

УДК: 632: 631.53.01: 633.11

© 2019 Т. О. Рожкова

Сумський національний аграрний університет

## **ЗВ'ЯЗОК ЗОВНІШНІХ ОЗНАК ПАТОЛОГІЇ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ З ВНУТРІШНЬОЮ МІКОБІОТОЮ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СХОДУ УКРАЇНИ**

**Рожкова Т. О.** *Зв'язок зовнішніх ознак патології насіння пшениці озимої з внутрішньою мікобіотою в умовах Північного Сходу України. В умовах Північного Сходу України за допомогою макроскопічного аналізу виділено три групи аномального насіння пшениці озимої: з чорним зародком, зморшкувате та дрібне. Дослідження прояву цих ознак впродовж 2016–2018 рр. показало домінування чорного зародку та зморшкуватості у зонах Лісостепу та Полісся. Визначення внутрішньої мікобіоти насіння довело відсутність зв'язку між зовнішніми ознаками патології з грибами, які були наявні усередині насінин. Виявили деякі закономірності: домінування альтернарієвих грибів у насінні з чорним зародком, найбільшу різноманітність видів та найвищий відсоток виділення фузарієвих грибів зі зморшкуватих насінин. ....10 назв.*  
**Ключові слова:** *Triticum aestivum*, внутрішня мікобіота, чорний зародок, зморшкувате та дрібне насіння, *Alternaria* spp.

**Рожкова Т. А.** *Связь внешних признаков патологии семян пшеницы озимой с внутренней микобиотой в условиях Северо—Востока Украины. В условиях Северо-Востока Украины с помощью макроскопического анализа выделены три группы аномальных семян пшеницы озимой: с черным зародышем, морщинистое и мелкое. Исследование проявления этих признаков в течение 2016–2018 гг. показало доминирование черного зародыша и морщинистости в зонах Лесостепи и Полесья. Определение внутренней микобиоты семян показало отсутствие связи между внешними признаками патологии с грибами, которые находились внутри семян. Обнаружили некоторые закономерности: доминирование альтернариевых грибов в семенах с черным зародышем, наибольшее разнообразие видов и высокий процент выделения фузариевых грибов из морщинистых семян. ....10 назв.*  
**Ключевые слова:** *Triticum aestivum*, внутренняя микобиота, черный зародыш, морщинистые и мелкие семена, *Alternaria* spp.

**Rozhkova T. O.** *Connection between external symptoms of pathology of winter wheat seeds and internal mycobiota in the conditions of the North-East of Ukraine. Three groups of abnormal winter wheat seeds (with a black seed germ, wrinkled seeds and small seeds) were isolated by macroscopic analysis in the conditions of the North-East of Ukraine. A study of the development of these symptoms during 2016–2018 showed the dominance of a black seed germ and seed wrinkling in the zones of Forest-Steppe and Polesie. Determination of the internal mycobiota of seeds showed a lack of connection between the external symptoms of pathology and fungi that were inside the seeds. Some patterns were discovered: the dominance of alternaria mushrooms in seeds with a black seed germ and the largest variety of species, and a high percentage of fusarium mushrooms developing from wrinkled seeds. 10 Ref.*  
**Key words:** *Triticum aestivum*, internal mycobiota, black point, wrinkled and small seeds, *Alternaria* spp.

**Вступ.** Усередині насіння пшениці озимої міститься значна кількість грибів, від сапрофітів до паразитів. Зовнішній вигляд насінин у деяких випадках обумовлений зараженням фітопатогенними видами. Так, фузаріозні зерна радикально відрізняються від здорових за зовнішніми ознаками, хімічним складом, структурно-механічним

властивостям, ферментативною активністю та харчовою цінністю. Здебільшого фузаріозні зернівки зморшкуваті рожевого забарвлення.

Зовнішні ознаки зерна є важливими для визначення класності зерна, коли визначають відсоток фузаріозних та з чорним зародком зернин. За діючим стандартом фузаріозні зерна описують як щуплі, зморшкуваті з втиснутою глибокою борозенкою та загостреними бочками, знебарвленою поверхнею, крихким ендоспермом, наявністю міцелію і спорношення у борозенці, нежиттєздатним зародком [3]. Подібні симптоми в природних умовах викликає найчастіше *Fusarium graminearum* Schwabe (рідко *F. culmorum* (W. G. Smith) Sacc.). Але відомим для фузаріозів є явище скритої інфекції. Тому частіше відсоток зараження за діагностики спеціальними методами (біологічним, молекулярним) виявляється набагато вищим за наявність типового фузаріозного насіння. Прояв інфекції залежить від виду гриба, його агресивності, умов зараження та перебігу інфекційного процесу. Такі види як *F. sporotrichioides* та *F. poae* найчастіше не викликають зовнішніх ознак зараження зерна [6].

Чорний зародок раніше пов'язували з присутністю бактерій та грибів таких родів: *Alternaria* sp., *Cochliobolus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Stemphylium* sp. Але дослідження останніх десятиріч пояснили почорніння зародку біохімічними реакціями у зерні: високою активністю пероксидаз, які окислюють фенольні речовини. Інші виключили біотичні чинники як причину чорного зародку, вказуючи на зв'язок симптомів з утворенням стресових та інших білків [1]. Завдячуючи науковим дослідженням, зв'язок зовнішніх ознак прояву фузаріозу та чорного зародку на сьогодні використовують для визначення товарного класу зерна пшениці в Україні [3]. Нажаль, ці дослідження провели у минулому столітті і на території іншої країни.

Тому метою наших досліджень було встановити залежність прояву патології насіння пшениці озимої з його внутрішньою мікобіотою.

**Матеріали і методи.** Зразки насіння пшениці озимої сортів української та іноземної селекції отримали з господарств Сумської області Лісостепу (Волошкава, Пилипівка, Поліська 90, Сонечко, Богдана) та Полісся (Смуглянка, Подолянка, Скаген, Краснодарська 99, Богдана). За макроскопічним аналізом виділили групи нормального та аномального насіння. Вивчення внутрішньої мікобіоти провели біологічним методом із застосуванням поживного середовища (картопляно-глюкозний агар) згідно чинного стандарту [4]. Перед висівом на поживне середовище насіння дезінфікували 0,5 %  $\text{KMnO}_4$  впродовж 3–5 хв. Ідентифікацію родів та видів провели за морфологічно-культуральними особливостями грибів [6, 9, 10].

Для порівняння міри подібності видів грибів, виділених з різного за зовнішніми ознаками насіння пшениці, використовували коефіцієнт подібності Жаккара [5].

**Результати.** Зовнішній огляд насіння за декілька років досліджень дозволив виділити 4 основні групи насіння пшениці озимої: здорове, виповнене з чорним зародком, зморшкувате різного ступеня та дрібне. Більшість обстеженого насіння була зовні здоровою. Результати макроскопічного аналізу у зонах Лісостепу та Полісся надано на рис. 1 та 2.

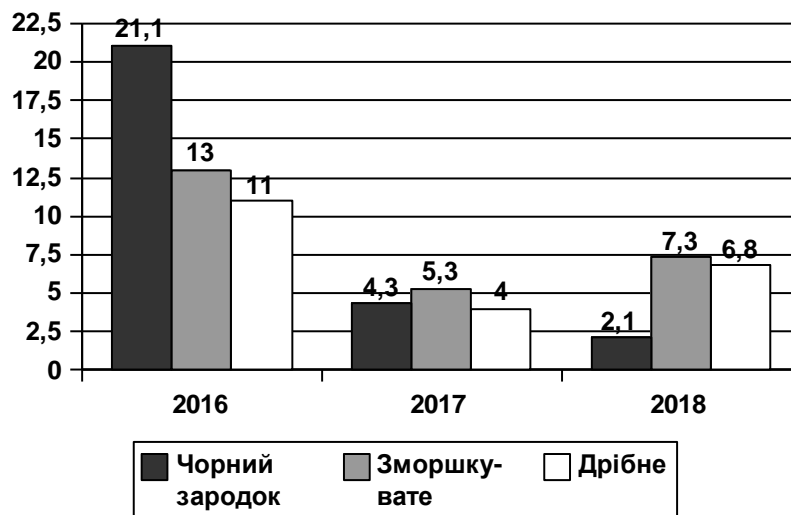


Рис. 1. Результати макроскопічного аналізу насіння пшениці озимої (Лісостеп, 2016—2018 рр.)

Кількість аномального насіння відрізнялась за роками досліджень. У зоні Лісостепу у 2016 р. відмітили найбільшу кількість насінини з різними ознаками, найвищий відсоток (21,1 %) склало насіння з чорним зародком. У 2017 р. найбільша кількість насіння була зморщеною (5,3 %), відсоток виявлення дрібного та з чорним зародком був майже однаковим: близько 4 %. У 2018 р. серед аномального переважало зморшкувате та дрібне насіння. Підрахунок середніх даних за три роки показав значну присутність у зоні Лісостепу насіння з чорним зародком (9,2 %), зморшкуватого (8,5 %) та дрібного (7,2 %).

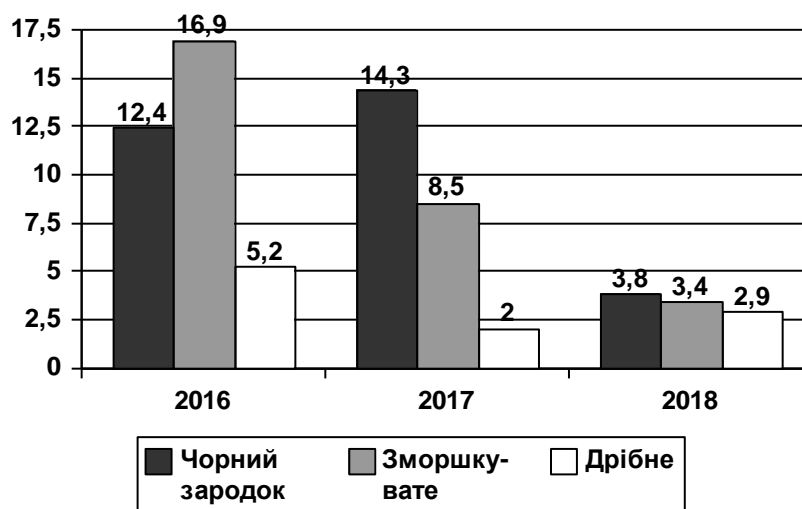
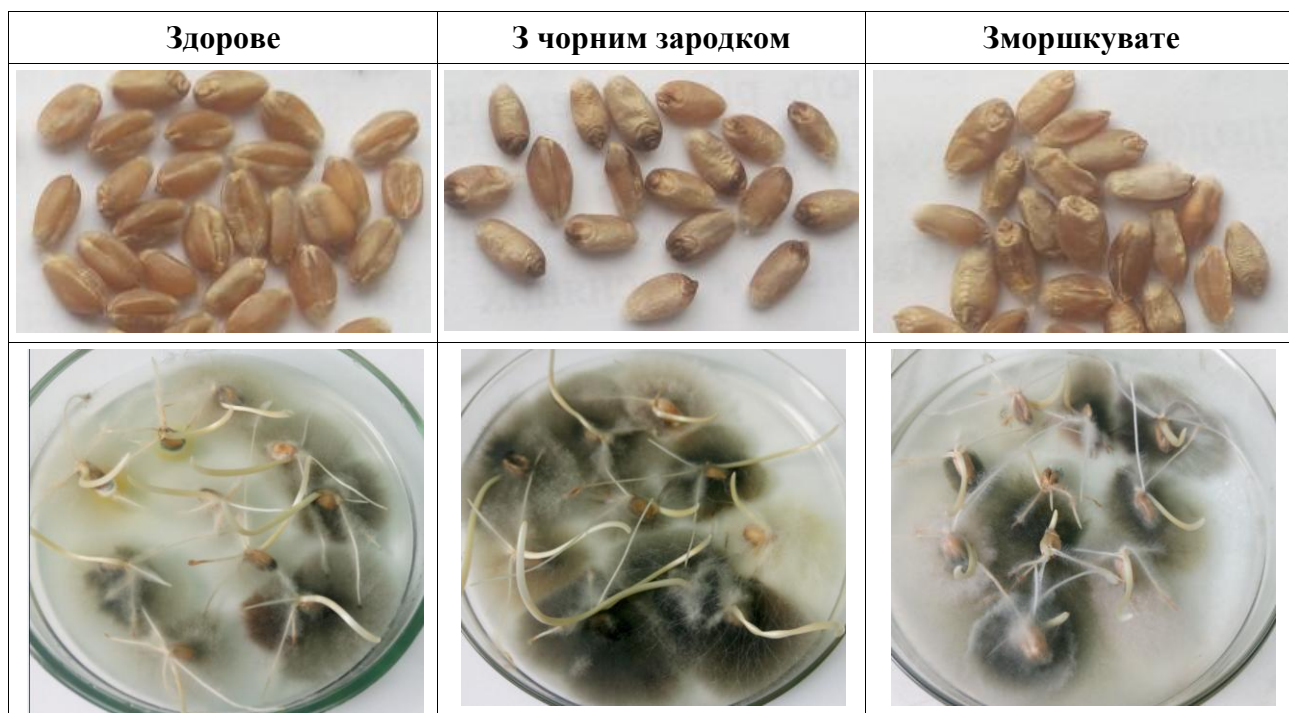


Рис. 2. Результати макроскопічного аналізу насіння пшениці озимої (Полісся, 2016–2018 рр.)

У Поліссі найвищий відсоток аномального насіння також зафіксували у 2016 р., серед якого домінувало зморшкувате. У 2017–2018 рр. відмітили найбільшу кількість насінин з чорним зародком. Середні дані за три роки досліджень показали домінування насіння з чорним зародком (15,3 %), значну присутність зморшкуватих (9,6 %) та незначну кількість дрібних (3,4 %) насінин.

Отож, у Лісостепу та Поліссі відмітили найбільшу кількість насіння з чорним зародком та зморшкуватого серед аномального. Тому після макроскопічного аналізу визначили внутрішню мікобіоту здорового, зморшкуватого та насіння з чорним зародком: з Лісостепу проаналізували сорт Богдана, з Полісся — сорт Краснодарська 99 (табл. 1–3).

### 1. Внутрішня мікrobiота та вигляд здорового і нездорового насіння пшениці озимої (сорт Богдана, 2018 р.)



### 2. Внутрішня мікrobiота здорового та нездорового насіння пшениці озимої (Лісостеп, сорт Богдана, 2017—2018 рр.)

Зовнішні ознаки	Виділення родів та видів %	
	2017	2018
Здорове	<i>Alternaria</i> spp. — 73; <i>Penicillium</i> spp.— 27	<i>Alternaria</i> spp. — 51,2; <i>Penicillium</i> spp.— 23,3; Рожеві колонії — 20,9; <i>Aureobasidium pullulans</i> — 4,6
Чорний зародок	<i>Alternaria</i> spp. — 77,5 <i>Penicillium</i> spp. — 28; <i>Trichothecium roseum</i> — 4,5	<i>Alternaria</i> spp. — 75,8; <i>Fusarium poae</i> — 8,1; <i>Penicillium</i> spp.— 6,5; <i>A. pullulans</i> — 4,8; <i>Mucor</i> spp. — 1,6; <i>Cladosporium</i> spp. — 1,6; Червоно-жовті колонії — 1,6
Зморшкувате	<i>Alternaria</i> spp. — 49,0; <i>Penicillium</i> spp.— 14,7; <i>Fusarium</i> spp.— 12,8; ( <i>F. culmorum</i> — 8,8; <i>F. oxysporum</i> — 1,0; <i>F. sporotrichioides</i> — 1,0); <i>T. roseum</i> — 10,8; <i>Mucor</i> spp. — 5,7	<i>Alternaria</i> spp. — 56,5; <i>Penicillium</i> spp.— 17,9; <i>Cladosporium</i> spp. — 4,8; <i>Mucor</i> spp.— 4,8; Рожеві колонії — 4,8 <i>Arthrinium caricicola</i> — 4,8; <i>A. pullulans</i> — 1,6; <i>Aspergillus niger</i> — 1,6; <i>Nigrospora oryzae</i> — 1,6; <i>Monilia</i> spp.— 1,6
НІР <sub>05</sub>	<i>Alternaria</i> spp. 2,5* <i>Penicillium</i> spp. 3,9	<i>Alternaria</i> spp. 3,6; <i>Penicillium</i> spp. 2,1; <i>A. pullulans</i> 1,8

\* — порівняння відсотку виділення родів та видів, які виділили з трьох груп насіння

З двох сортів гриби та інколи бактерії виділялись з кожної насінини, інколи навіть по декілька колоній з однієї. Випадків відсутності проростання мікроорганізмів з насіння озимої пшениці не зафіксовано. У середині нормальних та аномальних насінин переважали альтернарієві гриби.

У 2017 р. зовні здорове насіння сорту Богдана з Лісостепу України містило усередині альтернарієві та пеніцилові гриби. З насінин з чорним зародком окрім значної кількості грибів з родів *Alternaria* spp. (77,5 %) та *Penicillium* spp. (28 %) виділили ще 4,5 % *Trichothecium roseum*. У зморшкуватому насінні домінували альтернарієві гриби, з однаковою кількістю були присутніми пеніцилові, фузарієві гриби та *T. roseum*. Найменшу кількість виділення відмітили у *Mucor* spp. — 5,7 %. У 2018 р. альтернарієві гриби домінували у різних групах насіння, як і у 2017 р. Причому найбільшу їх кількість також відмітили у насінин з чорним зародком. Внутрішня мікобіота 2018 р. виявилась більш різноманітною, ніж у 2017 р. З насіння з чорним зародком виділили альтернарієві, фузарієві, пеніцилові гриби, а також *A. pullulans*, мукорові та кладоспорієві гриби і червоно-жовті колонії. Усередині зморшкуватих насінин домінували альтернарієві та пеніцилові гриби; 4,8 % склали кладоспорієві, мукорові гриби і *Arthrinium caricicola*, і незначну кількість (1,6 %) — *Aspergillus niger*, *Nigrospora oryzae* та *Monilia* spp.

Зовні здорове насіння сорту Богдана за два роки досліджень містило найменшу кількість родів грибів. Найбільшою різноманітністю внутрішньої мікобіоти відрізнялось від інших зморшкувате. З насіння з чорним зародком виділили найбільшу кількість альтернарієвих грибів.

Сорт Краснодарська 99 був відібраний для більш детального аналізу за результатами макроскопічного аналізу. Серед інших проаналізованих сортів він вирізнявся найбільшими показниками присутності аномального насіння.

### 3. Внутрішня мікобіота здорового та нездорового насіння пшениці озимої (Полісся, сорт Краснодарська, 2017–2018 рр.)

Зовнішні ознаки	Виділення родів та видів, %	
	2017	2018
Здорове	<i>Alternaria</i> spp. — 57,7 Червоно-жовті колонії — 28,2 <i>Penicillium</i> spp.— 6,4 <i>F. verticillioides</i> — 5,1 <i>Cladosporium</i> spp. — 2,6	<i>N. oryzae</i> — 31,3 <i>Alternaria</i> spp. — 23,4 <i>A. pullulans</i> — 17,2 <i>A. caricicola</i> — 17,2 <i>Penicillium</i> spp.— 10,9
Чорний зародок	<i>Alternaria</i> spp. — 64,9 Червоно-жовті колонії — 32,4 <i>Penicillium</i> spp.— 2,7	<i>Alternaria</i> spp. — 36,4; <i>A. caricicola</i> — 25,5; <i>N. oryzae</i> — 14,5; <i>Penicillium</i> spp.— 10,9; <i>A. pullulans</i> — 5,5; Червоно-жовті колонії — 3,6; <i>Trichoderma</i> spp. — 1,8; Бактерії — 1,8
Зморшкувате	<i>Alternaria</i> spp. — 34,0; Червоно—жовті колонії — 31,8; <i>F. verticillioides</i> — 15,3; <i>Penicillium</i> spp.— 10,6; <i>Mucor</i> spp. — 4,7; <i>Cladosporium</i> spp. — 2,4; <i>Trichoderma</i> spp. — 1,2	<i>N. oryzae</i> — 28,8 <i>Alternaria</i> spp. — 20; <i>A. caricicola</i> — 18,2 <i>A. pullulans</i> — 13,5 <i>Penicillium</i> spp.— 12,0 Бактерії — 2,0 <i>Fusarium poae</i> — 1,5; <i>F. sporotrichioides</i> — 1,5 <i>Acremoniella atra</i> — 1,5
НІР <sub>05</sub>	<i>Alternaria</i> spp. 5,0 Червоно—жовті колонії ** <i>Penicillium</i> spp. 1,2	<i>N. oryzae</i> 3,6 <i>Alternaria</i> spp. 3,6; <i>A. pullulans</i> 3,2 <i>A. caricicola</i> 3,5; <i>Penicillium</i> spp.**

\*\* — група насіння істотно не вплинула на виділення колоній цих грибів на 5 %—му рівні значущості

Колонії із зовні здорового насіння сорту Краснодарська 99, вирощеного в умовах Полісся у 2017 році, утворили альтернарієві, пеніцилові, фузарієві та кладоспорієві гриби. Усередині всіх груп домінували альтернарієві та гриби, які на середовищі проросли

червоно—жовтими колоніями. Зморшкувате насіння містило найбільшу кількість фузарієвих грибів та найбільшу кількість родів та видів внутрішньої мікобіоти насіння. У 2018 р. разом із альтернарієвими грибами усередині зовні здорового та зморшкуватого насіння домінував вид *N. oryzae* (31, 3 та 28, 8 %, відповідно). Цей гриб нетиповий для мікофлори насіння пшениці, але останніми роками його часто виділяють у різних країнах. Наприклад, у 2014 р. його вперше виділили у Казахстані [8]. В Індії *N. oryzae* був одним з представників мікофлори насіння пшениці з Західної Бенгалії [7]. Суттєво зріс відсоток виділення пеніцилових грибів у всіх виділених групах. Відмітили значну чисельність виділення нових видів: *A. pullulans* та *A. caricicola*. З насіння з чорним зародком та зморшкуватого були виділені колонії бактерій.

Впродовж двох років досліджень ендоефітної мікобіоти з сорту Краснодарська 99 з різних груп насіння визначили ряд таких закономірностей: найбільша кількість альтернарієвих грибів усередині насінини з чорним зародком, найрізноманітніший склад мікроорганізмів та найбільша чисельність фузарієвих грибів у зморшкуватому насінні.

Порівняли внутрішню мікобіоту за видовим складом з різного за зовнішніми ознаками насіння (табл. 4).

#### 4. Порівняння видового складу внутрішньої мікобіоти насіння пшениці озимої за коефіцієнтом Жаккара (середні дані за два роки)

Групи насіння з різними зовнішніми ознаками	Богдана	Краснодарська 99
Здорове — чорний зародок	0,55	0,6
Здорове — зморшкувате	0,35	0,65
Чорний зародок— зморшкувате	0,41	0,45

Отримали доволі суперечливі результати. Мікобіота з сорту Богдана найменш подібною за видовим складом була у здорового та зморшкуватого насіння, а більш схожою — у здорового та з чорним зародком. Видовий склад мікобіоти з сорту Краснодарська 99 найбільш вирізнявся зі зморшкуватого насіння та з чорним зародком, найподібнішим він був у здорового та зморшкуватого насіння. Коефіцієнт подібності видів Жаккара коливався у межах 0,35–0,65. У більшості випадків зафіксували наявність подібних видів з різних груп насіння пшениці озимої.

**Висновки.** В умовах Північного Сходу України серед аномального домінували дві групи: насіння з чорним зародком та зморшкувате. Вивчення його внутрішньої мікобіоти дозволило виявити деякі закономірності: домінування альтернарієвих грибів у насінні з чорним зародком, найбільшу різноманітність видів та найвищий відсоток виділення фузарієвих грибів зі зморшкуватих насінин. Не встановили залежності зовнішніх ознак (чорного зародку та зморшкуватості) від формування внутрішньої мікобіоти. Більшість грибів знаходилась усередині нормального та аномального насіння: *Alternaria* spp., *Penicillium* spp., *A. pullulans*, *N. oryzae*, *F. verticillioides*, *Cladosporium* spp., *A. caricicola*, рожеві та червоно-жовті колонії. Але виявили мікроорганізми, які траплялись лише у зморшкуватому насінні та з чорним зародком: *T. roseum*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*, *Mucor* spp., *Trichoderma* spp. та бактерії. Більшість цих видів мала незначний відсоток виділення, якій не міг вплинути на прояв патологічних ознак всього аномального насіння.

**Бібліографічний список:** 1. Ганнибал Ф. Б. Альтернариоз зерна — сучасний погляд на проблему. *Защита и карантин растений*. 2014. № 6. С. 11–15. 2. Ганнибал Ф. Б. Изучение факторов, влияющих на развитие альтернариоза зерна у злаков,

возделываемых в европейской части России. *Сельскохозяйственная биология*. 2018. Том 53. № 3. С. 605–615. **3. ДСТУ 3768:2010**. Пшениця технічні умови. Київ, 2010. 14 с. **4. ДСТУ 4138-2002**. Насіння сільськогосподарських культур. методи визначення якості. Київ, 2003. 170 с. **5. Мэгарран Э.** Экологическое разнообразие и его измерение. Москва, 1992. 182 с. **6. Фузариоз зерновых культур** / Т. Ю. Гагкаева и др. *Защита и карантин растений*. 2011. № 5. С. 70–112. **7. A review on seed borne mycoflora associated with different cereal crop seeds and their management** / T. Ghosh et al. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*. 2018. 19 (3&4) Pp. 107–117. **8. Eken C., Tulegenova Z., Yechshzhanov T.** First Report of *Nigrospora oryzae* on Wheat in Kazakhstan. *Plant Disease*. 2016. Vol. 100. № 4. P. 861. **9. Warham E. J., Butler L. D., Sutton B. C.** Seed Testing of Maize and Wheat. A Laboratory Guide. Mexico, 1996. 84 p. **10. Watanabe T.** Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species. Washington, 2002. 486 p.

Одержано редколлегією 30.05.2019  
E-mail: rozhkova8@gmail.com