



UDC 632.4:633.11:632.952

CONTROL OF CAUSATIVE AGENTS OF FUSARIUM HEAD BLIGHT OF WINTER WHEAT IN APPLYING MODERN FUNGICIDES

T. Tymoshchuk, H. Kotelnytska, O. Gurmanchuk, I. Serba, R. Yurchyk, O. Shchulga

Article info

Received

23.06.2020

Accepted

19.08.2020

Polissia National
University
7, Staryi Blvd,
Zhytomyr,
10008, Ukraine

E-mail:

tat-niktim@ukr.net

Tymoshchuk, T., Kotelnytska, H., Gurmanchuk, O., Serba, I., Yurchyk, R., Shchulga, O. (2020). Control of causative agents of Fusarium head blight of winter wheat in applying modern fungicides. Scientific Horizons, 08 (93), 112–118. doi: 10.33249/2663-2144-2020-93-8-112-118.

The mass development of fungal diseases of grain crops leads to a decrease in grain yielding capacity and deterioration of its quality. Crops are particularly threatened by pathogenic agents, including the causative agents of Fusarium head blight, which can contaminate crop supplies with mycotoxins and have a negative impact on human health. The treatment of winter wheat crops with fungicides is considered to be one of the main measures to limit the development of fusariosis. Our research was aimed at studying the effectiveness of modern fungicides applied to control the development of pathogens of Fusarium head blight in the agrophytocenosis of winter wheat. Such species as *F. graminearum* (68.0 %), *F. oxysporum* (17.0 %) and *F. culmorum* (7.0 %) were found to be the most common species of winter wheat mycobiota. The application of fungicides in the phase of BBCH 59–61 of winter wheat promotes to the decrease in the development of Fusarium head blight pathogens by 14.4–18.0 %. The technical efficiency of modern fungicides used for the protection of winter wheat from Fusarium head blight is 70–88 %. A considerable conservation of the grain yield – 0.29–0.55 t/ha compared to the control (water treatment) resulted from the treatment of winter wheat crops with modern fungicides with different chemical composition. The treatment of crops with fungicides Suprim, EW (tebuconazole, 133 g/l + prochloraz, 267 g/l) and Reks Duo, SC (epoxiconazole, 187 g/l + thiophanate-methyl, 310, g/l) ensures the yield preservation up to 0.37–0.41 t/ha. The highest grain yield (8.19 t/ha) was obtained while treating winter wheat crops with the fungicide Osiris Star, EC (epoxiconazole, 56.25 g + metconazole, 41.25 g/l) with a consumption rate of 1.5 l/ha. Comparing to the treatment of crops with water, the yield preserved is 7.2 %. Further research should be focused on studying the species composition of the microbiota of winter wheat seeds depending on the fungicides applied in the phase of BBCH 59-61.

Key words: grain yield, crop treatment, technical efficiency, persistence score, development, expansion.

КОНТРОЛЬ ЗБУДНИКІВ ФУЗАРІОЗУ КОЛОСУ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ФУНГІЦИДІВ

Т. М. Тимошук, Г. М. Котельницька, О. В. Гурманчук, І. В. Серба, Р. В. Юрчик, О. В. Шульга

Поліський національний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

Масовий розвиток грибних хвороб зернових культур призводить до зниження урожайності зерна та погіршення його якості. Особливу загрозу посівах становлять патогени, у тому числі і збудники

фузаріозу колоса, які здатні забруднювати рослинницьку продукцію мікотоксинами та виявляти негативний вплив на здоров'я людини. Одним із основних заходів обмеження розвитку фузаріозу колосу є обробка посівів пшениці озимої фунгіцидами. Метою наших досліджень було вивчити ефективність сучасних фунгіцидів для контролю розвитку збудників фузаріозу колосу в агрофітоценозі пшениці озимої. Встановлено, що у видовому складі мікобіоти колосу пшениці озимої найбільш поширеними були види *Fusarium graminearum* (68,0 %), *F. oxysporum* (17,0 %) та *F. culmorum* (7,0 %). Застосування фунгіцидів у фазі ВВСН 59–61 пшениці озимої забезпечує зниження розвитку збудників фузаріозу колоса на 14,4–18,0 %. Технічна ефективність застосування сучасних фунгіцидів у захисті пшениці озимої від фузаріозу колоса становить 70–88 %. За обробки посівів пшениці озимої сучасними фунгіцидами з різним хімічним складом отримано істотне збереження врожаю зерна – 0,29–0,55 т/га порівняно із контролем (обробка водою). Обробка рослин фунгіцидами Супрім, ЕВ (тебуконазол, 133 г/л + прохлораз, 267 г/л) та Рекс Дуо, КС (епоксиконазол, 187 г/л + тіофанат-метил, 310, г/л) забезпечує збереження врожаю до 0,37–0,41 т/га. Найвищу урожайність зерна (8,19 т/га) отримано за обробки посівів пшениці озимої фунгіцидом Осіріс Стар, КЕ (епоксиконазол, 56,25 г/л + метконазол, 41,25 г/л) з нормою витрати 1,5 л/га. Збережений врожай становить 7,2 % порівняно з обробкою посівів водою. Подальші дослідження слід зосередити на вивченні видового складу мікобіоти насіння пшениці озимої залежно від застосування фунгіцидів у фазі ВВСН 59–61.

Ключові слова: урожайність зерна, обробка посівів, технічна ефективність, бал стійкості, розвиток.

Вступ

За сучасних умов аграрного виробництва важливим завданням є збільшення обсягів вирощування продукції рослинництва. Чільне місце серед зернових культур займає пшениця озима, виробництво зерна якої забезпечує вирішення продовольчої і кормової проблем в Україні. Генетичний потенціал продуктивності сучасних сортів сільськогосподарських культур, у тому числі пшениці озимої, можна реалізувати шляхом удосконалення агротехнологій вирощування (Orlovskyi et al., 2019). На жаль, значної шкоди посівам пшениці озимої завдають шкідливі організми, що суттєво знижує їх продуктивність.

Моніторинг фітосанітарного стану агрофітоценозів зернових колосових культур дає підстави стверджувати, що виявлено тенденцію до зростання поширення та розвитку мікроміцетів роду *Fusarium* у всіх зонах їх вирощування (Kovalyshyna et al., 2008; Bagay et al., 2017; Bushulian, 2018). Недобір урожайності зерна пшениці озимої за масового розвитку і поширення хвороби може сягати до 20–50 % і вище.

Більшість видів роду *Fusarium* переважно є ґрунтовими сапрофітними грибами, які мешкають на рослинних рештках, у ризосфері та на поверхні кореневої системи рослин. Широкий діапазон пристосувальних реакцій та здатність до легкої адаптації видів даного роду зумовлює перехід до факультативного паразитизму та існування вірулентних рас, які уражують понад

200 видів культурних і дикорослих рослин (Furtat et al., 2017; Sokolova, 2019). Симптоми прояву фузаріозу колосу спочатку з'являються у вигляді знебарвлення колоскових лусочок. З часом, особливо за вологої погоди, на колосках стає помітним наліт рожевого, білого, помаранчевого та червоного забарвлення (Kovalyshyna et al., 2008).

Мікроміцети роду *Fusarium* спричиняють не лише погіршення посівних властивостей і харчової цінності зерна, але й призводять до накопичення мікотоксинів у рослинницькій продукції, що створює небезпеку для здоров'я людини та завдає суттєвих економічних збитків у агросфері України (Shpyrka et al., 2017; Furtat et al., 2017). Серед різноманіття мікотоксинів суттєву загрозу для здоров'я людини і тварин становлять фузаріотоксини, зокрема: фумонізін, зеараленон, Т-2 токсин, дезоксиніваленон (DON), (Ostrovskyi et al., 2017; Shpyrka et al., 2017; Furtat et al., 2017).

Основним чинником контролю безпечності продукції рослинництва є своєчасний моніторинг токсикогенних мікроміцетів та попередження зараження мікотоксинами ще в період вирощування сільськогосподарських культур (Tymoshchuk et al., 2014). Вченими, у результаті вивчення упродовж чотирьох років реакції різних сортів пшениці озимої на інфекцію збудників фузаріоза колосу встановлено, що високостійких та імунних – не виявлено (Bushulian, 2018).

Наразі основним чинником обмеження розвитку мікроміцетів роду *Fusarium* є

застосування фунгіцидів до моменту зараження (Bagay et al., 2017; Sanin et al., 2019). Науковцями встановлено, що обприскування посівів пшениці озимої на початку цвітіння фунгіцидом Ямато, к. с. з нормами витрати 1,5–1,75 л/га забезпечує контролювання інтенсивного розвитку фузаріозу колоса та підвищує урожайність зерна залежно від сорту на 2,11–2,34 т/га (Bagay et al., 2017). Досліджено, що застосування фунгіцидів забезпечує зниження умісту найбільш поширених і небезпечних для людини і тварин фузаріотоксинів (T-2, DON) у зерні високопродуктивних сортів пшениці озимої Смуглянка і Подолянка (Sanin et al., 2019).

З огляду на вищезазначене, інтерес становлять дослідження динаміки розвитку збудників фузаріозу колоса, контамінації продуктів зернового виробництва фузаріо-

токсинами та пошук удосконалених прийомів їх контролю в агрофітоценозі пшениці озимої.

Матеріали та методи

Дослідження проводили на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах в умовах ТОВ «Агрофірма Брусилів» Брусилівського району Житомирської області. Орний шар (0–20 см) ґрунту дослідних ділянок характеризується наступними агрохімічними показниками: рН КСІ – 5,2, гідролітична кислотність – 1,76 мг-екв./100 г ґрунту, уміст азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 95 мг/кг, рухомий фосфор (за Чириковим) – 58 мг/кг та обмінного калію (за Чириковим) – 96 мг/кг повітряно-сухого ґрунту, уміст гумусу (за Тюріном-Коновою) – 1,18 %.

Схема досліду включала сучасні фунгіциди системної дії різних класів хімічних сполук (табл. 1).

Таблиця 1. Схема досліду з оцінки ефективності застосування фунгіцидів у захисті пшениці озимої від фузаріозу колосу, 2018–2020 рр.

Номер варіанту досліджу	Варіант досліджу	Назва та уміст діючої речовини, г/л	Норма витрати препарату, л/га
1.	Контроль (обробка водою)	–	–
2.	Фолікур 250 ЕВ, ЕВ	тебуконазол, 250	1,0
3.	Рекс Дуо, КС	епоксиконазол, 187 + тіофанат-метил, 310	0,6
4.	Супрім, ЕВ	тебуконазол, 133 + прохлораз, 267	1,5
5.	Осіріс Стар, КЕ	епоксиконазол, 56,25 + метконазол, 41,25	1,5

Площа дослідної ділянки становила 100 м², повторність триразова, розміщення ділянок систематичне. Агротехнологія вирощування пшениці озимої загальноприйнята для зони, де були проведені дослідження. Попередник – соя. Висівали пшеницю озиму сорту Нива Одеська у другій декаді вересня з нормою висіву насіння 5 млн шт. схожих зерен на 1 га. Спосіб посіву – звичайний рядковий з шириною міжрядь 15 см.

У фазі ВВСН 29 (кінець кушення) для регулювання рівня присутності бур'янового компоненту в агрофітоценозі пшениці озимої застосовували гербіцид Квелекс 200, ВГ, 60 г/га + ПАР Віволт, 0,2 л/га. Норма витрати робочої суміші становила з розрахунку 200 л/га. Обробку посівів пшениці озимої фунгіцидами на дослідних ділянках проводили у фазі ВВСН 59–61 (кінець колосіння – початок цвітіння). Асортимент пестицидів, їх норми витрати та строки

застосування установлювали відповідно до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні» (Bondarenko, 2020).

Обстеження рослин пшениці озимої щодо ураженості колоса збудниками фузаріозу проводили у фазі ВВСН 77–92 (молочна – технічна стиглість зерна). Інтенсивність ураження фузаріозом колоса пшениці озимої обліковували за 9-бальною шкалою за зовні видимими симптомами прояву хвороби (табл. 2).

Ідентифікацію видів мікроміцетів роду *Fusarium* здійснювали в лабораторії кафедри захисту рослин Поліського національного університету шляхом дослідження морфологічних мікроструктур грибів з використанням світлового мікроскопу (МБД-6) та визначників вітчизняних і іноземних науковців (Bilay & Kurbatskaya, 1990; Gagkayeva et al., 2011).

Таблиця 2. Шкала для оцінки стійкості зернових колосових культур до фузаріозу колоса (Babayants et al., 1988)

Стійкість, бал	Симптоми хвороби	Характеристика стійкості / сприйнятливості
9	Ознаки хвороби відсутні	дуже висока стійкість
8	Можливе легке посвітління колоса, ураження у вигляді побуріння лусочок окремих колосків чи зернівок	висока стійкість
7 6	Ураження розсіяне по всьому колосу чи локально, але незначне за площею	стійкість
5	Ураження середнього ступеня у вигляді побуріння окремих колосків чи частин колоса	слабка сприйнятливість
4 3	Уражено від близько половини до 2/3 частин колоса	сприйнятливість
2	Уражений майже весь колос	висока сприйнятливість
1	Уражений весь колос	дуже висока сприйнятливість

Для оцінки домінування окремих видів роду *Fusarium* у мікробіоті колосу визначали просторову частоту трапляння за формулою Т. Г. Мірчинк, як відношення кількості зразків, де було виявлено вид мікроміцетів, до загальної кількості досліджуваних проб (Mirschink, 1988).

Технічну ефективність застосування сучасних фунгіцидів визначали за загальноприйнятою формулою (Trybel et al., 2001). Збирання і облік урожаю зерна пшениці озимої проводили прямим комбайнуванням з використанням комбайну Sampro 130. Статистичну обробку отриманих результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу даних

однофакторного польового досліду за допомогою прикладної комп'ютерної програми (Dospekhov, 2020).

Результати досліджень та обговорення

Симптоми прояву фузаріозу колоса почали з'являтися у фазі молочної стиглості зерна. У результаті проведення мікологічних досліджень нами було виділено з мікробіоти колосу пшениці озимої та ідентифіковано наступні види мікроміцетів роду *Fusarium*: *F. graminearum*, *F. oxysporum*, *F. culmorum*, *F. moniliforme*, *F. gibbosum* та *F. sporotrichiella* (рис. 1).

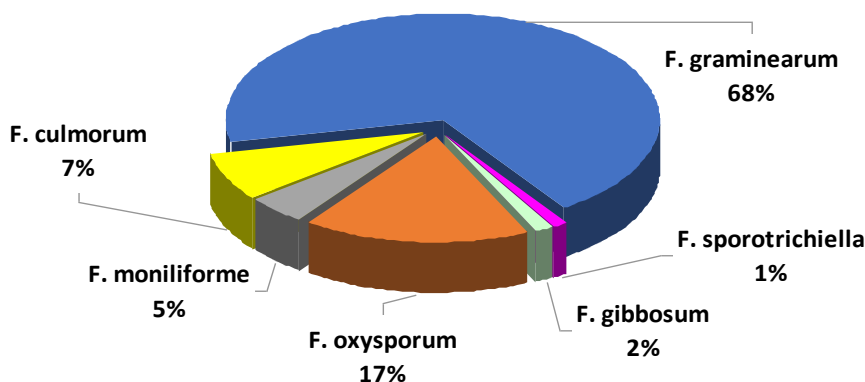


Рис. 1. Структура видового складу мікроміцетів роду *Fusarium* spp., що виділені із колосу пшениці озимої, середнє за 2018–2019 рр.

У структурі видового складу мікробіоти колосу пшениці озимої найбільшу частину становлять види *Fusarium graminearum* – 68,0 %. Мікроміцети *F. culmorum* і *F. oxysporum* представляють 7,0 та 17,0 % від загальної кількості видів. Вид *F. moniliforme* становить лише 5 %. Серед мікроміцетів роду *Fusarium*

найменш поширеними були *F. sporotrichiella* та *F. gibbosum* – 1–2 %.

Експериментально встановлено, що використання для обробки рослин досліджуваних фунгіцидів було ефективним заходом обмеження розвитку збудників фузаріозу колосу пшениці озимої (табл. 3).

Таблиця 3. Ефективність застосування сучасних фунгіцидів у захисті пшениці озимої від фузаріозу колосу, середнє за 2018–2020 рр.

№ з/п	Варіант дослідю	Стійкість, бал	Розвиток фузаріозу колоса, %	Технічна ефективність, %
1.	Контроль (обробка водою)	6	20,5	–
2.	Фолікур 250 EW, EB, 1 л/га	7	6,1	70
3.	Рекс Дуо, КС, 0,6 л/га	8	4,5	78
4.	Супрім, EB, 1,5 л/га	8	3,9	81
5.	Осіріс Стар, KE, 1,5 л/га	9	2,5	88

Встановлено, що обробка посівів пшениці озимої у фазі ВВСН 59–61 підвищує стійкість рослин до фузаріозу колосу. Рослини пшениці озимої на контрольному варіанті виявили бал стійкості – 6. Застосування фунгіцидів у фазі цвітіння забезпечують підвищення стійкості рослин до ураження збудниками фузаріозу на 2–3 бали. Так, за 9-бальною шкалою, бал стійкості рослин зростає до 7–9.

Найвищий показник розвитку фузаріозу колоса пшениці озимої встановлено на контрольному варіанті, де рослини обприскували водою. Застосування фунгіцидів у період вегетації рослин забезпечує зменшення розвитку хвороби на 14,4–18 % порівняно з контролем. За обробки посівів пшениці озимої фунгіцидом Осіріс Стар, KE (епоксиконазол, 56,25 г/л + метконазол, 41,25 г/л) отримано найменший показник розвитку фузаріозу колоса – 2,5 %.

Технічна ефективність застосування фунгіциду Фолікур 250 EW, EB (тебуконазол, 250 г/л) з нормою витрати 1,0 л/га у фазі ВВСН 59–61 пшениці озимої становить 70 %. За обробки посівів пшениці озимої фунгіцидами Супрім, EB (тебуконазол, 133 г/л + прохлораз, 267 г/л) з нормою витрати 1,5 л/га і Рекс Дуо, КС (епоксиконазол, 187 г/л + тіофанат-метил, 310, г/л) з нормою витрати 0,6 л/га технічна ефективність становить 78–81 %. Найвищу технічну ефективність (88 %) у захисті пшениці озимої від фузаріозу колосу отримано за обробки рослин фунгіцидом Осіріс Стар, KE (епоксиконазол, 56,25 г/л + метконазол, 41,25 г/л) з нормою витрати 1,5 л/га.

Контроль розвитку та поширення збудників фузаріозу колосу відігравав суттєвий вплив і на продуктивність агрофітоценозу пшениці озимої (табл. 3).

Таблиця 3. Продуктивність пшениці озимої залежно від обробки посівів сучасними фунгіцидами у фазі ВВСН 59–61, середнє за 2018–2020 рр.

№ з/п	Варіант дослідю	Урожайність, т/га				Збережений врожай	
		2018 р.	2019 р.	2020 р.	середня	т/га	%
1.	Контроль (обробка водою)	7,07	9,69	6,17	7,64	–	–
2.	Фолікур 250 EW, EB, 1 л/га	7,23	10,19	6,37	7,93	0,29	3,80
3.	Рекс Дуо, КС, 0,6 л/га	7,31	10,34	6,49	8,05	0,41	5,37
4.	Супрім, EB, 1,5 л/га	7,37	10,29	6,38	8,01	0,37	4,84
5.	Осіріс Стар, KE, 1,5 л/га	7,58	10,55	6,44	8,19	0,55	7,20
НІР ₀₅		0,16	0,14	2,01			

Обробка посівів пшениці озимої сорту Нива Одеська сучасними фунгіцидами у фазі ВВСН 59–61 забезпечує підвищення на 3,8–7,2 % урожайності зерна порівняно з контролем. За застосування системного фунгіциду Фолікур 250 EW, EB (тебуконазол, 250 г/л) з нормою витрати 1,0 л/га, урожайність зерна пшениці озимої підвищилася на 0,29 т/га порівняно з контролем.

Суттєвим збереження урожаю зерна було у варіантах дослідів із обробкою посівів фунгіцидами Супрім, EB (тебуконазол, 133 г/л + прохлораз, 267 г/л) з нормою витрати 1,5 л/га і Рекс Дуо, КС (епоксиконазол, 187 г/л + тіофанат-метил, 310, г/л) з нормою витрати 0,6 л/га. Застосування вищезазначених фунгіцидів забезпечує отримання урожайності зерна у середньому за три роки на рівні 8,01–8,05 т/га, що на 0,37–0,41 т/га більше порівняно з контролем (обробка водою). За обробки рослин Осіріс Стар, KE (епоксиконазол, 56,25 г/л + метконазол, 41,25 г/л) отримано істотне підвищення на 0,55 т/га врожайності зерна пшениці озимої порівняно з контролем та на 0,26 т/га порівняно із застосуванням фунгіциду Фолікур 250 EW, EB.

Висновки

1. Досліджено, що серед мікроміцетів роду *Fusarium* найбільш поширеними були види *F. graminearum*, *F. oxysporum* та *F. culmorum*.

2. Обробка посівів фунгіцидами на початку цвітіння (ВВСН 59–61) забезпечує надійний контроль збудників фузаріозу колоса пшениці озимої. Технічна ефективність досліджуваних фунгіцидів становить – 70–78 %.

3. Обприскування посівів пшениці озимої сорту Нива Одеська сучасними фунгіцидами Супрім, EB (тебуконазол, 133 г/л + прохлораз, 267 г/л) і Рекс Дуо, КС (епоксиконазол, 187 г/л + тіофанат-метил, 310, г/л) достовірно підвищує урожайність зерна на 4,84–5,37 % порівняно з контролем.

4. Найбільш достовірно збережений урожай, на 7,2 % більше до контролю, було отримано за обробки рослин комбінованим фунгіцидом системної дії Осіріс Стар, KE (епоксиконазол, 56,25 г/л + метконазол, 41,25 г/л).

References

Babayants, L. T., Meshterkhazi, A., Vekhter, F., Neklesa, N. & Dubinina, L. (1988). Metody selektsii i otsenki ustoychivosti pshenitsy i yachmenya v stranakh – chlenakh SEV [Breeding methods and

assessment of resistance of wheat and barley in the CMEA member countries]. Praga : NII rasteniyevodstva [in Russian].

Bagay, T. I., Lyhochvor, V. V., Kosylovych, G. O., Golyachuk, Yu. S. & Borysyuk, V. S. (2017). Fungitsydney zahyst roslin ozymoyi pshenytsi vid fuzariozu kolosu [Fungicide protection of winter wheat against Fusarium head blight]. Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahromoho universytetu, 21, 152–157 [in Ukrainian].

Bilay, V. I. & Kurbatskaya, Z. A. (1990). Opredelitel toksinobrazuyushchikh mikromitsetov [Identifier for toxin-forming micromycetes]. Kiyev : Naukova dumka [in Russian].

Bondarenko, Yu. V., Vashchenko, V. M., Koretskyi, A. P., Tymoshenko, V. P. & Chaikovska, V. V. (2020). Perelik pestytsydiv i ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini [List of pesticides and agrochemicals approved for use in Ukraine] (pp. 224–605). Kyiv : TOV «Iunivest Media» [in Ukrainian].

Bushulian, M. A. (2018). Stiikist sortiv ozymoi pshenytsi shchodo zbudnykiv pirenoforozu ta fuzarioza kolosu v Stepu Ukrainy [Resistance of winter wheat varieties to pathogens of pyrenophorosis and ear fusariosis in the steppe of Ukraine]. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahromoho universytetu. Ser. Fitopatohiia ta entomohiia, 1–2, 11–15 [in Ukrainian].

Dospekhov, B. A. (1979). Metodika polevogo opyta [Method of field experiment]. Moskva. Kolos [in Russian].

Furtat, I. M., Ostapyuk, N. A. & Antonyuk, M. Z. (2017). Biolohichni osoblyvosti ta ekolohiia predstavnykiv rodu Fusarium, zbudnykiv zakhvoriuvan zlakiv [Biological features and ecology of the representatives of the Fusarium genus, pathogens of cereals]. Naukovi zapysky NaUKMA. Ser. Pravnychi nauky, 197, 3–18 [in Ukrainian].

Gagkayeva, T. Yu., Gavrilova, O. P., Levitin, M. M., Novozhilov, K. V. (2011). Fuzarioz zernovykh kultur [Fusarium of cereals]. Zashchita i karantin rastenyi, 5, 70–120 [in Russian].

Kovalyshyna, G. M., Murashko, L. A. & Kovalyshyn, A. B. (2008). Hvoroby kolosu u ozymoyi pshenytsi lisostepu Ukrayiny [Head diseases of winter wheat from Forest Steppe of Ukraine]. Visnyk Ukrayinskogo tovarystva genetykiv i selektsioneriv, 6 (2), 233–239 [in Ukrainian].

Mirchink, T. G. (1988). Pochvennaya mikologiya [Soil mycology]. Moskva : MGU [in Russian].

- Orlovskiy, M. Y., Tymoshchuk, T. M., Konopchuk, O. V., Voitsekhivskiy, V. I. & Didur, I. M. (2019). Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya na produktyvnist pshenytsi ozymoi v umovakh Zakhidnoho Polissia Ukrainy [Influence of elements of technology of growing on the productivity of winter wheat in the conditions of the Western Polissya of Ukraine]. *Scientific Horizons*, 1 (74), 18–24. doi: <https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-74-1-18-24> [in Ukrainian].
- Ostrovskiy, D. M., Korniienko, L. Ie. & Andriichuk, A. V. (2017). Toksyhenni vlastyivosti mikromitsetiv FUSARIUM ta ASPERGILLUS [Toxic properties of Fusarium and Aspergillus micromycetes]. *Naukovyi visnyk veterynarnoi medytsyny*, 1, 157–162 [in Ukrainian].
- Sanin, O. Yu., Mykhalska, L. M., Zozulia, O. L. & Shvartau, V. V. (2019). Vplyv funhitsydiv i dobyv na vmist mikotoksyniv u zerni vysokoproduktyvnykh sortiv ozymoi pshenytsi [Influence of fungicides and fertilizers on the contents of mycotoxins in grain of highly productive winter wheat varieties]. *Fiziolohiia roslyn i henetyka*, 51 (1), 67–75. doi: <https://doi.org/10.15407/frg2019.01.067> [in Ukrainian].
- Shpyrka, N. F., Pavlov, O. S., Maliienko, V. A. & Shavanova, K. Ye. (2017). Kontrol bezpechnosti roslynnoi produktsii za vmistom mikotoksyniv [Control of the safety of plant products for the content of mycotoxins]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, 4, 8–11. [in Ukrainian].
- Sokolova, L. M. (2019). Analiz vidovogo raznoobraziya gribov iz roda Fusarium [Analysis of species diversity of fungi of the genus Fusarium]. *Agrarnaya nauka*, 1, 118–122. doi: <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2019-326-1-118-122> [in Russian].
- Trybel, S. O., Hetman, M. V., Stryhun, O. O., Kovalyshyna, H. M. & Andriushchenko, A. V. (2010). Metodolohiia otsiniuvannya stikosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob [Methodology for assessing the resistance of wheat varieties against pests and pathogens]. Kyiv : Kolobih [in Ukrainian].
- Trybel, S. O., Siharova, D. D., Sekun, M. P. & Ivashchenko, O. O. (2001). Metodyky vyprobuvannya i zastosuvannya pestytsydiv [Methods of testing and application of pesticides]. Kyiv : Svit [in Ukrainian].
- Tymoshchuk, T. M., Trembytskiy, V. A., Bachynska, N. M. & Derecha, I. M. (2014). Monitorynh poshyrennia toksynoutvoriuiuchykh mikromitsetiv zerna pshenytsi ozymoi v umovakh Polissia [The diffusion monitoring of toxic forming micromycetes in winter wheat under the conditions of Polissya]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu*, 2 (42), 87–93 [in Ukrainian].