (б).

Отож, пошук стійких форм до чорного зародка потрібно продовжувати, але вже за результатами 2017 року можна виділити такі цінні для селекції на стійкість зразки, які поєднали стійкість до чорного зародка із високою масою 1000 насінин: сорти Вишиванка та Берегиня миронівська (Миронівський інститут пшениці ім. В. М. Ремесла НААН) та китайський зразок Лун Джоу 7 (D-204).

Висновки. Багаторічне вивчення внутрішньої мікофлори насіння в умовах Північного Сходу України показало різницю в ураженні чорним зародком різних сортів пшениці озимої. Виявили залежність прояву чорного зародка від умов року, що вказує на необхідність багаторічного вивчення стійкості до цієї ознаки. Не виявлено істотного впливу місця вирощування пшениці на ураженість чорним зародком. Не встановлено зв'язку між ендоефітною мікофлорою насіння та проявом чорного зародка: кількість виділення грибів значно перевищила відсоток прояву чорного зародка. Але за біологічного аналізу насіння з чорним зародком з кожної насінини виділили колонії грибів з роду *Alternaria* sp., а також разом із ними незначний відсоток грибів з роду *Penicillium* sp. та *Trichothecium roseum*. За результатами 2017 року виділили стійкі до чорного зародка зразки, які характеризувалися високою масою 1000 насінин: сорти Вишиванка, Берегиня миронівська та китайський зразок Лун Джоу 7 (D-204). Пошук джерел стійкості пшениці до чорного зародка продовжуватиметься й надалі.

Бібліографічний список

1. Башта О., Гентош Д., Дворак К. Чорний зародок насіння озимої пшениці. *Агробізнес сьогодні*. 2011. № 12. С. 29–31.
2. Ганнибал Ф. Б. Альтернариоз зерна – современный взгляд на проблему. *Защита и карантин растений*. 2014. № 6. С. 11–15.
3. Устойчивость генотипов твердой пшеницы к черному зародышу / Барышева Н. В. и др. *Acta Biologica Sibirica*. 2016. 2(4). С. 45–51.
4. Draz I. S., El-Gremi S. M., Youssef W. A. Pathogens associated with wheat black-point disease and responsibility in pathogenesis. *Journal of Environmental and Agricultural Sciences*. 2016. Vol. 8. P. 71–78.
5. Genome-wide association mapping of black point reaction in common wheat (*Triticum aestivum* L.) / J. Liu et al. *BMC Plant Biology*. 2017. Vol. 17(1). P. 220–239.
6. Screening wheat genotypes for resistance towards black point / Q. Li et al. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2014. Vol. 121(2). P. 79–88.

Рожкова Т., Бурдуланюк А., Власенко В., Немерицька Л. Перспективність пошуку джерел стійкості пшениці озимої до чорного зародка

Багаторічне дослідження внутрішньої мікофлори насіння в умовах Північного Сходу України показало різницю в ураженні чорним зародком різних сортів пшениці озимої, тому й вивчали особливості прояву цієї хвороби. Виявили залежність результатів макроскопічного аналізу насіння від умов вегетації пшениці. У 2016 році виявили більший відсоток неякісного зерна у трьох сортів (Волошкова, Поліська 90, Сонечко), ніж у 2017 році. Особливо чітко знизилася за роками кількість насінин із чорним зародком. Залежність прояву чорного зародка від умов року вказує на необхідність багаторічного вивчення стійкості до цієї ознаки.

Дослідили залежність прояву чорного зародка від місця вирощування пшениці. Якщо на прояв усіх ознак відразу місце вирощування мало істотний вплив, то на прояв чорного зародка такої залежності не спостерігали. Відсоток прояву хвороби не сильно різнився навіть у різних зонах вирощування. У зоні Лісостепу виявили найвищий відсоток невивповнених насінин, а у Поліссі – почорніння зародка.

Не виявлено зв'язку між ендоефітною мікофлорою насіння та проявом чорного зародка: кількість виділення грибів значно перевищила відсоток прояву чорного зародка. Але за вивчення внутрішньої мікробіоти насіння з почорнінням зародка (сорт Богдана)

спостерігали утворення колоній грибів з роду *Alternaria* sp. з кожної насінини. Разом із цими грибами виділили незначний відсоток грибів з роду *Penicillium* sp. та *Trichothecium roseum* (Pers.) Link. Виявили і значний відсоток виділення альтернарієвих грибів із зовні здорового насіння. Вивчення ураження насіння чорним зародком без порівняння із зовні здоровим дає хибні уявлення про причини цієї хвороби.

Розпочато пошук стійких форм пшениці до чорного зародка. У 2017 році виділили стійкі до чорного зародка зразки, які перевищили стандарт за масою 1000 насінин: Вишиванка, Берегиня миронівська та Лун Джоу 7 (D-204).

Ключові слова: пшениця озима, чорний зародок, якість насіння, джерела стійкості.

Rozhkova T., Burdulanyuk A., Vlasenko V., Nemeritska L. Perspective for finding sources of winter wheat resistance to black point

The long-term study of the endophytic mycoflora of the seeds in the Northern East of Ukraine showed a difference in the infection of the black point of different varieties of winter wheat, therefore, studied the peculiarities of the development of this disease.

The dependence of the results of macroscopic analysis of seeds on wheat vegetation conditions was noted. In 2016, a higher percentage of non-quality grain of three varieties was found (Voloshkova, Poliska 90, Sonechko) than in 2017. The number of seeds with a black point has decreased significantly over the years. Dependence of the appearance of a black point on the conditions of the year indicates the need for a long-term study of the resistance to this factor.

Investigated the dependence of the appearance of the black point on the wheat cultivating area. If the place of cultivation had a significant influence on the detection of all the signs at once, then such dependence was not noted for the spread of a black point. The highest percentage of unplanned seeds was found in the forest-steppe zone, and in Polissya – the percentage of seeds with black point.

There was no relationship between the endophytic mycoflora of the seeds and the distribution of the black point: the amount of fungal isolation significantly exceeded the percentage of the appearance of a black point. The biological analysis of the seeds with black point (Bogdana) showed 100% isolation of the genus *Alternaria* sp. and the insignificant presence of the genus *Penicillium* sp. and *Trichothecium roseum*.

Studies on finding resistance forms of wheat for a black point have begun. In 2017, resistant forms to the black point that exceeded the standard by weight of 1000 seeds were determined: Vyshivanka, Bereginya myronivska and Lun Jou 7 (D-204).

Key words: winter wheat, black point, quality of seeds, sources of resistant.