

О. А. Грицев<sup>1,2\*</sup>, О. Л. Зозуля<sup>2</sup>, Н. Г. Воробйова<sup>1</sup>,  
Л. М. Сківка<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Київський національний університет імені Тараса Шевченка, ННЦ «Інститут біології та медицини», вул. Володимирська 60/13, Київ, 01601, Україна;

<sup>2</sup>ТОВ «Сингента», вул. Козацька 120/4, Київ, 03680, Україна,  
тел.: +38(097) 579 01 83 e-mail: olehhrytsev@gmail.com

## МОНІТОРИНГ ВИДОВОГО СКЛАДУ ГРИБІВ РОДУ *FUSARIUM* У НАСІННЄВОМУ МАТЕРІАЛІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

**Мета роботи.** Дослідити видовий склад грибів роду *Fusarium* у насіннево-му матеріалі озимої пшениці по регіонах України. **Методи.** Зараженість насіння визначали під час пророщення у рулонах фільтрувального паперу. Молекулярну ідентифікацію видового складу грибів проводили за допомогою комерційних тест-систем. **Результати.** Проведений аналіз 109 зразків насінневого матеріалу озимої пшениці, зібраний з 78 районів, що входять до складу 21 області України. Практично у всіх зонах вирощування зернових культур на території України зерно пшениці уражене грибами роду *Fusarium*. Найбільша кількість уражених зразків пшениці виявлена на території західних та центральних областей. Переважальними видами у комплексі роду *Fusarium* були *F. graminearum*, *F. sporotrichioides* та *F. avenaceum*. **Висновки.** Високий рівень інфікованості зерна пшениці збудника фузаріозів зумовлює необхідність щорічного моніторингу цього фітосанітарного показника на території України.

**Ключові слова:** фітопатогенні гриби, *Fusarium*, пшениця, фузаріози.

Одним із найважливіших напрямів розвитку сільського господарства в Україні є підвищення ефективності зернового комплексу. Зернові культури залишається ядром аграрного експорту держави. Головною зерновою культурою України є озима пшениця, на яку припадає майже 20% усіх посівних площ і 50% валового збору зернових у країні. Проте в останні роки спостерігається погіршення фітосанітарного стану посівів озимої пшениці. Причини цього явища є систематичне порушення вимог систем землеробства [5].

Відомо, що зернові культури можуть уражуватися понад 300–350 видами різноманітних організмів. Це комахи, гриби, бактерії, віруси, нематоди, гризуни, бур'яни тощо. Але основну загрозу для втрати врожаю, особливо на початкових фазах розвитку, в осінньо-зимовий період, становлять збудники грибкових інфекцій, серед яких одне з провідних місць посідають мікроміцети роду *Fusarium* [6, 7, 10]. Нестандартні погодні умови весняно-літніх періодів кількох останніх років обмежили, наприклад, поширення та накопичення фітофагів, але, водночас, сприяли посиленому розвитку грибних



хвороб. Інфікування зерна пшениці патогенними видами грибів цього роду знижує енергію його проростання та схожість, погіршує щільність клейковини та хлібопекарські властивості борошна. У зерні накопичуються мікотоксини – фузаріотоксини [8, 12]. Використання фузаріозного зерна пшениці у складі харчових або кормових продуктів може стати причиною розвитку аліментарних мікотоксикозів людини і тварин [6, 13, 15]. Найпоширенішими фузаріотоксинами є Т-2 токсин, дезоксиніваленон (ДОН або вомітоксин) та зеареленон (F-2 токсин), на котрі встановлені граничні норми вмісту в зерні та продуктах його переробки [3]. Мікотоксини практично не руйнуються у процесі переробки зернової сировини. Вони характеризуються мутагенною, тератогенною, канцерогенною, імуносупресивною та алергізувальною дією і складають серйозну загрозу здоров'ю і життю людини [2, 6].

Фузаріоз зерна за багатьма аспектами є унікальним захворюванням рослин, надзвичайно важким для вивчення. Одна з його відмітних особливостей – специфічна етіологія – участь у патологічному процесі комплексу різних видів грибів роду *Fusarium*. Вивчення складу етіологічних чинників фузаріозів є необхідною складовою для пошуку стійких сортів пшениці і планування фітосанітарних заходів, необхідних для вирішення проблеми зниження шкідливості цієї фітопатології.

Метою даної роботи було дослідити видовий склад грибів роду *Fusarium* у насінневому матеріалі озимої пшениці на території України.

### Матеріали і методи

Дослідження проводилися на базі лабораторії Білоцерківського діагностичного центру ТОВ «Сингента».

Об'єктами дослідження були 109 зразків насінневого матеріалу озимої пшениці, відібрані з 78 районів, що входять до складу 21 області України. Зараженість насіння визначали під час пророщення у рулонах фільтрувального паперу за температури 23 °С при сталій вологості повітря – 70% згідно ДСТУ 4138:2002 [4]. Для подальших досліджень та ідентифікації видового складу відбирали зразки з видимими симптомами фузаріозного ураження.

Усі роботи проводили в умовах ламінарного боксу 2-го класу захисту з дотриманням заходів асептики. Виділення тотальної ДНК з насінневого матеріалу проводили за допомогою комерційного набору для виділення ДНК з біологічного матеріалу (Агроген ново, Україна). Концентрацію ДНК, отриману з досліджуваних зразків, визначали на спектрофотометрі NanoDrop 1000 (Thermo Fisher Scientific, USA) та доводили стерильною дейонізованою водою до кінцевої концентрації 10 нг в 1мкл. Молекулярну ідентифікацію збудників фузаріозів проводили з використанням комплектів реагентів для проведення ПЛР-ампліфікації ДНК фітопатогенів згідно інструкції виробника (Агродіагностика, Росія). Детекцію ПЛР-продуктів здійснювали методом горизонтального електрофорезу в 2% агарозному гелі забарвленого бромистим етидієм з наступним відеогельдокументуванням на обладнанні Bio-Rad Gel Doc™ XR+ (Bio-Rad Laboratories Ltd., USA).



### Результати та їх обговорення

Кількісний та якісний склад різних видів фузарієвих грибів у біологічному матеріалі залежить від багатьох чинників, оскільки вони по-різному реагують на вологу та температуру навколишнього середовища. Види грибів роду *Fusarium* різняться за екологічними потребами, тому вони розподілені по різних природних нішах не випадковим чином – умови середовища впливають на видовий склад патогенів. Оскільки більшість видів фузарієвих грибів може існувати на широкому колі рослин, то представленість певного виду, у першу чергу, буде визначатися природно-кліматичними особливостями регіону, а його розповсюдженість залежить від щорічних метеорологічних флуктуацій. Досить часто з одного зразка зерна можна виділити представників 10–15 різних видів грибів роду *Fusarium*. Навіть з однієї зернівки можуть виділятися декілька видів грибів. Проте в певній місцевості характерним є переважальними лише 1–4 видів [1].

За результатами проведеного дослідження на насінневому матеріалі озимої пшениці було виявлено та ідентифіковано сім видів грибів роду *Fusarium*: *F. avenaceum*, *F. culmorum*, *F. graminearum*, *F. langsethiae*, *F. poae*, *F. sporotrichioides*, *F. tricinctum*. Серед них, переважальним видом у більшості регіонів України був *F. graminearum* (табл.).

Частота виявлення цього збудника серед 109 досліджуваних зразків становила 71%. Цей вид є особливо небезпечним через його здатність продукувати мікотоксин ДОН. Згідно даних літератури *F. graminearum* переважає серед збудників фузаріозів зернових культур у Північній Америці та Південній Європі [11]. За нашими даними цей збудник зустрічався у великій кількості в різних географічних регіонах України: Донецькій, Запорізькій, Кіровоградській, Сумській, Херсонській, Черкаській та Чернігівській областях. Відсутність залежності поширення цього збудника фузаріозів від географічного положення досліджуваного регіону свідчить про те, що кліматичні особливості є не єдиним чинником, котрий визначає частоту його виявлення. Додатковими чинниками слід вважати довготривале систематичне порушення вимог систем землеробства [6], а також переважання тих чи інших сортів зернових культур, у тому числі й пшениці, котрі характеризуються різною чутливістю до збудників фузаріозів [9].

Також слід зауважити на високу частоту виявлення *F. sporotrichioides* та *F. avenaceum*, яка становила 18,5% та 13,9% відповідно. Гриб *F. sporotrichioides* утворює високотоксичний Т2-токсин. Частка цього виду в комплексі роду переважала у Дніпропетровській, Запорізькій та Луганській областях.

Загалом, ці три види фузарієвих грибів в складі роду становили 71,7% серед усіх ідентифікованих (рис.). Слід зазначити, що згідно з ДСТУ 3768:2010 уражених фузаріозом зерен не повинно бути більше, ніж 0,3–0,5% залежно від класу зерна.

Наступним за частотою виявлення був *F. poae*, який ідентифікували у 28% досліджуваних зразків. *F. poae* є надзвичайно небезпечним збудником, оскільки є одним із головних продуцентів трихотеценів, великої групи се-

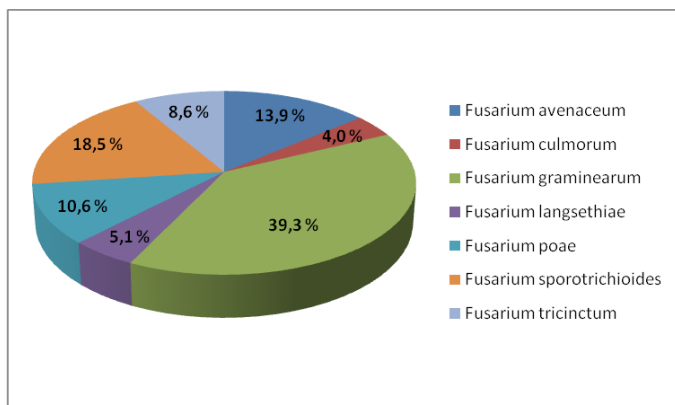
сквітерпенових епоксидів – мікотоксинів, котрі пригнічують синтез білка в еукаріотній клітині і, у такий спосіб, спричиняють розвиток анемії та імуно-супресію [14].

Таблиця  
Представленість ідентифікованих видів *Fusarium* (%) у насіннєвому матеріалі озимої пшениці по областях України

Table  
Representation of the identified species of *Fusarium* (%) in winter wheat seed by the regions of Ukraine

Області	<i>Fusarium avenaceum</i>	<i>Fusarium cerealis</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium langsethiae</i>	<i>Fusarium poae</i>	<i>Fusarium sporotrichioides</i>	<i>Fusarium tritinctum</i>
Волинська	17,6	0	0	17,6	17,6	12,0	17,6	17,6
Дніпропетровська	14,3	0	14,3	14,3	14,3	0	28,5	14,3
Донецька	0	0	0	77,8	0	0	11,1	11,1
Житомирська	18,2	0	9,0	36,5	0	27,3	0	9,0
Запорізька	0	0	0	50,0	0	0	50,0	0
Івано-Франківська	16,6	0	8,5	16,6	8,5	16,6	16,6	16,6
Київська	33,4	0	0	46,6	0	6,7	13,3	0
Кіровоградська	11,1	0	0	55,5	0	22,3	11,1	0
Луганська	7,7	0	0	7,7	0	30,7	38,5	15,4
Львівська	16,8	0	0	16,6	16,6	16,8	16,6	16,6
Миколаївська	30,7	0	0	46,1	0	7,8	15,4	0
Одеська	13,1	0	0	26,0	4,4	17,4	21,7	17,4
Полтавська	0	0	10,0	30,0	0	20,0	30,0	10,0
Рівненська	10,0	0	0	20,0	20,0	20,0	10,0	20,0
Сумська	33,4	0	0	66,6	0	0	0	0
Тернопільська	5,0	0	5,0	20,0	10,0	20,0	20,0	20,0
Харківська	25,0	0	0	41,6	0	16,7	16,7	0
Херсонська	0	0	15,4	61,5	0	0	23,1	0
Хмельницька	10,0	0	10,0	10,0	20,0	10,0	20,0	20,0
Черкаська	0	0	0	100,0	0	0	0	0
Чернігівська	20,0	0	0	60,0	0	0	20,0	0





**Рис. Видовий склад грибів роду *Fusarium* (%), виявлених на насінні озимої пшениці в Україні**

**Fig. Species composition of fungi of the genus *Fusarium* (%) found on winter wheat seeds in Ukraine**

Слід відзначити досить високий відсоток у видовому складі ідентифікованих фузарій *F. tricinctum* (8,6%), котрий продукує мікотоксин моніліформін, вміст якого не регламентується, проте він являє небезпеку для здоров'я ссавців та птахів через цитотоксичну та кардіоміопатичну дію. Варто зазначити, що на організм тварин мікотоксини найчастіше справляють синергічний і адитивний вплив. Так, один з мікотоксинів полегшує іншому шлях проникнення у клітину тваринного організму, тоді дія останнього підвищується. Адитивний тип взаємовпливу серед мікотоксинів властивий для ДОН і охратоксину А, ДОН і афлотоксину, Т-2 токсину і фумонізинів В, у результаті чого відбувається підсилення токсичної дії одного мікотоксину за наявності іншого.

Крім вищевказаних видів виявляли *F. langsethiae* та *F. culmorum*. Частота виявлення цих двох видів серед всіх зразків 5% та 4% відповідно. Моніторинг представленості *F. langsethiae* в європейських країнах є пріоритетним, оскільки в останні роки підвищилося забруднення зерна Т-2 токсином пов'язаним з розповсюдженням цього виду [8]. *F. culmorum*, який є джерелом снігової плісняви та може бути причиною корневих гнилей і фузаріозу колоса, поодиноким виявляється переважно у західних областях України.

Що стосується географії розповсюдження фузаріозних грибів на території України, то в наших дослідженнях були відзначенні суттєві відмінності за загальним відсотком інфікованості зразків та співвідношенням ідентифікованих видів на насінневому матеріалі озимої пшениці у різних регіонах країни. Зокрема в західних та центральних областях простежується значно вищий інфекційний фон, ніж в інших регіонах України. Це пов'язано з тим, що гриби, як і всі інші організми, реагують на зміну чинників навколишнього середовища. Широке розповсюдження одних видів грибів і вузьколокальне — інших, регулярні епіфітотії в одних регіонах і незначний розвиток хвороби в інших, у першу чергу, пов'язаний з умовами середовища. Отримані дані під-

тверджують, що збудникам фузаріозних хвороб притаманні пристосувальні реакції, які дозволяють їм існувати в мінливих ґрунтово-кліматичних умовах.

Результати проведеного аналізу показують наявність у всіх зонах вирощування зернових культур на території України значний запас інфекції фузарієвих грибів, в тому числі продуцентів небезпечних мікотоксинів. Будь-які сприятливі для цих грибів зміни можуть спричинити значне погіршення посівних та харчових якостей зерна, знизити урожайність та сприяють до накопичення мікотоксинів у зерні, що може мати негативні наслідки для здоров'я людини та тварин і зумовлює необхідність щорічного моніторингу ураження зерна мікроміцетами з роду *Fusarium* на території України.

О. А. Грищев<sup>1,2</sup>, О. Л. Зозуля<sup>2</sup>, Н. Г. Воробьева<sup>1</sup>,  
Л. М. Сківка<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, УНЦ «Институт биологии и медицины», ул. Владимирская 60/13, Киев, 01601, Украина, e-mail: olehhrytsev@gmail.com;

<sup>2</sup>ООО «Сингента», ул. Казацкая 120/4, Киев, 03680, Украина

## МОНІТОРИНГ ВИДОВОГО СОСТАВА ГРИБОВ РОДА *FUSARIUM* В СЕМЕННОМ МАТЕРИАЛЕ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА ТЕРРИТОРИИ УКРАИНЫ

### Реферат

**Цель.** Исследовать видовой состав грибов рода *Fusarium* в семенном материале озимой пшеницы по регионам Украины. **Методы.** Инфицированность зерен определяли во время проращивания в рулонах фильтровальной бумаги. Молекулярную идентификацию видового состава проводили с помощью коммерческих тест-систем. **Результаты.** Проведен анализ 109 образцов семенного материала озимой пшеницы, собранного в 78 районах, входящих в состав 21 области Украины. Практически во всех регионах выращивания зерновых культур на территории Украины зерно поражено грибами рода *Fusarium*. Наибольшее количество пораженных образцов пшеницы выявлено на территории западных и центральных областей. Преобладающими видами в комплексе рода *Fusarium* были *F. graminearum*, *F. sporotrichioides* та *F. avenaceum*. **Выводы.** Высокий уровень инфицированности зерна пшеницы возбудителями фузариозов обуславливает необходимость ежегодного мониторинга этого фитосанитарного показателя на территории Украины.

**Ключевые слова:** фитопатогенные грибы, *Fusarium*, пшеница, фузариозы.





**O. A. Hrytsev<sup>1,2</sup>, A. L. Zozulya<sup>2</sup>, N. G. Vorobieva<sup>1</sup>, L. M. Skivka<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Taras Shevchenko National University of Kyiv, ESC "Institute of Biology and Medicine",  
60/13, Volodymyrska str., Kyiv, Ukraine, 01601,  
e-mail: olehhrytsev@gmail.com;

<sup>2</sup>LLC «Syngenta», 120/4, Kozatska str., Kyiv, Ukraine, 03680

## MONITORING OF SPECIES COMPOSITION OF FUNGI OF THE GENUS *FUSARIUM* IN SEED MATERIALS OF WINTER WHEAT ON UKRAINIAN TERRITORY

### Summary

**Aim.** To investigate strain composition of fungi of the genus *Fusarium* in winter wheat grain in Ukraine. **Methods.** Contamination of wheat grains with fungi was detected during their sprouting in rolls of filter paper. Molecular diagnostics of strain composition was performed with the use of commercial test-systems. **Results.** The analysis of 109 seed samples of winter wheat from 21 regions of Ukraine was conducted. Virtually in all regions of the cultivation of grain crops in Ukraine, grains are affected by fungi of the genus *Fusarium*. The greatest number of affected samples of wheat was revealed on the territory of western and central regions. The prevail species in the complex of the genus *Fusarium* were *F. graminearum*, *F. sporotrichioides* and *F. avenaceum*. **Conclusions.** The high level of the wheat grain infection with causative agents of fusariosis necessitates annual monitoring of this phytosanitary index on the territory of Ukraine.

*Key words:* phytopathogenic fungi, *Fusarium*, wheat, fusariosis.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гагкаева Т. Ю., Гаврилова О. П., Левитин М. М., Новожилов К. В. Фузариоз зерновых культур // Приложения к журналу «Защита и карантин растений». – 2011. – 5. – 120 с.
2. Гагкаева Т. Ю., Ганнибал Ф. Б., Гаврилова О. П. Зараженность зерна пшеницы грибами *Fusarium* и *Alternaria* на юге России в 2010 году // Защита и карантин растений. – 2012. – № 5. – С. 37–41.
3. ДСТУ 3768:2010. Пшениця. Технічні умови. – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 17 с.
4. ДСТУ 4138:2002. Насіння сільськогосподарських культур. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 170 с.
5. Моргун В. В., Топчий Т. В. Пошук нових джерел стійкості пшениці озимої до основних збудників грибних хвороб // Физиология растений и генетика. – 2016. – т. 48, № 5. – С. 393–400.
6. Тимощук Т. М., Трембіцький В. А., Бачинська Н. М., Дереча І. М. Моніторинг поширення токсиноутворюючих мікроміцетів зерна пшениці озимої в умовах Полісся // Агроекологія. – 2014. – 2(42). – С. 87–93.
7. Швартау В. В., Зозуля О. Л., Михальська Л. М., Санін О. Ю. Фузаріози культурних рослин. – К.: Логос, 2016. – 164 с.
8. Beli D., Laze A., Stafasani M., Varaku S., Ceca E. Influence of Fusariosis in the biochemical and rheological properties of different wheat cultivars // JMEST. – 2017. – V. 4(9). – P. 8250–8255.



9. Cuperlovic-Culf M., Wang L., Forseille L., Boyle K., Merkley N., Burton I., Fobert P.R. Metabolic biomarker panels of response to fusarium head blight infection in different wheat varieties // *PloS One*. – 2016. – 11(4) : e0153642. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153642>.

10. Figueroa M., Hammond-Kosack K. E., Solomon P. S. A review of wheat diseases – a field perspective // *Mol Plant Patol*. – 2017. – DOI: <https://doi.org/10.1111/mpp.12618>.

11. Grabowski A., Siuda R., Lenc L., Jaroszek-Scisel J. Effects of the degree of fusariosis on the physical characteristics of individual wheat kernels // *International Journal of Food Science and Technology*. – 2012. – DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.02949.x>.

12. Hudec K., Muchova D. Influence of Temperature and Species Origin on *Fusarium spp.* And *Microdochium nivale* Pathogenicity to Wheat Seedlings // *Plant Protect. Sci.* – 2010. Vol. 46, No. 2. – P. 59–65.

13. Nesic K., Ivanovic S., Nesic V. Fusarial toxins: secondary metabolites of *Fusarium* fungi // *Rev Environ Contam Toxicol*. – 2014. – 228. – P. 101–20. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-01619-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-01619-1_5).

14. Stanciu O., Banc R., Cozma A., Filip L., Miere D., Manes J., Loghin F. Occurrence of *Fusarium* Mycotoxins in Wheat From Europe – a Review // *Acta Universitatis Cibiniensis Series E :FOOD TECHNOLOGY*. – 2015. – Vol. XIX, no. 1. – P. 35-60. DOI: <https://doi.org/10.1515/auaft-2015-0005>.

15. van der Lee T., Zhang H., van Diepeningen A., Waalwijk C. Biogeography of *Fusarium graminearum* species complex and chemotypes : a review // *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2015; 32(4): 453 – 60. DOI: <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.984244>.

## References

1. Gagkaeva Tyu, Gavrilova OP, Levitin MM, Novozhilov KV. Fusarium head blight. *Prilozheniya k zhurnalu «Zaschita i karantin rasteniy»*. 2011;(5):120. (in Russian)

2. Gagkaeva Tyu, Gannibal FB, Gavrilova OP. Infection of wheat grain with fungi *Fusarium* and *Alternaria* in outhern Russia in 2010. *Zaschita i karantin rasteniy*. 2012;(5):37-41. (in Russian)

3. DSTU 3768:2010. Wheat. Specifications. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 2010:17. (in Ukrainian)

4. DSTU 4138:2002. Seeds of agricultural crops. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. 2003:170. (in Ukrainian)

5. Morgun VV, Topchiiy TV. Search for new sources of resistance of winter wheat to the main causal agents of fungal diseases. *Fiziologiya rasteniy i genetika*. 2016;48(5):393–400. (in Ukrainian)

6. Tymoschuk TM, Trembitsky VA, Bachinsk NM, Derech IM. Monitoring of the distribution of toxic micromycetes of wheat grains of winter wheat in the Polissya. *Ahroekolohiia*. 2014;2(42):87-93. (in Ukrainian)

7. Shvartau VV, Zozulya OL, Mykhalska LM, Sanin Oyu. Fusariosis of cultivated plants. Kyiv: Logos, 2016. 164 p. (in Ukrainian)





8. Beli D, Laze A, Stafasani M, Varaku S, Ceca E. Influence of Fusariosis in the biochemical and rheological properties of different wheat cultivars. JMEST. 2017;4(9):8250-8255.

9. Cuperlovic-Culf M, Wang L, Forseille L, Boyle K, Merkley N, Burton I, Fobert PR. Metabolic biomarker panels of response to fusarium head blight infection in different wheat varieties. PloS One. 2016;11(4): e0153642. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0153642>.

10. Figueroa M, Hammond-Kosack KE, Solomon PS. A review of wheat diseases – a field perspective. Mol Plant Patol. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/mpp.12618>.

11. Grabowski A, Siuda R, Lenc L, Jaroszek-S`cisel J. Effects of the degree of fusariosis on the physical characteristics of individual wheal kernels. International Journal of Food Science and Technology. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.02949.x>.

12. Hudec K, Muchova D. influence of temperature and species origin on Fusarium spp. And Microdochium nivale pathogenicity to wheat seedlings. Plant Protect. Sci. 2010;46(2):59-65.

13. Nestic K, Ivanovic S, Nestic V. Fusarial toxins: secondary metabolites of Fusarium fungi. Rev Environ Contam Toxicol. 2014;228:101-20. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-01619-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-01619-1_5).

14. Stanciu O, Banc R, Cozma A, Filip L, Miere D, Manes J, Loghin F. Occurrence of Fusarium mycotoxins in wheat from Europe – a Review. Acta Universitatis Cibiniensis Series E :FOOD TECHNOLOGY. 2015;19(1):35-60. DOI: <https://doi.org/10.1515/aucft-2015-0005>.

15. van der Lee T, Zhang H, van Diepeningen A, Waalwijk C. Biogeography of Fuarium graminearum species complex and chemotypes : a rewiew. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2015; 32(4):453 – 60. DOI: <https://doi.org/10.1080/19440049.2014.984244>.

Стаття надійшла до редакції 06.06.2018 р.

