Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 632:633.16:631.67

© 2021

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ І ХІМІЧНИХ ФУНГІЦИДІВ У БОРОТЬБІ ЗІ ЗБУДНИКАМИ ГРИБНИХ ХВОРОБ НА ПОСІВАХ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В УМОВАХ ЗРОШЕННЯ

Р.А. Вожегова¹, С.О. Заєць², К.С. Фундират³,
Л.І. Онуфран⁴, С.М. Юзюк⁵

¹доктор сільськогосподарських наук, академік НААН

^{2–5}кандидати сільськогосподарських наук

Інститут зрошуваного землеробства НААН

сел. Наддінрянське, м. Херсон, 73483, Україна

e-mail: ¹izz.ua@ukr.net, ²szaiets58@gmail.com, ³kfundirat@gmail.com,

⁴ludmilaonufran@gmail.com, ⁵qwerty7536857496@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-3895-5633, ²0000-0001-7853-7922, ³0000-0001-8343-2535,

⁴0000-0001-6247-4920, ⁵0000-0001-8761-642X

Надійшла 02.07.2021

Мета. Визначити ефективність біологічних і хімічних фунгіцидів у боротьбі зі збудниками грибних хвороб на посівах різних сортів ячменю озимого в умовах зрошення. **Методи.** Польові — для визначення особливостей ураження грибними хворобами рослин ячменю озимого в роки досліджень, лабораторні — ідентифікації збудників хвороб, підрахунок технічної ефективності фунгіцидів, статистичні — для оцінки достовірності отриманих експериментальних даних. **Результати.** Найпоширенішими грибними хворобами рослин ячменю озимого на зрошуваних землях півдня України були сітчаста плямистість (*Drechslera teres* Shoem), ринхоспоріоз (*Rhynchosporium graminicola* Heinsen), борошниста роса (*Erysiphe graminis* f. *Speer*) та жовта іржа (*Puccinia striiformis* West). Застосування біологічних препаратів Псевдобактерин 2 (1,0 л/га) у ВВСН₃₁ та Бактофіт (2,5 л/га) у ВВСН₄₉ на посівах сорту Академічний за оптимального строку сівби (10.10) забезпечило технічну ефективність проти збудників хвороб 31,9–77,8%, а за пізнього (20.10) — 24,0–72,3%. На сорті Достойний біофунгіциди забезпечили дещо нижчу технічну ефективність, яка за оптимального строку сівби становила 31,5–77,8%, а за пізнього — 22,8–71,7%. Технічна ефективність застосування хімічних препаратів Солігор (0,8 л/га) у ВВСН₃₁ і Адексар Плюс (1,0 л/га) у ВВСН₄₉ проти зазначених збудників грибних хвороб була вищою і на сортах Академічний та Достойний за оптимального і пізнього строків сівби ста-

новила 58,4 – 96,9 і 70,8 – 98,2% та 54,2 – 95,5 і 63,4 – 94,8%, відповідно. **Висновки.** В умовах зрошення на сортах ячменю озимого Академічний і Достойний проти хвороб грибної етіології комплексне застосування біологічних фунгіцидів Псевдобактерин 2 (1,0 л/га) і Бактофіт (2,5 л/га) забезпечують помірну та середню, а препарати хімічної природи Солігор (0,8 л/га) і Адексар Плюс (1,0 л/га) – середню та високу технічну ефективність. Незалежно від сорту та строку сівби технічна ефективність біологічних препаратів проти збудника *Drechslera teres* Shoem була в межах 22,8 – 31,9%, *Rhynchosporium graminicola* Heinsen – 34,1 – 36,9%, *Erysiphe graminis* f. *Speer* – 71,7 – 77,8 та *Puccinia striiformis* West – 34,4 – 63,6%, а хімічних фунгіцидів – 62,1 – 70,8%, 54,2 – 76,4, 92,1 – 96,9 та 75,0 – 98,2%, відповідно.

Ключові слова: патогени, інтенсивність ураження, сорти ячменю озимого, строки сівби.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202111-09>

Зміни кліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур, підвищення температури та мінливість надходження опадів, збільшення площі зрошуваних земель, розширення асортименту новітніх пестицидів і неконтрольоване їх застосування у технологіях захисту рослин, а також порушення традиційних систем ведення землеробства характеризують сучасний фітосанітарний стан посівів і безпосередньо впливають на розвиток, поширення патогенів та ефективність заходів боротьби з ними [1–6].

Ячмінь озимий є найпродуктивнішою зерновою культурою, яка за дотримання високого рівня агротехніки вирощування має генетичний потенціал урожайності 10 т/га зерна і більше. Проте одним із неконтрольованих чинників, що значною мірою визначає появу грибних захворювань на рослинах ячменю озимого, є погодні умови [2, 7, 8]. Через глобальне потепління впродовж останніх 5–6-ти років рослинам ячменю озимого характерне подовження періоду осінньої вегетації, що сприяє інтенсивному розвитку сітчастої та темно-бурої плямистостей, борошнистої роси, а тому потребує застосування фунгіцидів на посівах культури не лише навесні, як це практикувалося раніше, а й восени [9]. Так, кожного року в агроценозах ячменю озимого збільшується фітопатогенне навантаження збудників різних грибних хвороб, які за сприятливих

погодних умов без застосування ефективних засобів захисту можуть призводити до зниження продуктивності культури на 30–40% [8–11].

Отже, захист ячменю озимого від збудників хвороб є однією із головних ланок технології вирощування. Експериментально доведено, що за високої ураженості посівів хворобами грибної етіології ефективним є обприскування, спрямоване на запобігання масовому розвитку хвороб або для його швидкого зниження [10–12].

При виборі фунгіцидів перевагу слід віддавати екологічно безпечнішим (з малою нормою витрат), економічно вигідним (з низькою ціною), ефективним препаратам (з високою технічною ефективністю), з широким спектром впливу проти збудників хвороб ячменю [12].

Нині одним із пріоритетних напрямів розвитку світової економіки є біологізація, перехід на органічне виробництво та отримання екологічно чистої продукції [3, 13, 14].

Однак в Україні перехід на біологічні принципи господарювання, на жаль, здійснюється повільними темпами [15, 16], оскільки біологічні препарати в системі захисту рослин, у більшості випадків, характеризуються нестабільністю і недостатньою ефективністю. Проте в сучасній інтегрованій системі захисту рослин вони є одними із дієвих засобів, що дає змогу зберегти і підвищити врожай зернових культур,

адже навіть незначне запобігання втратам і погіршенню технологічних властивостей продукції є важливим чинником істотного підвищення продуктивності рослинництва [17–21].

Активне впровадження у технології вирощування сільськогосподарських культур нових інтегрованих елементів та ефективних систем захисту рослин, що сприяють отриманню екологічно безпечної рослинницької продукції, оздоровленню людей та навколишнього природного середовища, є новим, вищим рівнем розвитку сучасного аграрного виробництва [22].

Як результат, підбір методів зі зниження прояву шкодочинності, вирощування стійких сортів, коригування строків сівби культур і дослідження технічної ефективності пестицидів різного походження, їх доз та кратність застосування надалі залишаються досить актуальною науковою проблемою для виробництва ячменю озимого не лише на зрошуваних землях півдня України, а й країни загалом.

Мета досліджень — провести моніторинг збудників грибних хвороб і визначити ефективність біологічних та хімічних фунгіцидів у боротьбі з ними на посівах різних сортів ячменю озимого в умовах зрошення.

Матеріали та методи досліджень. Польові досліді закладали та проводили в умовах Південного Степу України на поливних землях Інституту зрошеного землеробства НААН (сел. Наддніпрянське) згідно з наявними методиками польових і лабораторних досліджень [23].

Ґрунт дослідної ділянки — темно-каштановий слабосолонцюватий середньосуглинковий з умістом гумусу в орному шарі (0–30 см) 2,1%, гідролізованого азоту — 4,5–5,5%, рухомого фосфору — 40–60 мг, обмінного калію — 330–400 мг на 1 кг ґрунту. Найменша вологоємність 0–50 см шару ґрунту становить 20,7%, 0–100 см — 20,3%. Вологість в'янення відповідно становить 8,7 і 9,1% до маси абсолютно сухого ґрунту.

Метеорологічні показники, які визначали погодні умови періоду вегетації ячменю озимого, взято із спостережень обласного центру з гідрометеорології м. Херсон, розташованого на відстані 200 м від дослідного поля. Впродовж 2017–2020 рр.

досліджень вони були характерними для зони Південного Степу України, проте різнилися за волого- та теплозабезпеченням (сухим — 2018 р., середньосухим — 2020 р., середнім — 2017 р. і середньовологим — 2019 р.), що дало змогу всебічно та достовірно оцінити поставлені на вивчення питання.

Вихідним матеріалом слугували сорти ячменю озимого різної групи стиглості: Академічний (типово озимий, середньостиглий) і Достойний (дворучка, ранньостиглий), створені у Селекційно-генетичному інституті — Національному центрі насіннєзнавства та сортовивчення і занесені відповідно з 2011 та 2006 рр. до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, та займають значні площі у виробництві; збудники грибних хвороб на природному фоні зараження; біологічні фунгіциди Псевдобактерин 2 (*Pseudomonas aureofaciens*, штам BS 1393, титр не менше $2 \cdot 10^9$ КУО/мл) та Бактофіт (*Bacillus subtilis*, штам ИПМ 215, титр не менше $2,0 \cdot 10^9$ КУО/мл); фунгіциди хімічної природи — Солігор (протіоконазол, 53 г/л + тебуконазол, 148 г/л + спіроксамін, 224 г/л) та Адексар Плюс (піраклостробін, 66,6 г/л + епоксиконазол, 41,6 г/л + флукаспіроксад, 41,6 г/л). Дослідження проводили за двох строків сівби — оптимального (10 жовтня) і пізнього (20 жовтня).

Дослід 3-факторний, закладений у 3-разовій повторності, загальна площа ділянки — 50 м², облікової — 30 м² (табл. 1).

Технологія вирощування ячменю озимого в досліді загальноприйнята для зрошуваних умов Південного Степу України. Передник — соя. Пестициди вносили ручним обприскувачем «Марс-15». Поливи здійснювали за допомогою дощувальної машини ДДА-100 МА та підтримували в шарі ґрунту 0,5 м на рівні 70% НВ. Для цього в середньому за забезпеченістю опадами 2017 р. потребувалося 2 вегетаційних поливи нормою зрошення 800 м³/га, у сухому 2018 р. — 3 і 1350 м³/га та середньосухому 2020 р. — 3 і 1300 м³/га, відповідно. У середньовологому 2019 р. вегетаційні поливи не проводили (лише передпосівний — 400 м³/га), оскільки за весняно-літній період вегетації ячменю озимого випало 221 мм опадів.

1. Схема досліджу

Сорт (А)	Строки сівби (В)					
	10.10			20.10		
	Захист рослин (С)					
	контроль*	біологічний	хімічний	контроль	біологічний	хімічний
Академічний		У ВВСН ₃₁ Псевдо- бактерин 2 (2,0 л/га) та	У ВВСН ₃₁ Солігор (0,8 л/га) та		У ВВСН ₃₁ Псевдо- бактерин 2 (2,0 л/га) та	У ВВСН ₃₁ Солігор (0,8 л/га) та
Достойний	Без унесення фунгіцидів та інсектицидів	ВВСН ₄₉ Бактофіт (2,5 л/га) + + Бітокси- бацилін — БТУ (10 л/га)	ВВСН ₄₉ Адексар Плюс (1,0 л/га) + + Коннект (0,5 л/га)	Без унесення фунгіцидів та інсектицидів	ВВСН ₄₉ Бактофіт (2,5 л/га) + + Бітокси- бацилін — БТУ (10 л/га)	ВВСН ₄₉ Адексар Плюс (1,0 л/га) + + Коннект (0,5 л/га)
*На всіх варіантах досліді проводили протруєвання насіння препаратом Кінто Дуо (2,0 л/т) і застосовували у ВВСН ₃₁ гербіцид Гроділ Максї (0,11 л/га).						

Ідентифікацію та діагностику прояву хвороб грибної етіології на листках ячменю озимого здійснювали з фази кушіння до молочної стиглості зерна. Інтенсивність ураження збудниками оцінювали візуально за діапазоном грибниці на поверхні листка, у відсотках до загальної площі листка, використовуючи специфічні для різних хвороб наочні умовні ілюстративні шкали та обліковували середній показник за формулами згідно із загальноновизнаними методиками та довідниками [24–27].

Дослідження технічної ефективності біологічних і хімічних препаратів проти грибних хвороб ячменю озимого здійснювали згідно з методикою випробування і застосування пестицидів [26].

Дані статистично оброблені за допомогою ліцензійного програмного забезпечення Microsoft Office® Excel® (2016) методом дисперсійного аналізу [28].

Результати досліджень та їх обговорення. Завдяки проведенню моніторингу на посівах ячменю озимого в агроєкологічних умовах 2017–2020 рр. визначено, що хвороби листя спричиняли збудники сітчастої плямистості (*Drechslera teres* Shoem), ринхоспоріозу (*Rhynchosporium graminicola* Heinsen), борошнистої роси (*Erysiphe graminis* f. *Speer*) та жовтої іржі (*Puccinia striiformis* West).

Фунгіцидний захист ячменю озимого у вегетаційні періоди передбачав проведення протруєння насіння та застосування біологічних або хімічних препаратів у весняний період вегетації.

Обробка насіння ячменю озимого протруєником Кінто Дуо (2,0 л/т) дала змогу отримати дружні сходи та забезпечила захист від розвитку грибних хвороб восени та на початку весняного періоду.

Результати спостережень за 4 роки досліджень свідчать, що плямистості листя виявлено на посівах сортів ячменю озимого переважно з фази виходу рослин у трубку. У фазі «молочної стиглості» (ВВСН₇₅) у контрольному варіанті (без застосування фунгіцидів) рівень ураження збудником сітчастої плямистості сортів ячменю озимого за двох строків сівби становив 28,7–39,0% і виявлявся в усі роки досліджень. Ринхоспоріоз поширювався лише в 2017 р. з інтенсивністю розвитку хвороби 19,0–27,9%, борошниста роса в 2017 та 2018 рр. — 1,72–8,85%, а жовта іржа в 2018 р. — 3,6–22,8%, що пов'язано з агрометеорологічними умовами цих років.

Установлено, що застосування різних композицій фунгіцидів упродовж вегетації сприяло обмеженню інтенсивності розвитку хвороб листя. Так, застосування біологічних

препаратів дало змогу зменшити цей показник залежно від збудника хвороби в середньому за варіантами дослідів на 31–69%, а хімічних — на 64–94%, або в 1,4–3,2 та 2,7–16,9 рази, відповідно (табл. 2).

Попередніми дослідженнями з використання біологічних препаратів у системах захисту від шкідливих організмів сільськогосподарських культур встановлено переважно нижчу ефективність біологічних препаратів порівняно з хімічними, хоч і наголошується на їхньому позитивному впливі на рослини, а поєднання хімічних і біологічних препаратів сприяє підвищенню технічної ефективності та загальній продуктивності різних культур [16–19]. Отримані нами результати підтверджують цю закономірність, комплексне застосування препаратів різного походження в інтегрованих системах захисту сприяє кращій їх технічній і господарській ефективності.

Дослідження свідчать, що застосування фунгіцидів на посівах сортів ячменю озимого за різних строків сівби було ефективним проти збудників хвороб (рисунк).

Установлено, що технічна ефективність біологічних фунгіцидів проти збудників грибних листяних хвороб залежала від умов середовища, визначених термінами сівби, і коливалась у широких межах — від 22,8 до 77,8%. Використання хімічних фунгіцидів забезпечує стабільно вищі ці показники — 54,2–96,9%.

Технічна ефективність біологічних препаратів Псевдобактерин 2 (1,0 л/га) і Бактофіт (2,5 л/га) проти сітчастої плямистості листків на сорті Академічний за строку сівби 10 жовтня становила 31,9%, ринхоспоріозу — 34,2, борошнистої роси — 77,8 та жовтої іржі — 34,4%, а хімічних препаратів Солігор (0,8 л/га) і Адексар Плюс (1,0 л/га) — 63,9%, 58,4; 96,9 та 95,1%, відповідно.

На сорті Достойний за сівби 10 жовтня ефективність застосування біофунгіцидів проти сітчастої плямистості, ринхоспоріозу, борошнистої роси і жовтої іржі відповідно становила 31,5%; 35,0; 77,8 і 36,1%, а хімічних фунгіцидів — 62,1%; 54,2; 95,5 і 75%.

Також ефективним було застосування біологічних препаратів (Псевдобактерин 2

2. Рівень ураження листків сортів ячменю озимого збудниками грибних хвороб залежно від строку сівби та захисту рослин у фазі молочної стиглості (ВВСН₇₅) (середнє за 2017–2020 рр., ІЗЗ НААН, м. Херсон), %

Строк сівби	Препарати, використані для захисту по вегетації	Інтенсивність ураження, %			
		Сітчастий гельмінтоспоріоз	Ринхоспоріоз	Борошниста роса	Жовта іржа
Сорт Академічний					
Оптимальний (10.10)	Контроль	28,7	19	1,72	12,2
	Біологічні	19,5	12,5	0,48	8
	Хімічні	10,7	7,9	0,06	0,6
Пізній (20.10)	Контроль	34,6	27,1	6,25	22,8
	Біологічні	26,2	17,1	2,23	8,3
	Хімічні	10,0	6,4	0,39	0,4
HIP ₀₅		9,3	7,2	2,2	7,8
Сорт Достойний					
Оптимальний (10.10)	Контроль	35,1	26	6,64	3,6
	Біологічні	19,4	16,9	1,58	2,3
	Хімічні	16,6	11,9	0,34	0,9
Пізній (20.10)	Контроль	39,0	27,9	8,85	5,8
	Біологічні	30,1	18,4	3,05	3
	Хімічні	11,8	10,2	0,60	0,9
HIP ₀₅		10,2	6,7	3,3	1,7

Технічна ефективність різних композицій фунгіцидного захисту проти збудників хвороб сортів ячменю озимого залежно від строку сівби (ІЗЗ НААН, м. Херсон), %: □ — сітчастий гельмінтоспоріоз; ■ — борошниста роса; ■ — ринхоспоріоз; ■ — жовта іржа

(1,0 л/га) і Бактофіт (2,5 л/га) на сорті Академічний і за пізньої сівби (20 жовтня), де технічна ефективність проти сітчастої плямистості становила 24,0%, ринхоспоріозу — 36,6, борошнистої роси та жовтої іржі — 72,3 і 63,6%, а хімічних препаратів Солігор (0,8 л/га) і Адексар Плюс (1,0 л/га) — відповідно 70,8%; 76,4; 92,1 та 98,2%.

На сорті Достойний за сівби 20 жовтня ефективність застосування біологічного захисту проти сітчастого гельмінтоспоріозу становила 22,8%, ринхоспоріозу — 34,1, борошнистої роси — 71,7 та жовтої іржі —

48,3%, а хімічного захисту — відповідно 67,6%; 63,4; 94,8 та 84,5%.

Враховуючи те, що сорт Достойний сильніше уражали збудники різних хвороб, він потребує обов'язкового захисту від них.

Тобто на зрошуваних землях півдня України проти хвороб грибної етіології ячменю озимого застосування впродовж вегетації біологічних фунгіцидів Псевдобактерин 2 (1 л/га) і Бактофіт (2,5 л/га) залежно від сорту та строку сівби забезпечує технічну ефективність 22,8–77,8%, а препарати хімічної природи Солігор (0,8 л/га) і Адексар Плюс (1,0 л/га) — 54,2–98,2%.

Висновки

Встановлено вищу технічну ефективність хімічних препаратів Солігор (0,8 л/га) і Адексар Плюс (1 л/га) порівняно з біофунгіцидами Псевдобактерин 2 (1 л/га) і Бактофіт (2,5 л/га), що потребує розширення і вдосконалення досліджень щодо регулярності та кратності їх застосування під час вирощування ячменю озимого. Технічна ефективність біофунгіцидів

Псевдобактерин 2 (1 л/га) і Бактофіт (2,5 л/га) у боротьбі зі збудниками грибних хвороб *Drechslera teres* Shoem коливалася від 22,8 до 31,9%, *Rhynchosporium graminicola* Heinsen — від 34,1 до 36,9%, *Erysiphe graminis* f. *Speer* — від 71,7 до 77,8% та *Puccinia striiformis* West — від 34,4 до 63,6%, а хімічних фунгіцидів Солігор (0,8 л/га) і Адексар Плюс (1 л/га) —

від 62,1, 54,2, 92,1 і 75,0% до 70,8, 76,4, 96,9 та 98,2%, відповідно. Проте вказані біологічні препарати можуть бути вико-

ристано у захисті рослин від грибних хвороб для отримання екологічно безпечної продукції (органічне землеробство).

Vozhehova R.¹, Zaiets S.², Fundyrat K.³, Onufran L.⁴, Yuzyuk S.⁵

Institute of Irrigated Agriculture of NAAS, Naddnyprianske village, Kherson, 73483, Ukraine; e-mail: ¹izz.ua@ukr.net, ²szaiets58@gmail.com, ³kfundirat@gmail.com, ⁴ludmilaonufan@gmail.com, ⁵qwerty7536857496@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-3895-5633, ²0000-0001-7853-7922, ³0000-0001-8343-2535, ⁴0000-0001-6247-4920, ⁵0000-0001-8761-642X

Effectiveness of biological and chemical fungicides in the control of fungal diseases on winter barley crops under irrigation

Goal. To determine the effectiveness of biological and chemical fungicides in the control of fungal pathogens on crops of different varieties of winter barley under irrigation. **Methods.** Field — to determine the features of fungal diseases of winter barley plants in the years of research; laboratory — to identify pathogens, calculate technical efficiency of fungicides; statistical — to assess the reliability of the obtained experimental data. **Results.** The most common fungal diseases of winter barley plants in irrigated lands in Southern Ukraine were reticular spot (*Drechslera teres* Shoem), rhynchosporiosis (*Rhynchosporium graminicola* Heinsen), powdery mildew (*Erysiphe graminis* f. *Speiformis*), and yellow rust (*Puccinia striiformis* West). The application of biological preparations Pseudobacterin 2 (1.0 l/ha) in VVSN₃₁ and Baktofit (2.5 l/ha) in VVSN₄₉ on crops of the Academichnyi variety for the optimal

sowing period (10.10) provided technical efficiency against pathogens 31.9–77.8%, and for the late sowing period (20.10) — 24.0–72.3%. In the variety Dostoinyi biofungicides provided slightly lower technical efficiency, which for the optimal sowing date was 31.5–77.8%, and for the late sowing date — 22.8–71.7%. The technical efficiency of the use of chemicals Soligor (0.8 l/ha) in VVSN₃₁ and Adeksar Plus (1.0 l/ha) in VVSN₄₉ against these fungal pathogens was higher and in the varieties Academichnyi and Dostoinyi for optimal and late sowing was 58.4–96.9 and 70.8–98.2%, and 54.2–95.5 and 63.4–94.8%, respectively. **Conclusions.** In the conditions of irrigation on winter barley varieties Academichnyi and Dostoinyi against diseases of fungal etiology complex application of biological fungicides Pseudobacterin 2 (1.0 l/ha) and Baktofit (2.5 l/ha) provide moderate and medium, and preparations of chemical nature Soligor (0.8 l/ha) and Adeksar Plus (1.0 l/ha) — medium and high technical efficiency. Regardless of the variety and sowing date, the technical efficiency of biological preparations against the pathogen *Drechslera teres* Shoem was in the range of 22.8–31.9%, *Rhynchosporium graminicola* Heinsen — 34.1–36.9%, *Erysiphe graminis* f. *Speer* — 71.7–77.8 and *Puccinia striiformis* West — 34.4–63.6%, and chemical fungicides — 62.1–70.8%, 54.2–76.4, 92.1–96, 9 and 75.0–98.2%, respectively.

Key words: pathogens, intensity of damage, varieties of winter barley, sowing dates.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovysnyk202111-09>

Бібліографія

1. Delcour I., Spanoghe P., Uyttendaele M. Literature review: Impact of climate change on pesticide use. *Food Research International*, 2015. V. 68. P. 7–15. doi: 10.1016/j.foodres.2014.09.030
2. Борма Эрн. Погода и защита растений; пер. с голландского. Нидерланды. Дронтен: Roodbont. 2012, 176 с.
3. Sahar Abdou Zayan. Impact of Climate Change on Plant Diseases and IPM Strategies. 2019. 10 p. doi: 10.5772/intechopen.87055
4. Вожегова Р.А., Коваленко А.М. Зміни клімату в південному регіоні та напруги адаптації землеробства до них. *Посібник українського хлібороба «Адаптивне землеробство»*: наук.-практ. щорічник. Київ: ТОВ «АКАДЕМПРЕС», 2013. Т. 1. С. 189–190.
5. Popp J., Károly P., Nagy J. Pesticide productivity and food security. A review. *Agronomy for*

- Sustainable Development*, 2013. V. 33. P. 243–255.
6. Muyaier Tudi, Huada Daniel Ruan, Li Wang et al. Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *Int J. Environ Res Public Health*. 2021. V. 18(3). P. 1112. doi: 10.3390/ijerph18031112
7. Tekiela A. Occurrence of diseases and colonization of winter wheat grain by pathogenic fungi in organic farms in the Podlasie region. *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 2008. V. 53. P. 120–122.
8. Oxley S. Barley Disease Control. Edinburgh. 2010. P. 1–20.
9. Марков І.Л. Хвороби ячменю та методи їх контролю. *Агроном*. 2008. № 4. С. 162–179.
10. Марков І.Л. Захист ячменю озимого від хвороб. *Агробізнес сьогодні*. 2019. 7 с.
11. Чайка О.В., Шеремет Ю.В., Чайка Т.В., Кап-ралуєк М.П. Ефективність комплексних обробок

посівів ячменю озимого проти хвороб. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2015. № 2(1). С. 120–127.

12. Марков І.Л. Система комплексного захисту ячменю. *Агробізнес сьогодні*. 2016. № 1–2. С. 48–52.

13. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Retrieved from. 2016. URL: <http://www.fao.org/home/en>

14. Willer H., Yusefi-Menzler M., Sorensen N. The World of Organic Agriculture — Statistics and Emerging Trends 2008. IFOAM, Bonn and FiBL, Frick. 2008. 272 p. doi: 978-3-934055-99-5 and 978-3-03736-014-9

15. Ткаленко Г.М., Борзих О.І., Ігнат В.В. Сучасний стан застосування біологічних засобів захисту рослин в агроценозах України. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 12. С. 18–25. doi: 10.31073/agrovisnyk202012-03

16. Крутякова В.І. Біометод — основа сталого розвитку вітчизняного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 9 (810). С. 5–14. doi: 10.31073/agrovisnyk202009-01

17. Крючкова Л., Драгатов І., Авдєєва Л. Біологічний захист рослин від хвороб — актуальна проблема сьогодення. Інтенсивні технології вирощування зернових культур. Спецвипуск. *Пропозиція*. 2014. С. 16–17.

18. Вожегова А.А., Кривенко А.І. Вплив біопрепаратів на продуктивність пшениці озимої та економічно-енергетичну ефективність технології її вирощування в умовах Півдня України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. № 1. С. 39–46.

19. Заєць С.О., Рудік О.Л., Нетіс В.І., Фундират К.С. Вплив систем захисту рослин на врожайність сортів сої в умовах зрошення. *Науково-технічний бюлетень ІОК НААН*. Запо-

ріжжя. 2020. С. 109–117.

20. Грицюк Н.В., Дереча О.А., Бакалова А.В. та ін. Ефективність комплексного застосування препаратів різного походження проти фузаріозної кореневої гнилі пшениці озимої. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 57–64. doi: 10.31210/visnyk2019.03.07

21. Agrios G.N. Plant pathology. Fifth edition. Elsevier Acad Press; Amsterdam: 2005. 922 p.

22. Заєць С.О., Рудік О.Л. Ефективність елементів біологізації системи захисту пшениці озимої, ячменю озимого та сої в умовах зрошення Півдня України. Scientific developments of Ukraine and EU in the area of natural sciences. *Collective monograph. Riga: Izdevniecība «Baltija Publishing»*. 2020. V. 1. P. 203–222. doi: 10.30525/978-9934-588-73-0/1.11

23. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового дослідження (зрошуване землеробство): навч. посібник. Херсон: ФОП Гринь Д.С., 2014. 448 с.

24. Основи селекції польових культур на стійкість до шкідливих організмів: навч. посібник; за ред. В.В. Кириченка та В.П. Петренкої, Харків: Ін-т рослинництва ім. В.Я. Юр'єва, 2012. 320 с.

25. Гешеле Э.Э. Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур. Одесса, 1971. 179 с.

26. Довідник із захисту рослин; за ред. М.П. Лісового. Київ: Урожай, 1999. 744 с.

27. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 448 с.

28. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 403 с.