

DOI: 10.32636/01308521.2024-(75)-1-7

Оригінальна наукова стаття

УДК 632.4:632.9

**ВПЛИВ ФУНГІЦИДНИХ ОБРОБОК
НА РОЗВИТОК ФУЗАРІОЗНИХ ХВОРОБ КУКУРУДЗИ
В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО****І. І. Мостов'як¹, І. В. Крикунов¹, А. М. Шувар², С. С. Танасов², І. І. Сеник²,
Г. П. Сидорук³**¹Уманський національний університет садівництвавул. Інститутська, 1, м. Умань,
Черкаська обл., 20301²Західноукраїнський національний
університет

вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46009

³Тернопільська державна
сільськогосподарська дослідна станція
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН,
вул. Тролейбусна, 12, м. Тернопіль, 46002**Про авторів:**

Іван МОСТОВ'ЯК,

доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-4585-3480

Ігор КРИКУНОВ,

кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-8795-2535

Антін ШУВАР,

доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0002-6016-0896

Сергій ТАНАСОВ,

кандидат сільськогосподарських наук
ORCID: 0009-0005-2099-6292

Галина СИДОРУК

кандидат сільськогосподарських наук
0000-0002-7584-8095

Іван СЕНИК,

доктор сільськогосподарських наук
ORCID: 0000-0003-3249-2065**Для листування:**

Галина СИДОРУК

e-mail: sydoruk_galina@ukr.net**Інформація про фінансування:**

Міністерство освіти і науки України

Отримано:

12 лютого 2024 р.

Погоджено до друку:

12 березня 2024 р.

Мета – дослідити вплив фунгіцидних обробок на розвиток прикореневиx фузаріозних стеблових гнилей і фузаріозних гнилей качанів кукурудзи. Методи – польовий, математично-статистичний для оцінки вірогідності отриманих даних. В умовах високого тиску інфекції за монокультури (кукурудза вирощувалася 3-й рік підряд), для контролю фузаріозу качанів найефективнішим було дворазове обприскування рослин фунгіцидом Фокс, к. с., в нормі 0,6 та 0,8 л/га, яке проводилося у фазі відповідно ВВСН 18-19 та 65. При цьому ураженими були 2,6 % качанів, а біологічна ефективність препарату становила 79,2 %. Встановлено позитивний вплив застосування фунгіциду Фокс, к. с. на формування зернової продуктивності гібрида кукурудзи ДКС 4598. Найвища урожайність 14,0 т/га, зафіксована при двократному застосуванні хімічних засобів захисту рослин. Порівняно із контрольним варіантом, на якому обробки не проводилися, приріст урожаю становив 0,7 т/га або 5,3 %. На цьому ж варіанті досліді відмічена найвища ефективність застосування фунгіцидів щодо зниження вмісту мікотоксинів. Порівняно із контрольним варіантом без застосування фунгіцидних обробок, концентрація в зерні *Deoxynivalenol* знизилася на 72 %, а *Fumonisin* на 85 %. З економічної точки зору, дворазове обприскування агроценозів кукурудзи препаратом Фокс, к. с. у нормі 0,6 л/га у період появи 8–9 листка (ВВСН 18-19) та 0,8 л/га у фазі цвітіння (ВВСН 65) забезпечує отримання 8904 грн/га умовно-чистого доходу, при рівні рентабельності 15,1 %.

Ключові слова: хвороби, фузаріоз, кукурудза, монокультура, фунгіциди.

Стаття з відкритим доступом на умовах ліцензії Creative Commons.

© Мостов'як І. І., Крикунов І. В., Шувар А. М., Танасов С. С., Сеник І. І., Сидорук Г. П., 2024

The influence of fungicide treatments on the development of fusarious diseases of corn in the conditions of the western Forest-Steppe

¹Uman National University of horticulture

str. Instytutaska, 1, Uman, Cherkasy region, 20301

²West Ukrainian National University *str. Lvivska, 11, Ternopil, 46009*

³Ternopil State Agricultural Experimental station of Institute of agriculture of Carpathian region of National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine *str. Trolleybusna, 12, Ternopil, 46002*

About authors:

Ivan MOSTOVIAK

ORCID: 0000-0003-4585-3480

Ihor KRYKUNOV

ORCID: 0000-0002-5685-0237

Antin SHUVAR

ORCID: 0000-0002-6016-0896

Serhii TANASOV

ORCID: 0009-0005-2099-6292

Halyna SYDORUK

ORCID: 0000-0002-7584-8095

Ivan SENYK

ORCID: 0000-0003-3249-2065

For corresponding:

Halyna SYDORUK

e-mail: sydoruk_galyna@ukr.net

Funding information:

Ministry of Education and Science of Ukraine

Received:

February 12, 2024

Accepted:

March 12, 2024

The aim – to investigate the effect of fungicidal treatments on the development of basal fusarium stem rot and fusarium ear rot of corn. Methods – field, mathematical-statistical for assessing the reliability of the obtained data. In conditions of high infection pressure under monocultures (corn was grown for the 3rd year in a row), the most effective way to control fusarium wilt of corn cobs was to spray plants twice with the fungicide Fox, k. s., at the rate of 0.6 and 0.8 l/ha, which was carried out in phase, respectively, BBCH 18-19 and 65. 2.6 % of the cobs were affected, and the biological effectiveness of the fungicide was 79.2 %. The positive effect of the use of the fungicide Fox, k. s. on the formation of grain productivity of the corn hybrid DKS 4598 was established. The highest yield of 14.0 t/ha was recorded with two-time use of chemical plant protection agents. Compared to the control variant, on which this treatment wasn't carried out, the yield increase was 0.7 t/ha or 5.3 %. In the same version of the experiment, the highest effectiveness of the use of fungicides in reducing the mycotoxin content was noted. The concentration of Deoxynivalenol in the grain decreased by 72 %, and Fumonisin by 85 % compared to the control variant without the use of fungicide treatments. Two-time spraying of corn agrocenoses with the drug Fox, k. s. at the rate of 0.6 l/ha in the period of the appearance of the 8th-9th leaf (BBCH 18-19) and 0.8 l/ha in the flowering phase (BBCH 65) from an economic point of view ensures the obtaining of UAH 8904 hrn/ha conditional net income with a profitability level of 15.1 %.

Keywords: diseases, fusarium, corn, monoculture, fungicides.

This is an open-access article under the terms of the Creative Commons.

Вступ. Серед ключових культур сучасного аграрного виробництва особливе місце посідає кукурудза на зерно. Вона займає найбільші посівні площі в групі ярих зернових культур (3,8 млн га у 2023 р.) [11, 12], а в структурі експорту продукції її обсяги поступають тільки пшениці [4, 14].

Завдяки наявності значної кількості гібридів різних груп стиглості створюються передумови для вирощування кукурудзи в різних ґрунтово-кліматичних умовах України [5].

Характерною особливістю кукурудзи, яка відрізняє її від інших сільськогосподарських культур є те, що вона може вирощуватися у монокультурі.

Проте, в цьому випадку може відбуватися ураження її хворобами [11, 15]. Слід зазначити, що попри те, що *Zea mays* L. порівняно стійка до фітопатогенів, все ж може проявлятися їхній негативний вплив на ріст, розвиток та формування урожайності, спричинюючи суттєве її зменшення [15, 16].

Однією із найбільш небезпечних хвороб кукурудзи є фузаріоз, який проявляється в усіх зонах вирощування та завдає значної шкоди посівам [22, 30]. Збудник фузаріозу може інфікувати велику кількість сільськогосподарських культур, спричинюючи зниження їх урожайності [18, 19, 20, 21, 26, 36].

На поширення фузаріозу впливає зміна клімату, збільшення площ під кукурудзою, відсутність сівозміни, пошкодження шкідниками [7, 9].

Враховуючи той факт, що кукурудза має стратегічне значення для сільськогосподарського виробництва України, надзвичайно важливим є розробка заходів підвищення її урожайності, зокрема включення фунгіцидних обробок у технологію її вирощування. Тепер застосування хімічних засобів, для контролю патогенів у агроценозах кукурудзи, не набуло значного поширення, оскільки потребує всебічного вивчення та обґрунтування для сільськогосподарських товаровиробників.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у 2021–2023 рр. на Байер агроарені Захід, яка розміщена в центральній частині Тернопільської області. Технологія вирощування кукурудзи була однаковою на всіх варіантах, за винятком досліджуваного фактора. Гібрид ДКС 4598 висівався в монокультурі (попередник кукурудза, яка вирощувалася 2 роки підряд на одному і тому ж місці).

Схема досліду передбачала вивчення термінів (фаза розвитку кукурудзи ВВСН 18–19 та ВВСН 65) і норм внесення фунгіциду Фокс, к. с. (трифлуксистробін (150 г/л) + протіокназол (175 г/л)).

Обприскування дослідних ділянок фунгіцидом Фокс, к. с. проводилося ручним пневматичним обприскувачем Schachtner, ширина захвату якого складає 2,8 м, а норма витрати робочого розчину 200 л/га.

Система обробки ґрунту складалася із дискування на глибину 10–15 см, оранки на 25 см, весняного закриття вологи та передпосівної культивування на глибину 4–6 см. Система удобрення передбачала передпосівне внесення карбаміду – 200 кг/га (N₉₂) + Korn K – 100 кг/га (K₄₀Mg₆ S_{12,5}) та припосівного YaraMila NPK 16 : 27 : 7 – 120 кг/га (N₁₉P₃₂ K₈) + аміачна селітра – 100 кг/га (N_{34,5}). Норма висіву насіння – 80 тис. шт. схожих насінин на один гектар.

1. Схема досліду

№ варіанту досліду	Норма внесення, л/га	Фаза внесення (ВВСН)
1	Контроль – без фунгіциду	–
2	Фокс, к. с. 0,6 л/га	18–19
3	Фокс, к. с. 0,8 л/га	65
4	Фокс, к. с. 0,6 л/га; Фокс, к. с. 0,8 л/га	18–19 65

Площа облікових ділянок – 56 м², повторність чотириразова. Дослідження проводилися відповідно до загальноприйнятих методик [6, 10].

Облік ураженості стебел та качанів кукурудзи фузаріозом проводили перед збиранням врожаю. Оглядали по 25 рослин у кожному повторенні.

Поширення хвороби визначали за формулою:

$$П = n \times 100/N,$$

де П – поширення хвороби, %;

n – кількість уражених рослин, шт.;

N – загальна кількість рослин у пробі, шт.;

100 % – перевідний коефіцієнт.

Технічну ефективність фунгіциду визначали за формулою:

$$Et = [(P1 - P2) / P1] \times 100 \%,$$

де Et – технічна ефективність фунгіциду, %;

P1 – поширення хвороби на контрольному варіанті, %;

P2 – поширення хвороби на досліджуваному варіанті, %;

100 – перевідний коефіцієнт, % [6].

Результати та обговорення. Під час проведення дослідів збудники фузаріозних хвороб були представлені видами *Giberella*

fujikuroi (Sawada) Ito et Kimura (анаморфа: *Fusarium verticillioides* Sheld.), який переважав у відносно сухих 2022 і 2023 рр., а також *Giberella zea* (Schw.) Petch. (син. *G. saubinetti* (Mont.) Sacc.) (анаморфа: *Fusarium graminearum* Schwabe), що домінував у вологому 2021 р.

Нашими дослідженнями встановлено, що проведення фунгіцидних обробок посівів кукурудзи позитивно вплинуло на зменшення поширення фузаріозних гнилей стебла та фузаріозу качанів (табл. 2).

2. Поширення і розвиток фузаріозних хвороб кукурудзи залежно від варіантів дослідів (в середньому за 2021–2023 рр.)

Варіанти дослідів	Фаза внесення	Фузаріозні гнилі стебла (<i>Fusarium spp.</i>)		Фузаріоз качанів (<i>Fusarium spp.</i>)	
		поширення, %	технічна ефективність фунгіцидів, %	поширення, %	технічна ефективність фунгіцидів, %
Контроль	–	14,6	–	12,5	–
Фокс 0,6 л/га	ВВСН 18–19	3,1	78,8	8,6	32,0
Фокс 0,8 л/га	ВВСН 65	10,3	29,5	5,7	54,4
Фокс 0,6 л/га	ВВСН 18–19	3,5	76,0	2,6	79,2
Фокс 0,8 л/га	ВВСН 65				

Так, на контролі без фунгіцидних обробок зараженість посівів кукурудзи фузаріозними гнилями стебла становила 14,6 %, а качанів – 12,5 %. При фоліарному застосуванні 0,6 л/га фунгіциду Фокс, к. с. у фазі ВВСН 18-19 спостерігалось зниження патогенного навантаження на рослини досліджуваної культури, оскільки поширення хвороби становило 3,1 %.

Фунгіцидний захист кукурудзи, який проводився в період повного цвітіння сприяв зниженню зараженості посівів до 10,3 %. Технічна ефективність препарату Фокс, к. с., становила 29,5 %.

За дворазового обприскування агроценозів *Zea mays* L. фунгіцидами у фазі ВВСН 18-19 та ВВСН 65 не спостерігалось значної різниці між їхнім одноразовим застосуванням у період 9-го листка. Поширення фузаріозних гнилей стебла знаходилося на рівні 3,5 %, що відповідало

межам статистичної похибки між зазначеними варіантами.

Вплив фунгіцидних обприскувань на ураження качанів кукурудзи фузаріозом був дещо іншим, ніж на фузаріозні гнилі стебла. Так, при застосуванні препарату Фокс, к. с. у ранні фази росту і розвитку (ВВСН 18-19) поширення (*Fusarium spp.*) становило 8,6 %, а за внесення у більш пізній період вегетації (ВВСН 65) – 5,7 %. В той самий час дворазове внесення фунгіциду Фокс, к. с. забезпечило найкращий контроль від фузаріозу качанів, при якому ознаки ураження мали лише 2,6 % качанів, а технічна ефективність фунгіцидів становила 79,2 %.

При вирощуванні будь-якої сільськогосподарської культури, в тому числі й кукурудзи, одним із головних показників, які характеризують ефективність тієї чи іншої технології є урожайність.

Дослідженнями багатьох науковців доведено позитивний вплив фунгіцидних обробок на врожайність кукурудзи, яка збільшується на 5–7 % і більше навіть за низького патогенного навантаження [3, 23, 31, 35, 39].

При цьому найвища ефективність фунгіцидних обробок відмічається за їх проведення у генеративних фазах росту і розвитку кукурудзи [38].

Нашими дослідженнями встановлено, що технологічні заходи захисту агроценозів кукурудзи від фузаріозів (*Fusarium spp.*), які вивчалися в досліді впливали на її зернову продуктивність (табл. 3).

На контрольному варіанті без фунгіцидних обробок урожайність зерна досліджуваної нами культури становила 13,3 т/га.

3. Врожайність кукурудзи залежно від термінів внесення фунгіциду (в середньому за 2021–2023 рр.)

Варіанти дослідів	Фаза внесення	Врожайність, т/га				Врожайність, %
		2021	2022	2023	середнє за 2021–2023 рр.	
Контроль	–	13,8	12,4	13,7	13,3	100,0
Фокс, к. с., 0,6 л/га	ВВСН 18-19	14,0	12,6	13,9	13,5	101,5
Фокс, к. с., 0,8 л/га	ВВСН 65	14,3	12,9	13,9	13,7	103,0
Фокс, к. с., 0,6 л/га	ВВСН 18-19	14,6	13,2	14,2	14,0	105,3
Фокс, к. с., 0,8 л/га	ВВСН 65					
НІР ₀₅ т/га		0,15	0,18	0,11		

Обприскування посівів кукурудзи фунгіцидом Фокс, к. с., в нормі 0,6 л/га в період утворення 9-го листка (ВВСН 18-19) забезпечило зростання урожайності на 0,2 т/га або 1,5 %. Зміщення проведення фунгіцидного захисту у більш пізні фази росту і розвитку кукурудзи (ВВСН 65) та підвищення норми внесення препарату Фокс, к. с. до 0,8 л/га сприяло зростанню зернової продуктивності досліджуваної нами культури до 13,7 т/га. Приріст урожаю порівняно із контролем становив 0,4 т/га або 3,0 %.

Найбільш ефективним в наших дослідях виявилось дворазове застосування фунгіциду Фокс, к. с., в нормі 0,6 л/га у фазі ВВСН 18-19 та 0,8 л/га у фазі ВВСН 65. На зазначеному варіанті дослідів урожайність зерна кукурудзи становила 14,0 т/га. Порівняно із контрольним варіантом, на якому обробки не проводилися, зростання зернової продуктивності було на рівні 0,7 т/га або 5,3 %.

Фузаріоз кукурудзи, крім зниження урожайності, спричиняє продукування

специфічних речовин – мікотоксинів, які небезпечні для здоров'я людей і тварин та погіршують якість вирощеного зерна [1, 2, 17].

Слід зазначити, що найбільш поширеними мікотоксинами, які продукують гриби з роду *Fusarium*, належать фумонізину та дезоксиніваленол. Фумонізину можуть спричинити хвороби центральної нервової системи, легень, печінки, нирок, підшлункової залози, а також є потенційними канцерогенами [25, 32].

Дезоксиніваленол спричиняє відмову тварин від корму та блювоту, часто може спостерігатися анорексія, зниження імунітету [2, 27].

Проблема розвитку фузаріозу кукурудзи й відповідно зараження зерна мікотоксинами набула глобального характеру, оскільки є актуальною для всіх країн її вирощування [28, 33, 34, 37].

Мікотоксини можуть накопичуватися в зерні як під час вирощування в полі, так і під час його зберігання [14].

Високий їх вміст у вирощеній продукції унеможливорює використання такого зерна на харчові або кормові цілі. У зв'язку з цим надзвичайно актуальним питанням є моніторинг вмісту мікотоксинів в зерні та розробка технологічних заходів зменшення їхнього вмісту. Одним зі шляхів розв'язання питання накопичення мікотоксинів у вирощеній продукції є

застосування фунгіцидів при вирощуванні кукурудзи, про що свідчать результати досліджень, що були проведені у різних країнах світу [8, 24, 27, 29].

Нашими дослідженнями встановлено, що проведення фунгіцидних обприскувань кукурудзи сприяло зниженню вмісту небезпечних продуктів життєдіяльності грибів роду *Fusarium spp.* в зерні (рис. 1).

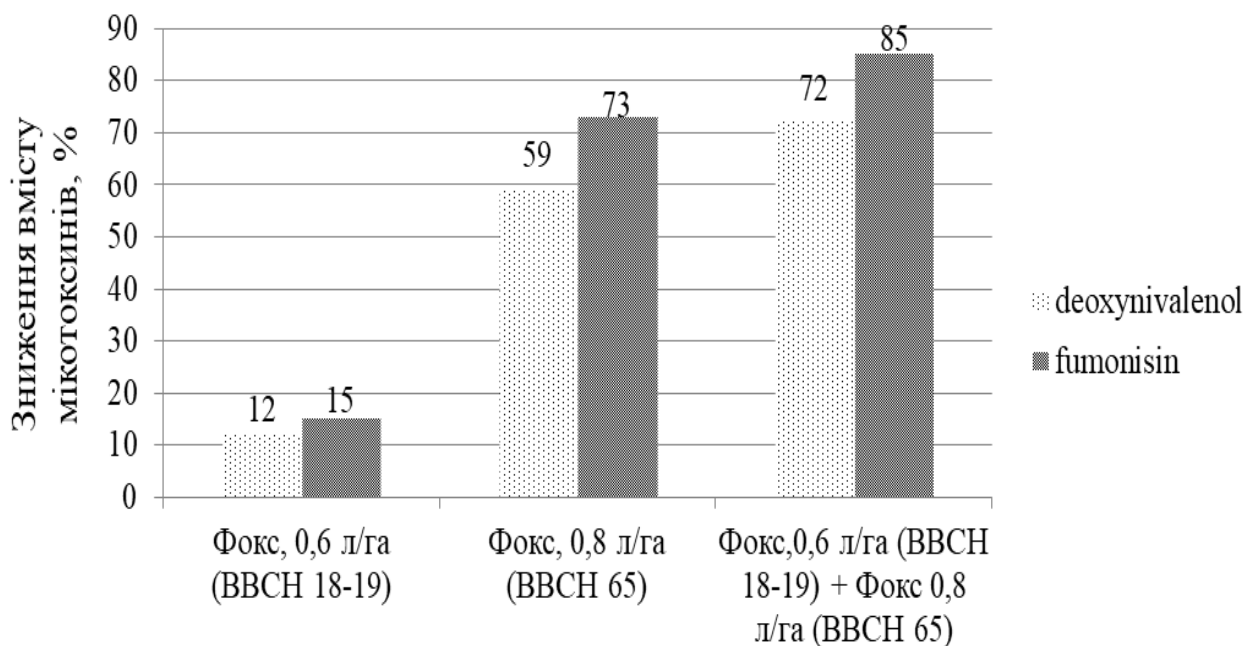


Рис. 1. Вплив фунгіцидного захисту на зниження вмісту мікотоксинів в зерні кукурудзи

Так, порівняно із контрольним варіантом, на якому внесення препарату Фокс, к. с. не проводилося, при його застосуванні у фазі ВВСН 18-19 із нормою 0,6 л/га, вміст в зерні мікотоксину *Deoxynivalenol* знизився на 12 %, *Fumonisin* – на 15 %.

Збільшення норми внесення препарату до 0,8 л/га та зміщення строків фунгіцидної обробки у фазу цвітіння кукурудзи, сприяло зменшенню вмісту *Deoxynivalenol* та *Fumonisin* відповідно на 59 та 73 %. Найвища ефективність застосування фунгіцидів щодо зниження вмісту мікотоксинів відмічена за дворазового внесення препарату Фокс,

к. с. – 0,6 л/га у фазі ВВСН 18-19 та 0,8 л/га у фазі ВВСН 65. На зазначеному варіанті досліджу, вміст в зерні *Deoxynivalenol* знизився на 72 %, *Fumonisin* на 85 % порівняно із контрольним варіантом без застосування фунгіцидних обробок.

Завершальним етапом оцінки будь-якої технології є її економічна оцінка. Нами дослідженнями встановлено, що застосування фунгіциду Фокс, к. с., у різних нормах та фазах росту і розвитку кукурудзи забезпечило неоднакову економічну ефективність (табл. 4). Так, на контролі без фунгіцидних обробок, урожайність зерна становила 13,3 т/га, а рівень рентабельності 14,4 %.

4. Економічна ефективність застосування фунгіцидів у посівах кукурудзи, (середнє за 2021-2023 рр.).

Варіанти дослідів	Фаза внесення	Урожайність, т/га	Вартість реалізованої продукції, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 т зерна кукурудзи, грн	Умовно-чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
Контроль	–	13,3	64505	56400	4240,6	8105	14,4
Фокс, к. с., 0,6 л/га	ВВСН 18-19	13,5	65475	57513	4260,2	7962	13,8
Фокс, к. с., 0,8 л/га	ВВСН 65	13,7	66445	57884	4225,1	8561	14,8
Фокс, к.с., 0,6 л/га	ВВСН 18-19						
Фокс, к.с., 0,8 л/га	ВВСН 65	14,0	67900	58996	4214,0	8904	15,1

При обприскуванні агроценозів кукурудзи препаратом Фокс, к. с. у нормі 0,6 л/га у період появи 8–9 листка (ВВСН 18-19), відмічено зростання урожайності до 13,5 т/га. Прибавка становить 0,2 т/га, проте ціновий приріст урожаю не окупує затрати на внесення фунгіциду, відповідно рівень рентабельності становить 13,8 %.

Збільшення норми внесення препарату Фокс, к. с. до 0,8 л/га та зміщення строків фунгіцидної обробки у фазу цвітіння кукурудзи (ВВСН 65) забезпечило підвищення урожайності до 13,7 т/га, що більше від контрольного варіанту на 0,4 т/га. При цьому відмічається зростання рівня рентабельності до 14,8 %.

Найефективнішим з економічної точки зору було дворазове внесення препарату Фокс, к. с. – 0,6 л/га у фазі ВВСН 18-19 та 0,8 л/га у фазі ВВСН 65. На зазначеному варіанті дослідів урожайність підвищилася на 0,7 т/га, а рівень рентабельності становив 15,1%.

Висновки. Кукурудза в Україні є ключовою зерновою культурою, яка займає найбільші посівні площі. Серед ключових культур сучасного аграрного виробництва особливе місце посідає кукурудза на зерно. Вона займає найбільші посівні площі в групі ярих зернових культур 3,8 млн га (у 2023 р.), а в структурі експорту продукції її обсяги поступають тільки пшениці. Одним із чинників, які зумовлюють недобір урожаю зерна та погіршення його якості є

поширення фузаріозу. При вивченні впливу фунгіцидних обробок на розвиток фузаріозних хвороб кукурудзи в умовах Лісостепу західного доведено, що найефективнішим є дворазове обприскування рослин фунгіцидом Фокс, к. с., в нормі 0,6 та 0,8 л/га, яке проводилося у фазі відповідно ВВСН 18-19 та 65. При цьому ураженими були лише 2,6 % качанів, а біологічна ефективність препарату становила 79,2 %.

В середньому за три роки досліджень, найвища урожайність зерна гібрида кукурудзи ДКС 4598 становила 14,0 т/га та була зафіксована при двократному застосуванні хімічних засобів захисту рослин. Порівняно із контрольним варіантом, на якому обробки не проводилися і рівень урожайності становив 13,3 т/га, відмічено зростання зернової продуктивності на 0,7 т/га або 5,3 %. При цьому зафіксована найвища ефективність застосування фунгіцидів, яка проявилася у зниженні вмісту мікотоксинів. Порівняно із контрольним варіантом без застосування фунгіцидних обробок, концентрація в зерні *Deoxynivalenol* знизилася на 72 %, а *Fumonisin* на 85 %.

З економічної точки зору, дворазове обприскування агроценозів кукурудзи препаратом Фокс, к. с. у нормі 0,6 л/га у період появи 8–9 листка (ВВСН 18-19) та 0,8 л/га у фазі цвітіння (ВВСН 65) забезпечує отримання 8904 грн/га умовно-

чистого доходу, при рівні рентабельності 15,1 %.

Список використаної літератури

1. Акулов О. Ю. Проблема мікотоксинів у кукурудзі. *Агронам*. 2019. № 3 (65). С. 124–128. URL: <https://www.agronom.com.ua/problema-mikotoksynivu-kukurudzi> (дата звернення: 20.12.2023).
2. Випадок фузаріотоксикозу серед свиней / М. С. Руда та ін. *Ветеринарна біотехнологія*. 2019. № 35. С. 129–134.
3. Глушко Т. В., Войташенко Д. П. Урожайність та якість зерна кукурудзи під впливом біопрепаратів в умовах зрошення південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. 2013. № 59. С. 44–47.
4. Зовнішньоекономічна діяльність. Державна служба статистики України. URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/zed.htm (дата звернення: 18.12.2023).
5. Корнійчук О. В. Кукурудза в сучасних агроценозах Правобережного Лісостепу України в умовах дефіциту вологи. *Корми і кормовиробництво*. 2015. Вип. 81. С. 8–20.
6. Методики випробування і застосування пестицидів / С. О. Трибель та ін. Київ : Світ, 2001. 448 с.
7. Оменюк В. Я. Інтенсивність розвитку хвороб качанів кукурудзи, викликаних грибами роду *Fusarium*. *Карантин і захист рослин*. 2017. Вип. 7–9. С. 1–3.
8. Оменюк В. Я., Антоненко О. Ф. Інтегрований хімічний захист кукурудзи від фузаріозу початків в умовах правобережного Лісостепу України. *Біоресурси і природокористування*. 2017. Т. 9. № 3–4. С. 55–61.
9. Оменюк В. Я., Антоненко О. Ф. Розвиток фузаріозу початків кукурудзи на гібридах різних груп стиглості та його шкідливість в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. № 3 (67). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.03.008>.
10. Основи наукових досліджень в агрономії / В. О. Єщенко та ін. Київ : Дія, 2005. 288 с.
11. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. Львів : НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.
12. Рослинництво України. Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/z_b/05/z_b_rosl_2021.pdf (дата звернення: 18.12.2023).
13. Сезонна динаміка накопичення мікотоксинів у зерні кукурудзи / О. В. Камінська та ін. *Біоресурси і природокористування*. 2020. Т. 12, № 1–2. С. 47–55. DOI: <https://doi.org/10.31548/bio2020.01.006>.
14. Талавіря М. П. Розвиток біорієнтованої економіки на науковій основі. *Науковий вісник*

References

1. Akulov O. Yu. The problem of mycotoxins in corn. *Ahronom*. 2019. No 3 (65). P. 124–128. URL: <https://www.agronom.com.ua/problema-mikotoksynivu-kukurudzi>.
2. A case of fusariotoxicosis among pigs / M. Ye. Ruda et al. *Veterynarna biotekhnolohiia*. 2019. No 35. P. 129–134.
3. Hlushko T. V., Voitashenko D. P. Yield and quality of corn grain under the influence of biological preparations under irrigation conditions of the southern Steppe of Ukraine. *Zroshuvane zemlerobstvo*. 2013. No 59. P. 44–47.
4. Foreign economic activity. State Statistics Service of Ukraine URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/zed.htm.
5. Korniiichuk O. V. Maize in modern agrocenoses of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine under moisture deficit conditions. *Kormy i kormovyrobnytstvo*. 2015. No 81. P. 8–20.
6. Test methods and application of pesticides / S. O. Trybel et al. 2001. Kyiv : World. 448 p.
7. Omeniuk V. Ya. Intensity of disease development of corn cobs caused by fungi of the genus *Fusarium*. *Karantyn i zakhyst roslyn*. 2017. No 7–9. P. 1–3.
8. Omeniuk V. Ya., Antonenko O. F. Integrated chemical protection of corn against fusarium of corn cobs in the conditions of the right-bank forest-steppe of Ukraine. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia*. 2017. Vol. 9. No 3–4. P. 55–61.
9. Omeniuk V. Ya., Antonenko O. F. Development of fusarium of corn cobs on hybrids of different maturity groups and its harmfulness in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 2017. No 3 (67). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2017.03.008>.
10. Basics of scientific research in agronomy / V. O. Yeshchenko et al. 2005. Kyiv : Diia. 288 p.
11. Petrychenko V. F., Lykhochvor V. V. Plant growing. New technologies for growing field crops : tutorial. Lviv : “Ukrainian Technologies” National Fund, 2020 806 p.
12. Plant growing Ukrainians. State Statistics Service of Ukraine. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/z_b/05/z_b_rosl_2021.pdf.
13. Seasonal dynamics of accumulation of mycotoxins in corn grains. *Bioresursy i pryrodokorystuvannia* / O. V. Kaminska et al. 2020. Part 12. No 1–2. P. 47–55. <https://doi.org/10.31548/bio2020.01.006>.
14. Talavyria M. P. Development of a bio-oriented economy on a scientific basis. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Seriya. Ekonomika*. 2015. Issue 1 (45). T. 2. Uzhhorod. P. 225–230.

Ужгородського університету. Сер. Економіка. 2015. Вип. 1 (45). Т. 2. С. 225–230.

15. Фітопатологія : підручник / І. Л. Марков та ін. Київ, 2017. 548 с.

16. Хвороби кукурудзи – захист та заходи боротьби. URL: <https://lnzweb.com/blog/hvorobikukurudzi-ta-zahodi-borotbi>.

17. Янголь Ю. А. Основні токсикологічні властивості фумонізину. *Ветеринарна біотехнологія*. 2017. № 31. С. 141–148.

18. Biocontrol by *Fusarium oxysporum* using endophyte-mediated resistance / A. Akbar et al. *Front. Plant Sci.* 11:37. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00037>.

19. Characterization of pathogenic and nonpathogenic *Fusarium oxysporum* isolates associated with commercial tomato crops in the Andean Region of Colombia / S. L. Carmona et al. *Pathogens*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens9010070>.

20. Current trends in microbial biotechnology for agricultural sustainability: conclusion and future challenges / AE-L. Hesham et al. *Environmental and Microbial Biotechnology*. 2021. P. 555–572. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-6949-4_22.

21. Detection, virulence and genetic diversity of *Fusarium* species infecting tomato in Northern Pakistan / A. Akbar et al. *PLoS One*. 2018. 13:e0203613. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203613>.

22. Dill-Macky R., Jones R. K. The effect of previous crop residues and tillage on *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Disease*. 2000. Vol. 84. P. 71–76.

23. Effect of maize hybrid and foliar fungicides on yield under low foliar disease severity conditions / S. O. Mallowa et al. *Phytopathology*. 2015. No 105 (8). P. 1080–1089. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-14-0210-R>.

24. Effect of pydiflumetofen on Gibberella ear rot and *Fusarium* mycotoxin accumulation in maize grain / K. Eli et al. *World Mycotoxin Journal*. 2021. No 14 (4). P. 495–512. DOI: <https://doi.org/10.3920/WMJ2020.2638>.

25. *Fusarium* diseases of maize associated with mycotoxin contamination of agricultural products intended to be used for food and feed / E. Oldenburg et al. *Mycotoxin research*. 2017. No 33 (3). P. 167–182. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12550-017-0277-y>.

26. Fungal secondary metabolites and their biotechnological application for human health / R. Devi et al. *Trends of microbial biotechnology for sustainable agriculture and biomedicine systems: perspectives for human health*. Elsevier. Amsterdam. 2020. P 147–161. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820528-0.00010-7>.

27. Impact of foliar fungicides on Gibberella ear rot and deoxynivalenol levels in Indiana corn / N. R. Anderson et al. *Plant health progress*. 2017. No 18 (3). P. 186–191. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHP-01-17-0010-RS>.

28. Infection and fumonisin production by *Fusarium verticillioides* in developing maize

15. *Phytopathology* : textbook / I. L. Markov et al. 2017. Kyiv. 548 p.

16. Maize diseases – protection and control measures. URL: <https://lnzweb.com/blog/hvorobikukurudzi-ta-zahodi-borotbi>.

17. Yanhol Yu. A. Main toxicological properties of fumonisins. *Veterynarna biotekhnolohiia*. 2017. No 31. P. 141–148.

18. Biocontrol by *Fusarium oxysporum* using endophyte-mediated resistance / A. Akbar et al. *Front. Plant Sci.* 11:37. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00037>.

19. Characterization of pathogenic and nonpathogenic *Fusarium oxysporum* isolates associated with commercial tomato crops in the Andean Region of Colombia / S. L. Carmona et al. *Pathogens*. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/pathogens9010070>.

20. Current trends in microbial biotechnology for agricultural sustainability: conclusion and future challenges / AE-L. Hesham et al. *Environmental and Microbial Biotechnology*. 2021. P. 555–572. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-6949-4_22.

21. Detection, virulence and genetic diversity of *Fusarium* species infecting tomato in Northern Pakistan / A. Akbar et al. *PLoS One*. 2018. 13:e0203613. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203613>.

22. Dill-Macky R., Jones R. The effect of previous crop residues and tillage on *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Disease*. 2000. Vol. 84. P. 71–76.

23. Effect of maize hybrid and foliar fungicides on yield under low foliar disease severity conditions / S. O. Mallowa et al. *Phytopathology*. 2015. No 105 (8). P. 1080–1089. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-08-14-0210-R>.

24. Effect of pydiflumetofen on Gibberella ear rot and *Fusarium* mycotoxin accumulation in maize grain / K. Eli et al. *World Mycotoxin Journal*. 2021. No 14 (4). P. 495–512. DOI: <https://doi.org/10.3920/WMJ2020.2638>.

25. *Fusarium* diseases of maize associated with mycotoxin contamination of agricultural products intended to be used for food and feed / E. Oldenburg et al. *Mycotoxin research*. 2017. No 33 (3). P. 167–182. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12550-017-0277-y>.

26. Fungal secondary metabolites and their biotechnological application for human health / R. Devi et al. *Trends of microbial biotechnology for sustainable agriculture and biomedicine systems: perspectives for human health*. Elsevier. Amsterdam. 2020. P 147–161. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820528-0.00010-7>.

27. Impact of foliar fungicides on Gibberella ear rot and deoxynivalenol levels in Indiana corn / N. R. Anderson et al. *Plant health progress*. 2017. No 18 (3). P. 186–191. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHP-01-17-0010-RS>.

28. Infection and fumonisin production by *Fusarium verticillioides* in developing maize

kernels / B. J. Bush et al. *Phytopathology*. 2004. No 94 (1). P. 88–93. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.1.88>.

29. In vitro effect of some commercial fungicides on mycelial growth of *Fusarium* species causing maize ear rot disease in China / M. Gxasheka et al. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 2021. No 54 (11–12). P. 557–569. DOI: <https://doi.org/10.1080/03235408.2020.1844531>.

30. Karasi Mills, Jorge David Salgado, Pierce A. Paul. *Fusarium* head blight or head scab of wheat, barley and other small grain crops. *Agriculture and Natural Resources*. 2016. URL: <https://ohioline.osu.edu/factsheet/plpath-cer-06>.

31. Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U.S. Corn Belt / P. A. Paul et al. *Pathology*. 2011. Vol. 101. No 9. P. 1122–1132. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-11-0091>.

32. Mielniczuk E., Skwaryło-Bednarz B. *Fusarium* head blight, mycotoxins and strategies for their reduction. *Agronomy*. 2020. No 10 (4). P. 509. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10040509>.

33. Occurrence of mycotoxigenic *Fusarium* species and competitive fungi on preharvest maize ear rot in Poland / K. Gromadzka et al. *Toxins*. 2019. No 11 (4). P. 224. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins11040224>.

34. Parsons M. W., Munkvold G. P. Associations of planting date, drought stress, and insects with *Fusarium* ear rot and fumonisin B1 contamination in California maize. *Food Additives and Contaminants*. 2010. No 27 (5). P. 591–607.

35. Shah D. A., Dillard H. R. Managing foliar diseases of processing sweet corn in New York with strobilurin fungicides. *Plant disease*. 2010. No 94 (2). P. 213–220. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-2-0213>.

36. Soil microbiomes for healthy nutrient recycling / S. Prasad et al. *Current trends in microbial biotechnology for sustainable agriculture*. Springer, Singapore. 2021. P. 1–21. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-6949-4_1.

37. Survey for toxigenic *Fusarium* species on maize kernels in China / P. W. Qin et al. *World Mycotoxin Journal*. 2020. No 13 (2). P. 213–224. DOI: <https://doi.org/10.3920/WMJ2019.2516>.

38. Telenko D. E., Ravellette J. D., Wise K. A. Assessing late vegetative and tasseling fungicide application timings on foliar disease and yield in Indiana corn. *Plant Health Progress*. 2020. No 21 (4). P. 224–229. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHP-03-20-0022-RS>.

39. Meta-analysis of yield response of foliar fungicide-treated hybrid corn in the United States and Ontario, Canada / K. A. Wise et al. *PLoS One*. 2019. No 14 (6). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217510>.

kernels / B. J. Bush et al. *Phytopathology*. 2004. No 94 (1). P. 88–93. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2004.94.1.88>.

29. In vitro effect of some commercial fungicides on mycelial growth of *Fusarium* species causing maize ear rot disease in China / M. Gxasheka et al. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. 2021. No 54 (11–12). P. 557–569. DOI: <https://doi.org/10.1080/03235408.2020.1844531>.

30. Karasi Mills, Jorge David Salgado, Pierce A. Paul. *Fusarium* head blight or head scab of wheat, barley and other small grain crops. *Agriculture and Natural Resources*. 2016. URL: <https://ohioline.osu.edu/factsheet/plpath-cer-06>.

31. Meta-analysis of yield response of hybrid field corn to foliar fungicides in the U. S. Corn Belt / P. A. Paul et al. *Pathology*. 2011. Vol. 101. No 9. P. 1122–1132. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-11-0091>.

32. Mielniczuk E., Skwaryło-Bednarz B. *Fusarium* head blight, mycotoxins and strategies for their reduction. *Agronomy*. 2020. No 10 (4). P. 509. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10040509>.

33. Occurrence of mycotoxigenic *Fusarium* species and competitive fungi on preharvest maize ear rot in Poland / K. Gromadzka et al. *Toxins*. 2019. No 11 (4). P. 224. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxins11040224>.

34. Parsons M. W., Munkvold G. P. Associations of planting date, drought stress, and insects with *Fusarium* ear rot and fumonisin B1 contamination in California maize. *Food Additives and Contaminants*. 2010. No 27 (5). P. 591–607.

35. Shah D. A., Dillard H. R. Managing foliar diseases of processing sweet corn in New York with strobilurin fungicides. *Plant disease*. 2010. No 94 (2). P. 213–220. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-94-2-0213>.

36. Soil microbiomes for healthy nutrient recycling / S. Prasad et al. *Current trends in microbial biotechnology for sustainable agriculture*. Springer, Singapore. 2021. P. 1–21. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-6949-4_1.

37. Survey for toxigenic *Fusarium* species on maize kernels in China / P. W. Qin et al. *World Mycotoxin Journal*. 2020. No 13 (2). P. 213–224. DOI: <https://doi.org/10.3920/WMJ2019.2516>.

38. Telenko D. E., Ravellette J. D., Wise K. A. Assessing late vegetative and tasseling fungicide application timings on foliar disease and yield in Indiana corn. *Plant Health Progress*. 2020. No 21 (4). P. 224–229. DOI: <https://doi.org/10.1094/PHP-03-20-0022-RS>.

39. Meta-analysis of yield response of foliar fungicide-treated hybrid corn in the United States and Ontario, Canada / K. A. Wise et al. *PLoS One*. 2019. No 14 (6). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217510>.