

**В. В. Карпенко**

аспірант кафедри захисту і карантину рослин,
Уманський національний університет садівництва (м. Умань, Україна)
E-mail: dgonvk@gmail.com

ЕФЕКТИВНІСТЬ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ У КОНТРОЛЮВАННІ ФІТОСАНІТАРНОГО СТАНУ ПОСІВІВ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО

Стаття висвітлює експериментальні результати з вивчення впливу передпосівної обробки насіння та посівів тритикале озимого біопрепаратами з фунгіцидним ефектом на фітосанітарний стан посівів культури. Так, за дослідження поширення у посівах тритикале озимого плямистостей, зокрема сітчастої, смугастої та септоріозу, на які приходилась переважна частка хвороб листя, встановлено, що бактеризація насіння мікробними препаратами Біозлак і Меланоріз як окремо, так і в комплексі з посходовим внесенням біофунгіциду Бактофіт, сприяла пригніченню їх розвитку. Рівень зниження шкодочинності хвороб, крім виду та способу використання досліджуваних препаратів, суттєво залежав від умов вологозабезпечення, що складалися у період досліджень. Зокрема, за умов 2021 року поширеність хвороб листя була найнижчою, водночас за підвищеного вологозабезпечення 2023 року – найвищою. Найменший відсоток поширення хвороб листків тритикале озимого простежувався за інтегрованою бактеризації насіння мікробним препаратом Меланоріз (1,0 л/т) з наступним внесенням по вегетації біофунгіциду Бактофіт (3,0 л/га), за яких фітосанітарний стан посівів культури покращувався (поширення хвороб складало 0,2–20,0% при 7,8–25,3 в контролі).

Схожу тенденцію відмічено і за дослідження хвороб колосу. Зокрема встановлено що найчастіше в умовах дослідного поля УНУС зустрічалися: септоріоз і фузаріоз, частка яких у структурі хвороб колосу складала 26 та 24% відповідно, летюча і тверда сажки – 16% і 10%, борошниста роса і альтернаріоз – 5%. Загальний аналіз ураження тритикале озимого хворобами колосу показав, що у середньому за роки досліджень передпосівна обробка насіння культури препаратами Меланоріз та Біозлак сприяла зниженню ступеня ураження рослин хворобами колосу, зокрема, септоріозом – до 4,2 і 2,5%; фузаріозом – до 2,3 у обох варіантах; летючою сажкою – до 3,0% у обох варіантах та твердою сажкою – до 2,1 та 2,0% відповідно. У разі внесення біофунгіциду Бактофіт у нормах 2,0–3,0 л/га на фоні необробленого насіння відмічено пригнічення ураженості септоріозом до 2,8–1,8%; фузаріозом – до 2,7–1,4%. Неістотно знижувалося ураження летючою (до 3,6–4,0%) і твердою (до 4,6–4,9%) сажками залежно від норм біофунгіциду. Найбільш ефективним виявилось комплексне застосування Меланорізу та Бактофіту, що сприяло зниженню ураження колосу у середньому за роки досліджень до 0,6–4,9% залежно від виду хвороби.

Ключові слова: біологічні препарати, фітосанітарний стан, тритикале озиме, ефективність

V. V. Karpenko

Postgraduate Student at the Department of Plant Protection and Quarantine
Uman National University of Horticulture (Uman, Ukraine)
E-mail: dgonvk@gmail.com

EFFECTIVENESS OF A BIOLOGICAL PREPARATIONS IN CONTROLLING THE PHYTOSANITARY CONDITION THE CROPS OF WINTER TRITICALE

The article highlights the experimental results of the study the influence of pre-sowing treatment of winter triticale seeds and the crops by biological preparations with a fungicidal effect on the phytosanitary condition of the crops. For example, after studying the distribution of winter spots in triticale crops, in particular reticulated, striped and septorios, which accounted for the majority of leaf diseases, it was established that the bacterization of seeds by the microbial preparations Biozlak and Melanoriz, both separately and in combination with the post-emergence application of the biofungicide Bactophyt, contributed suppression of their development. The level of reduction in the harmfulness of diseases, in addition to the type and method of use of the researched preparations, significantly depended on the conditions of moisture supply during the research period. In particular, under the conditions of 2021, the prevalence of leaf diseases was the lowest, while under the increased moisture supply of 2023, it was the highest. The lowest percentage of the spread of winter triticale leaf diseases was traced to the integrated seed bacterization with the microbial preparation Melanoriz (1,0 l/t) followed by the application of the biofungicide Bactophyt (3,0 l/ha) during the growing season, during which the phytosanitary condition of the crops improved (the spread of diseases was 0,2–20,0% with 7,8–25,3 in the control).

A similar trend was noted for the study of ear diseases. In particular, it was established that the most common occurrences in the conditions of the UNUH experimental field were: septoriosiis and fusarium, the share of which in the structure of ear diseases was 26 and 24%, respectively, volatile and solid soot -- 16% and 10%, powdery mildew and alternaria – 5%. The general analysis of damage to winter triticale by ear diseases showed that, on average, over the years of research, pre-sowing treatment of crop seeds with the preparations Melanoriz and Biozlak helped reduce the degree of damage to plants by ear diseases, in particular, septoriosiis – to 4,2 and 2.5%; fusariosiis – up to 2,3 in both versions; with volatile soot – up to 3,0% in both versions and with solid soot – up to 2,1 and 2,0%, respectively. In the case of application the biofungicide of Bactofit at rates of 2,0–3,0 l/ha against the background of untreated seeds, septoriosiis damage was suppressed to 2,8–1,8%; fusariosiis the up to 2,7–1,4%. Damage by volatile (up to 4,1–8,8%) and solid (up to 5,0–4,7%) sooty was insignificantly reduced, depending on the rates of biofungicide. The most effective was the complex application of Melanorhiz and Bactophyt, which contributed to the reduction of damage to the ear on average over the years of research up to 0,6–4,9%, depending on the type of disease.

Key words: biological preparations, phytosanitary condition, winter triticale, effectiveness.

Постановка проблеми. Зміна кліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур, підвищення температури, мінливість надходження опадів, розширення асортименту новітніх пестицидів, недотримання регламентів їх застосування, беззмінне вирощування сільськогосподарських культур та недотримання сівозмін призвело до збіднення агроценозів на корисні види мікробіоти. Їх місце займають інші мікроорганізми, у т.ч. й патогенні, через що агроценози ризикують перетворитися на резерватори збудників хвороб [1–7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Фітопатогенні мікроорганізми уражують всі сільськогосподарські культури, водночас на яких паразитують декілька збудників, що знижують їх продуктивність на 15–20% і більше. Найчастіше зустрічаються такі фітопатогенні роди як *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Cladosporium* та інші [8–10]. Такі хвороби як фузаріоз, альтернاریоз, пероноспороз, аспергільозна роса, аспергільоз та ін. є токсичноутворювальними [11]. Вони значно знижують екологічну безпеку рослинної продукції, утворюючи токсини. Серед них особливо небезпечні: *Fusarium oxysporum* Schleht, *F. culmorum* (W.G.Sm.) Sacc., *F. Sambucinum* Fuckvar. Minus Wr., *Alternaria alternata*, *Ascochyta sojaecola* Abr., *Cercospora sojae* Hara, *Septoria glycines* T. Hemmi., *Botrytis cinerea* Pers., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary., *Peronospora manshurica* Sydow [12].

Інновації в біологічному захисті рослин дають можливість ученим створити певний арсенал біологічних засобів, які без шкоди для довкілля можуть контролювати розвиток хвороб в агроценозах. Саме тому актуальними залишаються завдання щодо підвищення значення препаратів на основі мікробів-антагоністів у біоценотичній регуляції шкідливих організмів у системі патоген – рослина – продукція. Не менш важливим аргументом на користь застосування біопрепаратів є те, що вони екологічно безпечні та мають порівняно низьку вартість [13, 14].

Відомо, що більшість препаратів, які в своїй основі містять мікроорганізми, характеризуються антагоністичними властивостями. Тобто ріст біоагентів дає змогу в агроценозах інгібувати ріст і розвиток фітопатогенів, завдяки підвищенню фунгістатичного статусу ґрунту. Рівень фунгістатичного статусу ґрунту найкраще характеризує

його антифунгальна активність. Так, застосування препарату БіоСистем POWER, КС (BioSistem POWER, SC) сприяло збільшенню антифунгальної активності ґрунту відносно контрольного варіанту у 2,3 рази за використання його у нормі 0,3 л/га та в 3,3 рази – за використання у нормі 5,0 л/га [15].

Загалом, узагальнюючи наукові дані, можна виділити кілька чинників, завдяки яким відбувається пригнічення фітопатогенної мікробіоти у філосфері польових культур за застосування біологічних препаратів, зокрема: шляхом стимулювання проходження в рослинному організмі біохімічних процесів, завдяки чому зростає імунітет рослин та їх резистентність; шляхом стимулювання у складі мікробіоти філосфери аборигенних мікроорганізмів, що мають антагоністичні властивості стосовно збудників хвороб; за безпосереднього антагоністичного впливу препаратів з біофунгіцидними властивостями на фітопатогенні мікроорганізми [16].

Мета статті. У науковій літературі наводяться результати досліджень, що доводять значну ефективність препаратів біологічного походження щодо покращення фітосанітарного стану посівів багатьох польових культур, проте дане питання лишається майже не висвітленим стосовно такої культури як тритикале озиме, що й зумовило вибір об'єкту, предмету та завдання досліджень.

Методика дослідження. Дослідження фітосанітарного стану посівів тритикале озимого сорту Єлань (Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН; Волинська державна с.-г. дослідна станція, рік реєстрації – 2020) виконувалися в польових і лабораторних умовах кафедри захисту і карантину рослин Уманського національного університету садівництва у 2021–2023 роках. Насіння тритикале озимого за добу до висіву обробляли бактеріальними суспензіями біологічних препаратів мікробного походження: Меланоріз 1,0 л/т (*Glomus sp.*, *Aspergillus terreus*, *Trichoderma lignorum*, *Trichoderma viride*, *Bacillus macerans*, *Arthrobacter sp.*, *Bacillus subtilis*, *Paenibacillus polymyxa*, загальне число життєздатних клітин $2,5 \times 10^7$ КУО/мл, оригінатор – ТОВ «Торговий дім «Бту-центр», Україна) та Біозлак 1,5 л/т (*Pseudomonas aureofaciens* BS1393, титр життєздатних клітин або спор не менше $2,0 \times 10^9$ КУО/мл препарату, оригінатор – ТОВ «Біонасервіс плюс», Україна). У фазі повного кушіння посіви культури

обробляли біологічним фунгіцидом Бактофіт у нормах 2,0; 2,5 і 3,0 л/га (*Bacillus subtilis* ІПМ-215, титр життєздатних клітин або спор не менше $2,0 \times 10^9$ КУО/мл препарату, оригінатор – ТОВ «Біонасервіс плюс», Україна).

Досліди закладали на чорноземі опідзоленому важкосуглинковому на лесі, який характеризується задовільним забезпеченням поживними елементами [17].

Визначення поширення хвороб листків тритикале озимого здійснювали шляхом вираження у відсотках від загальної кількості обстежених рослин кількості уражених захворюваннями відповідно до формули: $P = 100 \times n / N$, де P – поширеність хвороби, %; n – кількість уражених рослин, шт.; N – загальна кількість обстежених рослин, шт. [18, 19]. Визначення ураженості хворобами колоса проводили шляхом підрахунку відсотку ураженого колоса до загальної його кількості [18, 19].

Статистичну обробку отриманих результатів виконували в програмі Microsoft Office Excel.

Основні результати дослідження.

Вивчення поширення хвороб листків тритикале озимого в умовах дослідного поля УНУС показало, що в структурі переважна частка приходилася на плямистості – 45%, дещо менша частка була у борошністої роси – 35%, інші хвороби склали 20% (рис. 1).

Детальний аналіз фітопатогенної мікробіоти листків тритикале озимого виявив, що розвиток шкочинних мікроорганізмів знаходився у тісній залежності з погодними умовами, що склалися у роки досліджень, а тому ураженість зростала у роки з вищою вологозабезпеченістю (2023 р.). За вивчення поширення у посівах тритикале озимого плямистостей, зокрема сітчастої – *Bipolaris sorokiniana*, смугастої – *Drechslera graminea* та септоріозу – *Septoria tritici*, на які приходилася переважна частка хвороб листя, встановлено, що досліджувані препарати сприяли істотному пригніченню їх розвитку.

У 2021 р. за бактеризації насіння тритикале озимого Меланорізом ураження листків плямистостями складало 8,8%, Біозлаком – до 4,9% при 10,2% – у контролі. Зниження ураження листків плямистостями, очевидно, відбувалось завдяки здатності Меланорізу нейтралізувати дію патогенних мікроорганізмів та продукуванню антибіотиків природного походження, що підвищують імунітет рослин. Водночас, складові Біозлаку здатні продукувати флороглюцини – природні антибіотики, які відіграють важливе значення у пригніченні життєдіяльності широкого спектру збудників хвороб зернових колосових культур (табл. 1).

За використання біофунгіциду Бактофіт у нормах 2,0; 2,5 та 3,0 л/га відмічено зниження поширеності ураження листків плямистостями відповідно до 4,8; 4,4 і 3,3%. Застосування цих же норм Бактофіту на фоні бактеризації насіння Меланорізом сприяло підсиленню сумісної дії препаратів, що забезпечило зниження поширеності ураження листків плямистостями до 3,6; 3,1 та 2,4% відповідно. Дещо менш ефективну дію мало застосування біофунгіциду на фоні передпосівної обробки насіння Біозлаком. У цих варіантах дослідів відсоток ураження плямистостями складав від 2,9–4,5%.

Вивчення поширення ураженості листків тритикале озимого борошністою россою (*Erysiphe graminis*) показало залежність між видом і способом застосування досліджуваних препаратів. Зокрема, за передпосівної бактеризації насіння Меланорізом та Біозлаком відмічено зниження рівня поширення ураження листків борошністою россою до 4,3 та 2,6% відповідно за 7,8% у контролі.

Посходове внесення Бактофіту (2,0; 2,5 і 3,0 л/га) сприяло зниженню рівня поширеності хвороби до 2,5; 1,9 та 1,0%. Найбільшу ефективність у контролюванні поширення борошністої роси було відмічено у разі застосування цих же норм біофунгіциду на фоні бактеризації насіння



Рис. 1. Структура поширення хвороб листя тритикале озимого в умовах дослідного поля УНУС, 2021–2023 рр.

Поширеність хвороб листя тритикале озимого у фазі повного кущіння, %

Варіант досліду	2021 р.		2022 р.		2023 р.	
	плямистості	борошниста роса	плямистості	борошниста роса	плямистості	борошниста роса
Без застосування біологічних препаратів (контроль)	10,2	7,8	16,5	11,6	25,3	12,8
Меланоріз 1,0 л/т	8,8	4,3	12,3	6,3	20,0	8,1
Біозлак 1,5 л/т	4,9	2,6	5,6	3,4	6,5	4,2
Бактофіт 2,0 л/га	4,8	2,5	5,4	3,1	6,3	4,0
Бактофіт 2,5 л/га	4,4	1,9	4,6	2,3	5,4	3,2
Бактофіт 3,0 л/га	3,3	1,0	3,8	1,6	4,2	2,1
Біозлак 1,5 л/т + Бактофіт 2,0 л/га	4,5	2,1	4,7	2,4	5,5	3,3
Біозлак 1,5 л/т + Бактофіт 2,5 л/га	3,4	1,3	3,9	1,6	4,8	2,5
Біозлак 1,5 л/т + Бактофіт 3,0 л/га	2,8	0,5	3,2	1,0	3,9	1,7
Меланоріз 1,0 л/т + Бактофіт 2,0 л/га	3,6	1,4	4,4	2,0	4,7	2,5
Меланоріз 1,0 л/т + Бактофіт 2,5 л/га	3,1	0,9	3,3	0,9	3,8	1,6
Меланоріз 1,0 л/т + Бактофіт 3,0 л/га	2,4	0,0	2,6	0,2	3,2	0,8
НІР ₀₅	0,4	0,5	0,4	0,6	0,6	0,4

Меланорізом, що сприяло зниженню захворювання до 1,4; 0,9 та 0,0% відповідно до норм Бактофіту.

Вищу поширеність хвороб листків тритикале озимого було відмічено у 2022 році, що зумовлено більшою кількістю опадів у період проведення обліків. Так, у контролі поширення плямистостей складало 16,5%, борошнистої роси – 11,6%. За бактеризації насіння Меланорізом та Біозлаком ступінь поширення хвороб знижувався відповідно до 5,6–12,3% (плямистості) і до 3,4–6,3% (борошниста роса).

За внесення Бактофіту (2,0–3,0 л/га) поширення плямистостей знижувалося до 5,4–3,8%, а борошнистої роси – до 3,1–1,6%.

Найбільш ефективним у контролюванні поширення хвороб листків, як і у 2021 році, виявилось застосування біофунгіциду на фоні бактеризації насіння Меланорізом, що сприяло зниженню поширення плямистостей до 4,4–2,6%, а борошнистої роси – до 2,0–0,2%.

Аналогічна залежність між видом і способом застосування препаратів та поширенням хвороб простежувалась і за умов 2023 року, хоча розвиток хвороб був найвищим за роки досліджень. Водночас найвищу ефективність забезпечило застосування Бактофіту на фоні бактеризації насіння Меланорізом, де зниження поширення плямистостей склало 4,7–3,2% проти 25,3% у контролі, а борошнистої роси – 2,5–0,8% проти 12,8% у контролі.

Дослідження хвороб колосу тритикале озимого показало, що найчастіше в умовах дослідного поля УНУС зустрічалися: септоріоз і фузаріоз, частка яких у структурі хвороб колосу складала 26 та 24% відповідно, летюча і тверда сажки – 16% і 10%, борошниста роса і альтернативіоз – 5%, інші хвороби – 14% (рис. 2).

Загальний аналіз ураження колосу тритикале озимого хворобами показав, що в середньому за

роки досліджень передпосівна обробка насіння культури препаратами Меланоріз та Біозлак сприяла зниженню ступеня ураження хворобами колосу, зокрема, септоріозом – до 4,2 і 2,5%; фузаріозом – до 2,3 у обох варіантах; летючою сажкою – до 3,0% у обох варіантах та твердою сажкою – до 2,1 та 2,0% відповідно.

У випадку застосування біофунгіциду Бактофіт у нормах 2,0–3,0 л/га на фоні необробленого біопрепаратами насіння відмічено пригнічення ураженості колосу септоріозом до 2,8–1,8%; фузаріозом – до 2,7–1,4%. Неістотно знижувалося ураження летючою (до 4,1–8,8%) і твердою (до 5,0–4,7%) сажками залежно від норм біофунгіциду (табл. 2).

Серед варіантів досліду найбільше зниження рівня ураження колосу хворобами забезпечувало внесення досліджуваних норм Бактофіту на фоні бактеризації насіння Меланорізом, де зниження ураження септоріозом становило 2,2–1,2%; фузаріозом – 1,6–0,6%; летючою сажкою – 3,9–3,6% та твердою сажкою – 4,9–4,6% залежно від норм Бактофіту.

Дещо поступалося за ефективністю внесення біофунгіциду на фоні передпосівної обробки насіння Біозлаком, однак у цих варіантах досліду ураження септоріозом знижувалося до рівня 2,7–1,5%; фузаріозом – до 2,0–1,8%, сажковими хворобами – до 3,7–4,9%.

Висновки. Таким чином, аналіз одержаних експериментальних даних показав, що обробка насіння тритикале озимого біологічними препаратами мікробного походження Меланоріз (1,0 л/т) і Біозлак (1,5 л/т) як окремо, так і в комплексі з наступним застосуванням по вегетації біофунгіциду Бактофіт (2,0–3,0 л/га) сприяє зниженню поширення в посівах листових хвороб до рівня 0,2–20,0%, хвороб колосу – 0,6–7,2%. Проте найбільш ефективним у покращенні

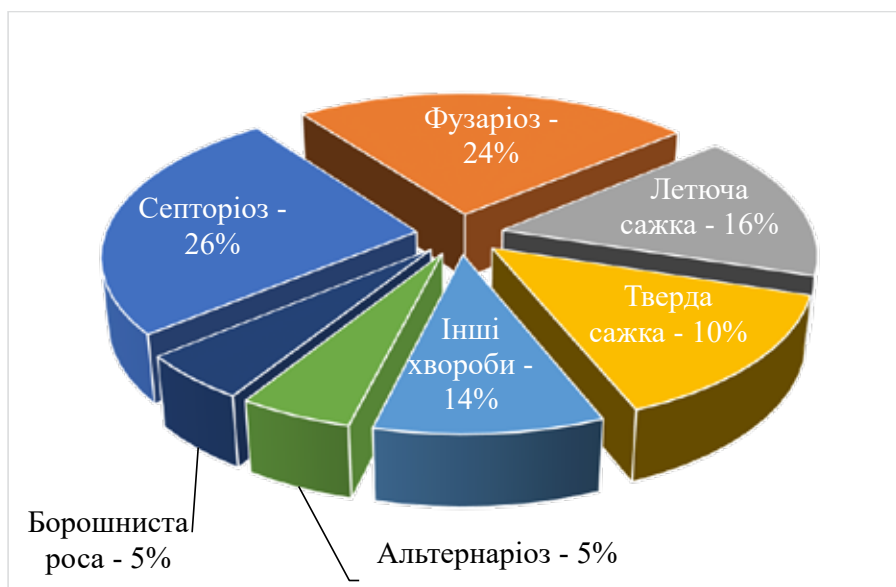


Рис. 2. Структура хвороб колосу тритикале озимого в умовах дослідного поля УНУС, 2021–2023 рр.

Таблиця 2

Ураження хворобами колосу тритикале озимого у фазі молочно-воскової стиглості зерна, % (2021–2023 рр.)

Варіант досліджу	Септо-ріоз	Фузаріоз	Сажки	
			летюча	тверда
Без застосування біологічних препаратів (контроль)	9,0	6,7	4,3	5,3
Меланоріз 1,0 л/т	7,2	2,7	4,0	5,0
Біозлак 1,5 л/т	3,0	2,7	4,1	5,0
Бактофіт 2,0 л/га	2,8	2,7	4,1	5,0
Бактофіт 2,5 л/га	2,4	2,0	4,0	4,8
Бактофіт 3,0 л/га	1,8	1,4	3,8	4,7
Біозлак 1,5 л/т + Бактофіт 2,0 л/га	2,7	2,0	4,0	4,9
Біозлак 1,5 л/т + Бактофіт 2,5 л/га	2,1	1,2	3,9	4,9
Біозлак 1,5 л/т + Бактофіт 3,0 л/га	1,5	0,8	3,7	4,7
Меланоріз 1,0 л/т + Бактофіт 2,0 л/га	2,2	1,6	3,9	4,9
Меланоріз 1,0 л/т + Бактофіт 2,5 л/га	1,7	0,9	3,7	4,8
Меланоріз 1,0 л/т + Бактофіт 3,0 л/га	1,2	0,6	3,6	4,6
<i>HIP</i> ₀₅	0,4–0,6	0,3–0,5	0,1–0,3	0,1–0,1

фітосанітарного стану посівів тритикале озимого є комплексне застосування передпосівної бактеризації насіння мікробним препаратом Меланоріз (1,0 л/т) з наступним внесенням по вегетації біофунгіциду Бактофіт (3,0 л/га), за якого поширення в посівах листових хвороб знижується до рівня 0,2–2,4%, хвороб колосу 0,6–4,9%.

Література

1. Sanz C., Casado M., Navarro-Martin L., Sañameras N., Carazo N., Matamoros V., Bayona J. M., Piña B. Implications of the use of organic fertilizers for antibiotic resistance gene distribution in agricultural soils and fresh food products. A plot-scale study. *The Science of the Total Environment*. 2022. № 815. 151973.

2. Мосійчук І. І., Безноско І. В., Туровнік Ю. А., Горган Т. М. Екологічне обґрунтування регуляції фітопатогенного мікробіому в агроценозах ячменю ярого у екологічно безпечних технологіях. *Агроекологічний журнал*. 2021. № 2. С. 117–124.

3. Delcour I., Spanoghe P., Uyttendaele M. Literature review: Impact of climate change on pesticide use. *Food Research International*. 2015. V. 68. P. 7–15.

4. Sahar Abdou Zayan. Impact of Climate Change on Plant Diseases and IPM Strategies. 2019. 10 p.

5. Вожегова Р. А., Коваленко А. М. Зміни клімату в південному регіоні та напрями адаптації землеробства до них. *Посібник українського хлібороба «Адаптивне землеробство»*. 2013. Т. 1. С. 189–190.

6. Popp J., Károly P., Nagy J. Pesticide productivity and food security. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2013. V. 33. P. 243–255.

7. 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.

8. Akladios S. A., Gomaa E. Z. and El-Mahdy O. M. Efficiency of bacterial biosurfactant for biocontrol of *Rhizoctonia solani* (AG-4) causing root rot in faba bean (*Vicia faba*) plants. *European Journal of Plant Pathology*. 2019. Vol. 153 (5). P. 1237–1257.

9. Verweij P. E., Ananda-Rajah M., Andes D. et al. International expert opinion on the management of infection caused by azole-resistant *Aspergillus fumigatus*. *Drug Resistance Updates*. 2015. P. 21–40.

10. Warrilow A. G. S., Parker J. E., Price C. L. et al. In vitro biochemical study of CYP51-mediated azole resistance in *Aspergillus fumigatus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*. 2015. Vol. 59. P. 7771–7778.

11. Kalagatur N. K., Nirmal Ghosh O. S., Sundararaj N. and Mudili V. Antifungal activity of chitosan nanoparticles encapsulated with *Cymbopogon martinii* essential oil on plant pathogenic fungi *Fusarium graminearum*. *Frontiers in Pharmacology*. 2018. Vol. 9. P. 610.

12. Туровнік Ю. А., Безноско І. В., Гаврилюк Л. В., Мосійчук І. І. Агресивність гриба *Alternaria alternata* (fr.) Keiss за впливу гібридів соняшника та технологій його вирощування. *Збалансоване природоко-ристування*. 2022. № 2. С. 93–99.

13. Біловус Г. Я., Ващишин О. А., Пристацька О. Н., Добровецька М. Р. Застосування біологічних препаратів для обмеження розвитку грибних хвороб в агроценозі пшениці озимої. *Біологічні процеси оптимізації продукційного процесу культурних рослин: матеріали Всеукраїнської науково-практичної онлайн-конференції, присвяченої 60-річчю ІСМАВ НААН* (м. Чернігів, 26–27 жовтня 2021 р.). С. 81–83.

14. Мозирська Н. В., Деркач В. В. Україні зареєстровано перший вітчизняний мікробіологічний препарат для рослинництва Клепс. *Пропозиція*. 2001. № 10. С. 60–61.

15. Бунас А. А., Ткач Є. Д., Дворецький В. В., Дворецька О. М. Ефективність застосування препарату біосистем POWER, кс (Biosistem POWER, sc) для прискорення деструкції післяжнивних решток. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 119–125.

16. Карпенко В. П., Питуляк Р. М., Чернега А. О. Розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту рослин і гербіцидів. Умань: Видавець «Сочінський». 2016. 358 с.

17. Господаренко Г. М., Любич В. В., Черно О. Д. Вплив вапнування та мінеральних добрив на врожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому. *Вісник Уманського НУС*. 2022. № 1. С. 32–36.

18. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Іващенко О. О. Методика випробування і застосування пестицидів. К.: Світ, 2001. 448 с.

19. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О., Ковалишина Г. М. Методологія оцінювання стійкості

сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб. К.: Колообіг, 2010. 392 с.

References

1. Sanz, C., Casado, M., Navarro-Martin, L., Cañameras, N., Carazo, N., Matamoros, V., Bayona, J. M. & Piña, B. (2022). Implications of the use of organic fertilizers for antibiotic resistance gene distribution in agricultural soils and fresh food products. A plot-scale study. *The Science of the Total Environment*, 815, 151973.

2. Mosiichuk, I. I., Beznosko, I. V., Turovnik, Yu. A. & Gorgan, T.M. (2021). Ekolozhichne obgruntuvannia rehuliatzii fitopatohennoho mikrobiomu v ahrotsenozakh yachmeniu yaroho u ekolozhichno bezpechnykh tekhnolohiiakh. [Ecological substantiation of phytopathogenic mycobiome regulation in spring barley agrocenoses using environmentally safe technologies]. *Ahroekolozhichniy zhurnal [Agroecological journal]*, 2, 117–124. [in Ukrainian].

3. Delcour, I., Spanoghe, P., Uyttendaele, M. (2015). Literature review: Impact of climate change on pesticide use. *Food Research International*, 68, 7–15.

4. Sahar Abdou Zayan (2019). Impact of Climate Change on Plant Diseases and IPM Strategies, 10.

5. Vozhegova, R. A., Kovalenko, A. M. (2013). Zminy klimatu v pivdenomu rehioni ta napriamy adaptatsii zemlerobstva do nykh [Climate changes in the southern region and directions of agricultural adaptation to them]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba «Adaptivne zemlerobstvo» [Ukrainian farmer's manual «Adaptive farming»]*, 1, 189–190. [in Ukrainian].

6. Popp, J., Károly, P., Nagy, J. (2013). Pesticide productivity and food security. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33, 243–255.

7. Muyaier Tudi, Huada Daniel Ruan, Li Wang et al. (2021). Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. *Int J. Environ Res Public Health*, 18(3), 1112.

8. Akladios, S. A., Gomaa, E. Z., El-Mahdy, O. M. (2019). Efficiency of bacterial biosurfactant for biocontrol of *Rhizoctonia solani* (AG-4) causing root rot in faba bean (*Vicia faba*) plants. *European Journal of Plant Pathology*, 153 (5), 1237–1257.

9. Verweij, P. E., Ananda-Rajah, M., Andes, D. et al. (2015). International expert opinion on the management of infection caused by azole-resistant *Aspergillus fumigatus*. *Drug Resistance Updates*, P. 21–40.

10. Warrilow, A. G. S., Parker, J. E., Price, C. L. et al. (2015). In vitro biochemical study of CYP51-mediated azole resistance in *Aspergillus fumigatus*. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 59, 7771–7778.

11. Kalagatur, N. K., Nirmal Ghosh, O. S., Sundararaj, N. & Mudili, V. (2018). Antifungal activity of chitosan nanoparticles encapsulated with *Cymbopogon martinii* essential oil on plant pathogenic fungi *Fusarium graminearum*. *Frontiers in Pharmacology*, 9, 610.

12. Turovnik, Yu. A., Beznosko, I. V., Gavrilyuk, L. V. & Mosiychuk, I. I. (2022). Ahresyvnist hryba *Alternaria alternata* (fr.) Keiss za vplyvu hibrydiv soniashnyka ta

tekhnologii yoho vyroshchuvannia [Aggressiveness of the fungus *Alternaria alternata* (fr.) Keiss under the influence of sunflower hybrids and technologies of its cultivation]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannia [Balanced nature using]*, 2, 93–99. [in Ukrainian].

13. Bilovus, G. Ya., Vashchysyn, O. A., Prystatska, O. N. & Dobrovetska, M. R. (2021). Zastosuvannia biolohichnykh preparativ dlia obmezhenia rozvytku hrybnykh khvorob v ahrotsenozii pshenytsi ozymoi [Application of biological preparations to limit the development of fungal diseases in the agroecology of winter wheat]. *Biolohichni protsesy optymizatsii produktsiinoho protsesu kulturnykh roslyn: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi onlain-konferentsii, prysviachenoj 60-richchii ISMAV NAAN [Biological processes of optimizing the production process of cultivated plants: materials of the All-Ukrainian scientific and practical online conference dedicated to the 60th anniversary of the IMAV of the NAAS]*, 81–83. [in Ukrainian].

14. Mozyrska, N. V., Derkach, V. V. (2001). V Ukraini zareiestrovano pershyi vitchyzniani mikrobiolohichni preparat dlia roslynnytstva Kleps [In Ukraine registered the first domestic microbiological preparation for crop cultivation Cleps]. *Propozytsiia [Proposal]*, 10, 60–61. [in Ukrainian].

15. Bunas, A. A., Tkach, E. D., Dvoretzkyi, V. V. & Dvoretzka, O. M. (2022). Efektyvnist zastosuvannia preparatu biosystem POWER, ks (Viosistem POWER, sc) dlia pryskorennia destrukttsii pisliashnyvnykh

reshtok [Effectiveness of the use of Biosystem POWER, sc (Biosistem POWER, sc) to accelerate the destruction of post-harvest residues]. *Ahroekolohichni zhurnal [Agroecological journal]*, 3, 119–125. [in Ukrainian].

16. Karpenko, V. P., Prytulyak, R. M., Chernega, A. O. (2016). Rozrobka elementiv biolohizovanykh tekhnologii vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur z vykorystanniam rehulatoriv rostu roslyn i herbitsydiv [Development of elements of biological technologies for growing agricultural crops using plant growth regulators and herbicides]. Uman: «Sochinsky» Publisher, 358. [in Ukrainian].

17. Gospodarenko, H. M., Lyubich, V. V., Chernob, O. D. Vplyv vapnuvannia ta mineralnykh dobryv na vrozhaunist pshenytsi ozymoi na chornozemi opidzolenomu [The effect of liming and mineral fertilizers on the yield of winter wheat on podzolized chernozem]. *Visnyk Umanskoho NUS [Bulletin of Uman NUH]*, 1, 32–36. [in Ukrainian].

18. Trybel, S. O., Sigaryova, D. D., Sekun, M. P., Ivashchenko, O. O. Et al. (2001). Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydiv [Test methods and application of pesticides]. Kyiv: Svit, 448. [in Ukrainian].

19. Trybel, S. O., Hetman, M. V., Strygun, O. O. & Kovalishyna, H. M. (2010). Metodolohiia otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob [Methodology for evaluating the resistance of wheat varieties against pests and pathogens]. Kyiv: Koloobig, 392. [in Ukrainian].