

ФОРМУВАННЯ ФІТОПАТОГЕННОГО МІКРОБІОМУ ЯК ЧИННИКА БІОЛОГІЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ АГРОЦЕНОЗІВ ВІВСА

І.В. Безноско, Л.В. Гаврилюк, В.О. Мудрак

*Інститут агроекології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)
e-mail: beznoskoirina@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2217-5165
e-mail: gavriluklilia410@gmail.com; ORCID: 0000-0001-6901-0766
e-mail: mva.mudrak2002@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5023-5866*

Формування фітопатогенного мікробіому як чинника біологічного забруднення агроценозів вівса є важливим завданням для дослідження, розв'язання якого дасть можливість створення екологічно збалансованих агроєкосистем. Це підвищить їхню здатність до саморегуляції чисельності популяції мікроміцетів із метою одержання якісної та безпечної вівсяної сировини. Тому, вивчено вплив екологічних чинників (абіотичних, біотичних, антропогенних) на формування популяції мікроміцетів у листовому мікробіомі вівса за різних технологій вирощування рослин. У статті представлені результати екологічного оцінювання сортів рослин вівса за показниками впливу на щільність популяції, частоту трапляння та інтенсивність споруючої мікроміцетів. Вегетативні органи рослин вівса сортів Парламентський і Тембр відбирали у фази: кушення, виходу в трубку та колосіння. Визначено, що кліматичні умови, як абіотичний чинник, а саме підвищення температури повітря, часті засухи, рідкі, але ясні дощі, які змінювалися залежно від року дослідження, істотно впливали на формування популяції мікроміцетів у листовому мікробіомі вівса. Технології вирощування рослин, як антропогенний чинник, значно впливали на спектр видів та їхню частоту трапляння у листовому мікробіомі вівса різних сортів. За органічної технології вирощування рослин спектр популяції мікроміцетів був різноманітніший, але із нижчою частотою трапляння видів порівняно із традиційною технологією вирощування рослин. Також, сорти рослин вівса, як біотичний чинник, завдяки фізіологічним речовинам рослин здатні стримувати поширення популяції мікроміцетів у листовому мікробіомі рослин або стимулювати їх. З'ясовано, що за традиційної та органічної технології вирощування рослин у листовому мікробіомі сорту вівса Тембр щільність популяції, частота трапляння видів мікроміцетів, а також інтенсивність споруючої була істотно нижчою порівняно із рослинами сорту вівса Парламентський. Це свідчить, що вирощування сортів вівса, які здатні стримувати формування популяції мікроміцетів на екологічно безпечному рівні забезпечить зниження рівня біологічного забруднення агроценозів та підвищить біобезпеку рослинної сировини.

Ключові слова: екологічний ризик, біобезпека, частота трапляння видів, інтенсивність спорутворення, мікроміцети.

ВСТУП

Внаслідок екологічної ситуації, яка склалася на сьогодні, особливо гостро постає проблема забезпечення населення високоякісними та екологічно безпечними харчовими продуктами. Значна частина сільськогосподарської продукції, в т. ч. і вівсяна сировина, не завжди відповідає чинним світовим стандартам якості та безпеки [1].

Овес є однією із важливих зернових культур, яка вирощується в Україні, пе-

реважно в поліській та лісостеповій зоні (валовий збір зерна 499 тис. т, урожайність 2,4 т/га). Найбільші площі посівів у Волинській (39,5 тис. га), Житомирській (30,4 тис. га), Чернігівській (28,0 тис. га), Рівненській (21,2 тис. га), Львівській (16,2 тис. га) обл. Потенційна врожайність цієї рослини може досягати 5,0–6,0 т/га [2]. Зі зміною ґрунтово-кліматичних умов України з переважанням посухи, в агроценозах вівса дедалі частіше зустрічаються мікроміцети різного спектра дії, які чинять найбільший шкідливий вплив на ослаблені

рослини, що страждають від нестачі поживних речовин [3; 4]. Це спричинило надмірне застосування хімічних пестицидів та використання стійких, генетично однорідних сортів, що активізувало шкідливість фітопатогенних мікроорганізмів, утворення їхніх резистентних форм із посиленою агресивністю, а також сприяло виникненню екологічних ризиків в агроєкосистемах та зниженню біобезпеки виробництва вівсяної сировини. Тому у світі дедалі більше уваги приділяють виявленню причин порушення природних зв'язків між рослиною й патогеном [5; 6] та вивченню механізмів і чинників, що стримують формування чисельності фітопатогенних мікроорганізмів в агроценозах зернових колосових культур, у т. ч. і вівса [7].

Мета досліджень: провести екологічне оцінювання формування популяцій мікроміцетів у листовому мікробіомі вівса за різних технологій вирощування.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Дослідженнями, спрямованими на вивчення ґрунтово-кліматичних умов упродовж вегетаційного періоду викладені у наукових працях багато вчених, зокрема: Зозуля О., Михальська Л., Швартау В., Вожегова Р., Коковіхін С., Lamichhane J. та ін. [8–10], що є важливим чинником регуляції чисельності популяцій шкідливих організмів на основі широкого використання природних ресурсів. Зміна ґрунтово-кліматичних умов та інтенсивне використання хімічних засобів захисту зумовило поширення популяцій мікроміцетів та накопиченню їхніх інфекційних структур на вегетативних органах рослин. Адже відомо, що стійкий сорт, особливо створений шляхом генетичного модифікування, є потужним чинником спрямованого добору в популяціях мікроорганізмів, а сприйнятливий сорт — росту їхніх популяцій [11–13]. Вони значною мірою впливають на якісні та кількісні показники фітопатогенного фону, що значно погіршують умови агрофітоценозів і певною мірою біологічну безпеку агроєкосистем [14]. Тому важливим є

вивчення формування популяцій мікроміцетів на вегетативних органах рослин вівса в умовах різних технологій вирощування з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов.

Щільність популяції мікроміцетів є важливим показником екологічного оцінювання вегетативних органів рослин. Він дає можливість з'ясувати кількість колонієутворювальних одиниць у рослинній сировині за впливу екологічних чинників. Відомо, що чисельність це важливий показник характеристики популяції мікроорганізмів. Зміна чисельності вихідної популяції, або затримка її росту може бути показником оцінки сорту, як чинника екологічного ризику. Аналіз частоти трапляння видів у мікробіомі вегетативних органів рослин дає змогу встановити основні види та їхню чисельність в агроценозах зернових колосових культур. Інтенсивність утворення пропативних та спочиваючих спор фітопатогенних мікроміцетів на вегетативних органах рослин сортів зернових колосових культур є екологічним показником вибіркового добору сортів, які здатні стимулювати розвиток патогенів або добору таких, які здатні стримувати їхній розвиток [15–17]. Отже, дослідження формування популяцій мікроміцетів у листовому мікробіомі вівса є пріоритетним напрямом наукових досліджень, що забезпечить зниження рівня біологічного забруднення та підвищить якість і безпечність вівсяної продукції.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснювали на базі лабораторії біоконтролю агроєкосистем та органічного виробництва Інституту агроєкології і природокористування НААН (2020–2022 рр). Досліджено формування популяції мікроміцетів у листовому мікробіомі вівса сортів Парламентський і Тембр в умовах традиційної та органічної технології вирощування рослин. Вегетативні органи рослин вівса відбирали у фази: кущення, виходу в трубку та колосіння на полях Сквирської дослідної станції органічного виробництва ІАП НААН згідно із загальноновизнаними методиками [18].

Таблиця 1. Значення ГТК упродовж вегетаційного періоду за 2020–2022 рр.

Рік	Місяць						Середнє значення ГТК
	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	
2020	1,2	1,8	1,0	0,8	0,7	0,5	1,0
2021	0,8	2,0	1,6	0,9	1,0	0,6	1,3
2022	0,6	1,7	0,9	0,6	0,3	0,4	0,7

Примітка: ГТК ≥ 1 – достатнє зволоження; ГТК 0,8–1,0 – помірне зволоження; ГТК 0,6–0,7 – недостатнє зволоження.

Відомо, що на онтогенез рослин вівса та поширення і розвиток хвороб істотно впливає температура і кількість опадів. Інтегрованим показником цих чинників є гідротермічний коефіцієнт (ГТК). Значення ГТК упродовж вегетації рослин у роки дослідження представлені в *табл. 1*.

В умовах традиційної технології вирощування рослин вівса використовували різні хімічні фунгіциди, водночас в умовах органічної технології не застосовували засоби захисту посівів (*табл. 2*).

Щільність популяції мікроміцетів у листовому мікробіомі рослин вівса визначали методом розведення та поверхневого посіву суспензії на поживне середовище Чапека. Кількість мікроміцетів виражали у колонієутворювальних одиницях (КУО) на 1 г сухого листка та встановлювали за ДСТУ 7847:2015 [19].

Показник частоти трапляння (%) видів мікроміцетів обраховували за формулою [20]:

$$A = \frac{B \times 100\%}{C}, \quad (1)$$

де A – частота трапляння видів; B – кількість зразків, у яких виявлено цей вид; C – загальна кількість виділених видів.

Ідентифікацію ізолятів мікроскопічних грибів до роду та виду здійснювали на біологічному мікроскопі DN-200D за визначниками [21] та застосовуючи онлайн базу даних «МусоBank». Показник інтенсивності споруляції мікроміцетів визначали шляхом підрахунку макро- та мікроконідій у камері Горяєва–Тома за формулою:

$$N = \left(\frac{a \times 1000}{h \times S} \right) \times n, \quad (2)$$

де N – кількість клітин в одному мл суспензії; a – середня кількість клітин в квадраті решітки; h – глибина камери (0,1 мм); S – площа квадрата сітки (0,04 мм²); n – розведення вихідної суспензії.

Для статистичної обробки експериментальних даних використовували однофак-

Таблиця 2. Схема захисту посівів вівса сортів Парламентський та Тембр від хвороб за різних технологій вирощування

Технологія вирощування	Період використання фунгіциду	Назва препарату	Діяча речовина	Норма витрати
Традиційна	Передпосівне протруювання насіння	Вітавакс 200 ФФ (фунгіцид)	Карбоксин: 200 г/л Тирам: 200 г/л	3,0 л/т
	Кущення	Гранстар Голд 75 (ФМС) (гербіцид)	Трибенурон-метил: 562,5 г/кг, тифенсульфурон-метил: 187,5 г/кг	25 г/га
Органічна	Без внесення добрив і фунгіцидів			

торний дисперсійний аналіз (ANOVA, тест Тьюкі). Різниця між контрольними і експериментальними показниками вважалася значною, коли ймовірність різниці становила $P < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Щільність популяції мікроміцетів у листовому мікробіомі рослин вівса за різних технологій вирощування. За проведеними дослідженнями в умовах традиційної технології вирощування рослин, встановлено, що у листовому мікробіомі вівса щільність популяції мікроміцетів коливалася від 0,45 до 5,6 тис. КУО/г зеленої маси рослин (рис. 1). Досліджувані показники істотно різнилися залежно від кліматичних умов року дослідження, а саме: висока температура повітря та значна кількість опадів.

У фазі кущення щільність популяції у листовому мікробіомі вівса сорту Тембр була в межах від 0,8 до 1,1 тис. КУО/г зеленої маси рослин. Водночас, у листовому мікробіомі сорту Парламентський цей показник був у межах від 1,5 до 2,1 тис. КУО/г зеленої маси рослин. У фазі виходу в труб-

ку щільність популяції мікроміцетів зростала і коливалась від 1,8 до 2,9 на листках вівса обох сортів. У фазі колосіння щільність популяції мікроміцетів збільшилась у 2–2,5 раза, що свідчить про зміну погодних умов наприкінці вегетаційного періоду впродовж років дослідження. Також істотний вплив на ріст популяції мікроміцетів спричинило внесення хімічних засобів захисту рослин, що сприяло швидкому розмноженню мікроміцетів у відповідь на несприятливі умови існування видів. Слід зазначити, що сорт Парламентський, завдяки фізіолого-біохімічним речовинам здатний стимулювати формування популяцій мікроміцетів, що позитивно впливало на накопичення інфекційних структур у листовому мікробіомі вівса.

Порівняно із традиційною технологією вирощування рослин за органічної технології вирощування рослин вівса щільність популяції мікроміцетів у листовому мікробіомі зростала у міру старіння культури і коливалась від 0,5 до 3,6 тис. КУО/г зеленої маси рослин (рис. 2).

У фазі кущення у листовому мікробіомі сорту Тембр щільність популяції мікроміцетів коливалась від 0,5 до 0,8 тис. КУО/г

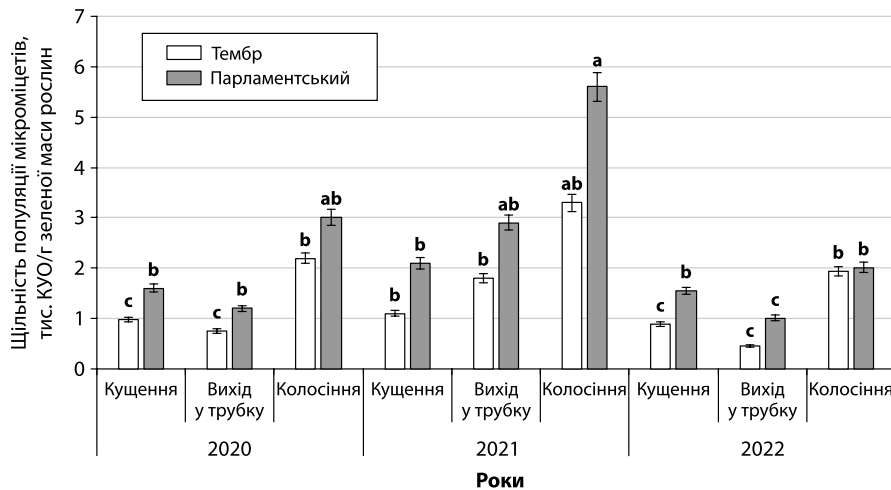


Рис. 1. Щільність популяцій мікроміцетів у листовому мікробіомі різних сортів вівса за традиційної технології вирощування

Примітка: a, b, c – статистично значущі відмінності кількості мікроорганізмів ($P < 0,05$); ($x \pm SD$, Тьюкі тест, $n = 5$ повторів).

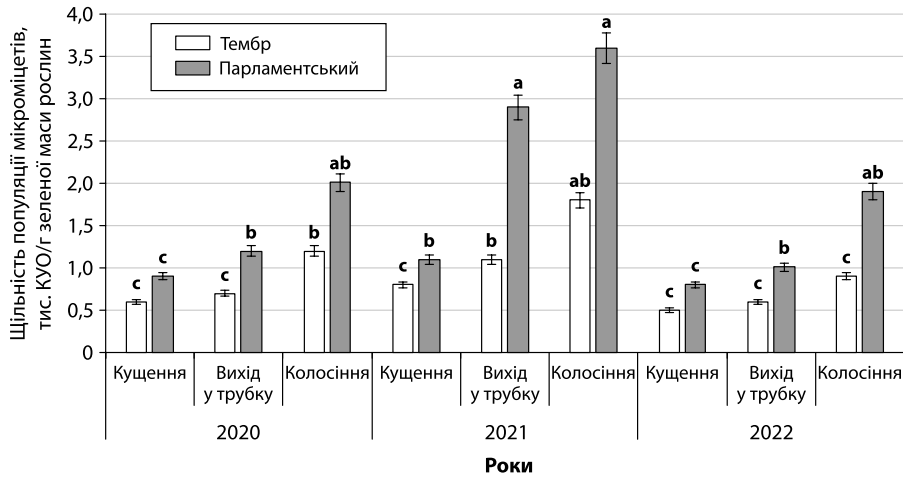


Рис. 2. Щільність популяцій мікроміцетів у листковому мікробіомі різних сортів вівса за органічної технології вирощування

Примітка: a, b, c – статистично значущі відмінності кількості мікроорганізмів ($P < 0,05$); ($x \pm SD$, Тьюкі тест, $n = 5$ повторів).

зеленої маси рослин. Водночас у листковому мікробіомі сорту Парламентський цей показник був у межах від 0,8 до 1,1 тис. КУО/г зеленої маси рослин. У фазі виходу в трубку щільність популяції мікроміцетів істотно зростає у листковому мікробіомі сорту Парламентський та сягає 2,9 тис. КУО/г зеленої маси рослин, у той час як на сорті вівса Тембр цей показник був удвічі нижчий. Найвищою щільністю популяції характеризувалася фаза колосіння, де у листковому мікробіомі вівса сортів Тембр і Парламентський вона зростає в 1,5 рази й коливалася від 1,8 до 3,6 тис. КУО/г зеленої маси рослин. Слід зазначити, що в листковому мікробіомі сорту Тембр щільність популяції майже удвічі нижча, ніж на листках сорту Парламентський. Це свідчить, що рослини здатні по-різному впливати на формування щільності популяції мікроміцетів у листковому мікробіомі вівса.

Видовий спектр мікроміцетів у листковому мікробіомі рослин вівса за різних технологій вирощування. За проведеними лабораторними дослідженнями виявлено, що за традиційної технології вирощування рослин у листковому мікробіомі сорту Парламентський паразитува-

ло 18 видів мікроміцетів: *F. sporotrichiella*, *F. gramineum*, *F. oxysporum*, *F. incarnatum*, *F. culmorum*, *F. verticillioides*, *D. avenae*, *A. alternata*, *A. infectoria*, *R. nigricans*, *A. flavus*, *C. herbarum*, *T. roseum*, *H. avenae*, *S. avenae*, *A. avenae*, *P. avenae*, *P. notatum*, які характеризувалися різною частотою трапляння від 10 до 70%. Водночас, у листковому мікробіомі сорту Тембр ідентифіковано 12 видів мікроміцетів, таких як: *F. oxysporum*, *F. verticillioides*, *F. incarnatum*, *A. flavus*, *A. alternata*, *D. avenae*, *R. nigricans*, *C. herbarum*, *H. avenae*, *S. avenae*, *P. avenae*, *A. avenae*. Їхня частота трапляння коливалася від 10 до 60% (рис. 3).

У листковому мікробіомі вівса сорту Парламентський домінувало 5 видів мікроміцетів: *D. avenae*, *A. alternata*, *A. infectoria*, *F. oxysporum*, *F. incarnatum*. Їхня частота трапляння коливалася від 55 до 70%. До поширених видів належали мікроміцети: *F. verticillioides*, *F. culmorum*, *F. sporotrichiella*, *F. gramineum*, *R. nigricans*, *C. herbarum*, *S. avenae*, *A. avenae*, *H. avenae*, із частотою трапляння від 23 до 45%. До рідкісних видів відносилися мікроміцети *P. avenae*, *P. notatum*, *A. flavus*, *T. roseum* із частотою трапляння до 18%. Водночас у листковому

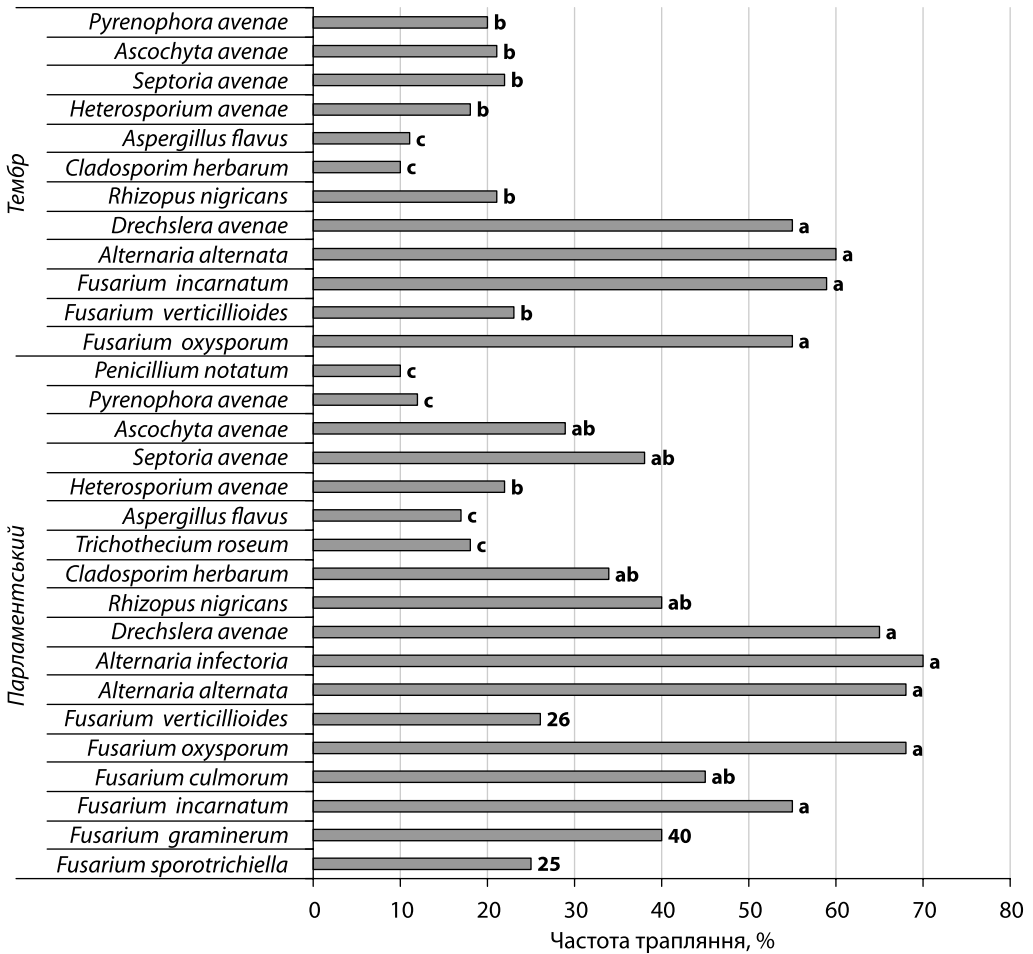


Рис. 3. Видовий спектр популяцій мікроміцетів у листковому мікробіомі різних сортів вівса за традиційної технології вирощування

Примітка: a, b, c – статистично значущі відмінності кількості мікроорганізмів ($P < 0,05$); ($\bar{x} \pm SD$, Тьюкі тест, $n = 5$ повторів).

мікробіомі вівса сорту Тембр домінували 4 види мікроміцетів: *D. avenae*, *A. alternata*, *F. oxysporum*, *F. incarnatum*, де їхня частота зустрічання сягала 60%. До поширених видів відносилися мікроміцети: *R. nigricans*, *S. avenae*, *F. verticillioides*, *A. avenae*. Їхня частота трапляння була у межах від 22 до 28%. Також ідентифіковано 4 рідкісних види мікроміцетів: *H. avenae*, *A. flavus*, *C. herbarum*, *P. avenae*, де їхня частота зустрічання становила 20%.

Порівняно із традиційною технологією вирощування рослин за органічної техно-

логії вирощування, впродовж років дослідження, у листковому мікробіомі вівса спектр мікроміцетів був різноманітніший, але із нижчою частотою трапляння видів (рис. 4).

А саме, у листковому мікробіомі сорту Парламентський паразитувало 19 видів мікроміцетів: *F. sporotrichiella*, *F. gramineum*, *F. oxysporum*, *F. incarnatum*, *F. culmorum*, *F. verticillioides*, *D. avenae*, *A. alternata*, *A. infectoria*, *R. nigricans*, *A. flavus*, *A. niger*, *C. herbarum*, *T. roseum*, *H. avenae*, *S. avenae*, *A. avenae*, *P. avenae*, *P. notatum*, із частото-

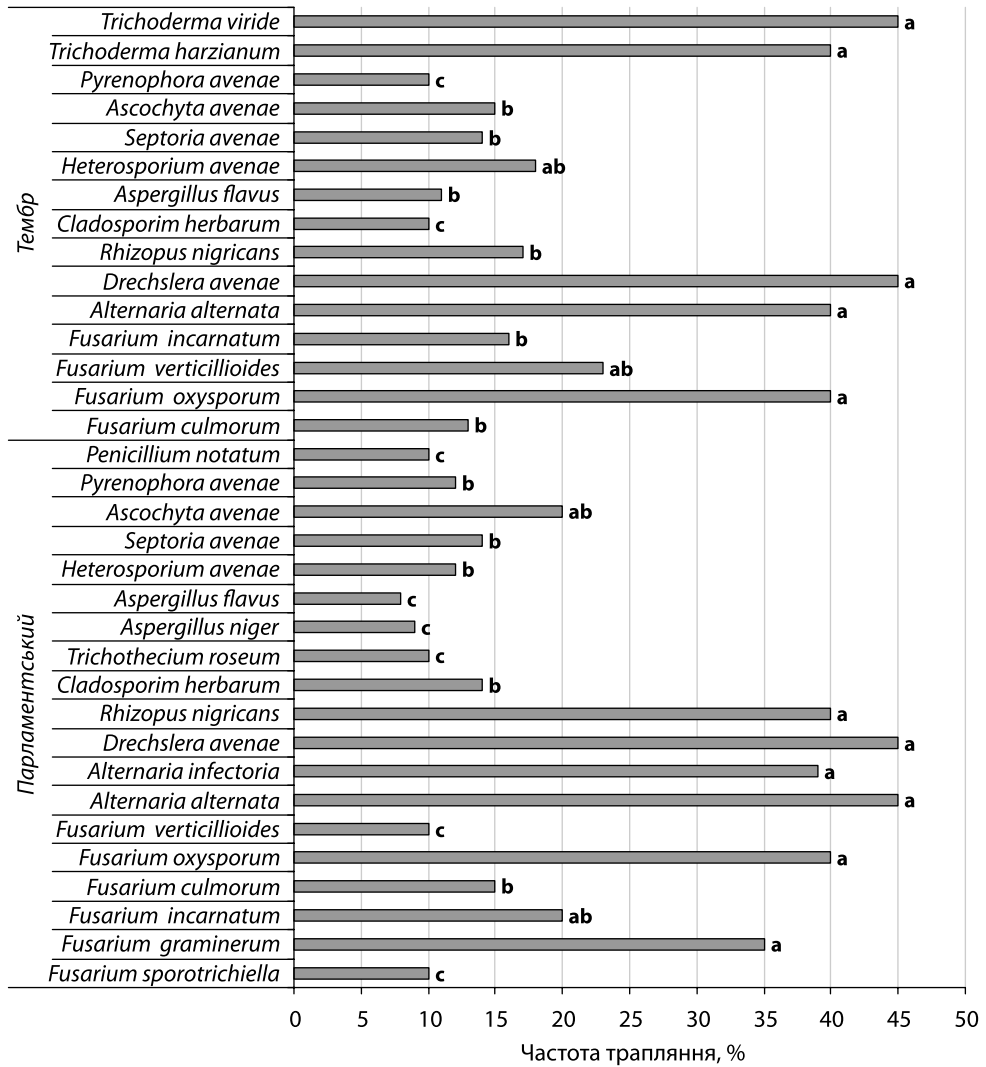


Рис. 4. Видовий спектр популяцій мікроміцетів у листковому мікробіомі різних сортів вівса за органічної технології вирощування

Примітка: a, b, c – статистично значущі відмінності кількості мікроорганізмів ($P < 0,05$); ($\bar{x} \pm SD$, Тьюкі тест, $n = 5$ повторів).

тою трапляння від 8 до 45%. У листковому мікробіомі вівса сорту Тембр ідентифіковано 15 видів мікроміцетів: *F. oxysporum*, *F. verticillioides*, *F. incarnatum*, *F. culmorum*, *A. flavus*, *A. alternata*, *D. avenae*, *R. nigricans*, *C. herbarum*, *H. avenae*, *S. avenae*, *P. avenae*, *A. avenae*, *T. harzianum* та *T. viride* із частотою трапляння 10–45%.

У листковому мікробіомі вівса сорту Парламентський до поширених видів відносилися види мікроміцетів: *D. avenae*, *A. alternata*, *A. infectoria*, *R. nigricans*, *F. gramineum*, *F. oxysporum* із частотою трапляння від 35 до 45%. Інші ідентифіковані мікроміцети належали до рідкісних видів: *F. sporotrichiella*, *F. incarnatum*, *F. culmorum*,

F. verticillioides, *A. flavus*, *A. niger*, *C. herbarum*, *T. roseum*, *H. avenae*, *S. avenae*, *A. avenae*, *P. avenae*, *P. notatum* із частотою трапляння до 18%. Водночас у листовому мікробіомі вівса сорту Тембр до поширених видів відносилися мікроміцети: *T. harzianum*, *T. viride*, *R. nigricans*, *H. avenae*, *D. avenae*, *A. alternate*, *F. incarnatum*, *F. verticillioides*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*. Їхня частота зустрічання була у межах від 25 до 45%. Також ідентифіковано 5 рідкісних види мікроміцетів: *F. culmorum*, *P. avenae*, *S. avenae*, *A. flavus*, *C. herbarum*, де їхня частота трапляння сягала 20%. Слід зазначити, що за органічної технології вирощування рослин у листовому мікробіомі сорту Тембр, окрім фітопатогених мікроміцетів високою частотою зустрічання, характеризувалися

гриби антагоністи роду *Trichoderma* spp. (*T. harzianum* та *T. viride*), яка становила 45%. Водночас у листовому мікробіомі сорту Парламентський переважали лише фітопатогенні мікроміцети: *F. oxysporum*, *D. avenae*, *A. alternata*, *A. infectoria*, де їхня частота трапляння була у межах від 35 до 45%.

Інтенсивність споруляції мікроміцетів у листовому мікробіомі рослин вівса за різних технологій вирощування. В ході лабораторних досліджень виявлено, що за традиційної технології вирощування, спектр мікроміцетів у листовому мікробіомі вівса різних сортів характеризувався високою споруляцією, особливо у фазі колосіння, яка коливалася від 1,1 до 7,2 млн шт./мл (рис. 5, а).

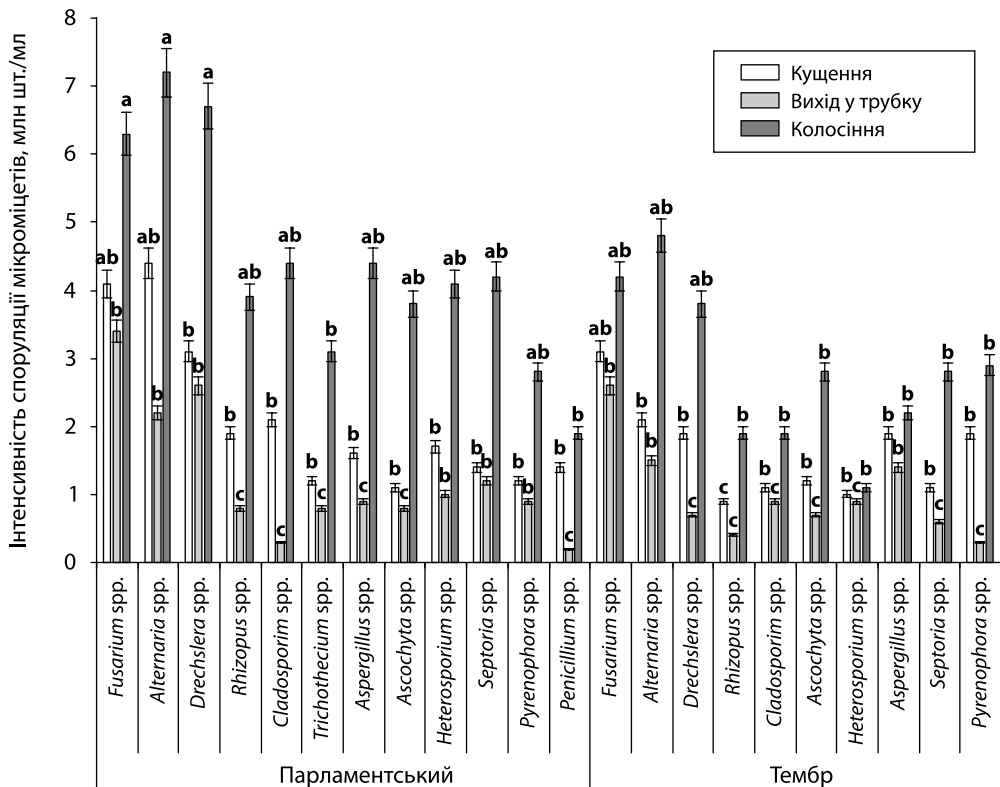


Рис. 5, а. Інтенсивність споруляції мікроміцетів у листовому мікробіомі різних сортів вівса за впливу традиційної технології вирощування

Примітка: a, b, c – статистично значущі відмінності кількості мікроорганізмів ($P < 0,05$); ($\bar{x} \pm SD$, Тьюкі тест, $n = 5$ повторів).

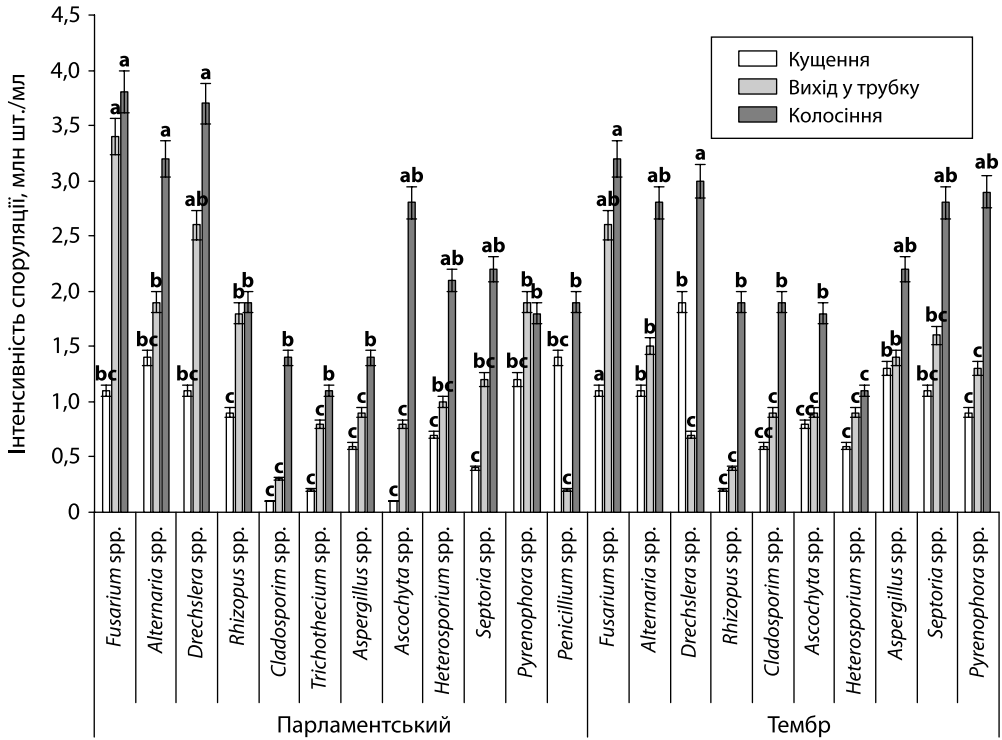


Рис. 5, б. Інтенсивність споруляції мікроміцетів у листовому мікробіомі різних сортів вівса за впливу органічної технології вирощування

Примітка: a, b, c – статистично значущі відмінності кількості мікроорганізмів ($P < 0,05$); ($\bar{x} \pm SD$, Тьюкі тест, $n = 5$ повторів).

Як зазначено на рис. 5, а, найвищою інтенсивністю споруляції у листовому мікробіомі вівса сорту Парламентський характеризувалися мікроміцети родів *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Drechslera* spp., яка була в межах від 6,3 до 7,2 млн шт./мл. Водночас, показник сорту Тембр був удвічі нижчим. Це свідчить про роль сорту, як біотичного чинника регуляції фітопатогенних мікроміцетів у мікробіомі вегетативних органів рослини.

За впливу органічної технології вирощування рослин у листовому мікробіомі вівса сорту Парламентський високою інтенсивністю споруляції визначалися мікроміцети родів *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Drechslera* spp., яка коливалася від 1,8 до 2,1 млн шт./мл (рис. 5, б). Це у 1,5 раза нижча порівняно із традиційною технологією вирощування рослин. Водночас, у

листовому мікробіомі сорту Тембр інтенсивність споруляції мікроміцетів, у фазі колосіння, була у межах від 0,6 до 1,7 млн шт./мл. Це дає підстави вважати, що рослини вівса сортів різного селекційного походження здатні істотно впливати на інтенсивність споруляції основних мікроміцетів. У листовому мікробіомі вівса сорту Тембр високою інтенсивністю споруляції характеризувалися гриби антагоністи роду *Trichoderma* spp., що становили 3,9 млн шт./мл. Ці мікроміцети здатні швидко поширюватися і займати все середовище існування, витісняючи інші патогени.

Отже, досліджуючи інтенсивність споруляції мікроміцетів в агроценозах вівса за впливу різних технологій вирощування, виявлено, що не всі домінуючі мікроміцети інтенсивно спороносили, що зумовлено сортовими особливостями рослин. Слід

зауважити, що за органічної технології вирощування різноманітність видів мікроміцетів була істотно вищою, чим за традиційної. Водночас частота трапляння та інтенсивність споруючої мікроміцетів в умовах органічної технології істотно знижувалася (2–3,5 раза) порівняно із традиційною технологією. Це свідчить, що технології вирощування культури є одним із чинників впливу на формування популяцій в агроценозах зернових колосових культур.

ВИСНОВКИ

Аналіз частоти трапляння видів у листковому мікробіомі рослин вівса в умовах різних технологій вирощування рослин дає можливість виділяти домінуючі види та виявити інтенсивність їх поширення в агроценозах зернових колосових культур. За традиційної технології вирощування рослин вівса високою частотою трапляння мікроміцетів у листковому мікробіомі визначалися фітопатогенні гриби *F. oxysporum*, *A. alternata*. Водночас за органічної технології вирощування переважали гриби

антагоністи видів *T. harzianum*, *T. viride*, які конкурували серед фітопатогеної мікробіоти. Такі показники, як щільність популяції та інтенсивності споруючої мікроміцетів характеризують здатність формування та накопичення інфекційних структур у листковому мікробіомі рослин. Незалежно від абіотичних (температури, вологості) та антропогенних (технологій вирощування) чинників, щільність популяції та інтенсивність споруючої мікроміцетів була істотно нижчою у листковому мікробіомі рослин вівса сорту порівняно із сортом рослин вівса Парламентський, яка зростала у 2–4 рази. Отже, оцінювання формування популяцій мікроміцетів у листковому мікробіомі досліджуваних сортів вівса за такими показниками як: щільність популяції, частота трапляння видів та їхня інтенсивність споруючої в умовах різних технологій вирощування є важливим екологічним критерієм. Це дасть змогу відзначити сорт як чинник регуляції чисельності фітопатогенних мікроміцетів в агроценозах вівса.

ЛІТЕРАТУРА

1. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С., Парфенюк А.І., Безноско І.В. Сорти як чинник формування стійких агроценозів зернових культур. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. Вип. 2. С. 110–118. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk> 2020.02.13.
2. Ретман С.В., Панченко Ю.С. Біологічні препарати для захисту населення від хвороб у Правобережному Лісостепу України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2017. № 25. С. 50–56.
3. Van Montagu M. The future of plant biotechnology in a globalized and environmentally endangered world. *Genetics and Molecular Biology*. 2020. С. 43. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2019-0040>.
4. Парфенюк А.І. Сорт рослин як чинник біологічної безпеки в агроценозах України. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 2. С. 155–163. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2017_2_22.
5. Мостов'як І.І., Дем'янюк О.С. Чинники дестабілізації фітосанітарного стану агроценозів зернових культур Центрального Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*. 2020. № 2. С. 73–84. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2020.208812>.
6. Парфенюк А.І., Волошук Н.М. Формування фітопатогенного фону в агрофітоценозах. *Агроекологічний журнал*. 2016. № 4. С. 106. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2016.271247>.
7. Köhl J., Kolnaar R. and Ravensberg W. Mode of Action of Microbial Biological Control Agents against Plant Diseases: Relevance Beyond Efficacy. *Front. Plant Sci.* 2019. Vol. 10. P. 845.
8. Shvartau V., Mykhalska L. and Zozulya O. Spread of fusarium in Ukraine. *Ahronomy*. 2017. Vol. 4. P. 40–43.
9. Вожегова Р., Коковіхін С. Зрошуване землеробство — гарант продовольчої безпеки України в умовах зміни клімату. *Вісник аграрної науки*. 2018. Вип. 11. 28–34. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2018_11_6.
10. Lamichhane J. Pesticide use and risk reduction in European farming systems with IPM: An introduction to the special issue. *Crop. Prot.* 2017. Vol. 97. P. 1–6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2017.01.017>.
11. Ngouné L. and Shelton C. Factors affecting yield of crops. *In agronomy—climate change and food security*; intech open: London, UK. 2020. Vol. 32. P. 137–144. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.90672>.
12. Безноско І., Горган Т., Туровнік Ю. та ін. Патогенна мікобіота насіння зернових культур під впливом різних технологій вирощування. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 110–120. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255185>.

13. Петренкова В., Лучна І., Боровська І. Залежність фітосанітарного стану посівів пшениці озимой від погодних умов. *Вісник центру наукового забезпечення АПВ Харківської обл.* 2016. Вип. 20. С. 60–68.
14. Дерменко О. Хвороби колоса пшениці: діагностика, шкідливість і заходи захисту. *Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник.* 2016. Вип. № 7/8. С. 96–100. DOI: <http://propozitsiya.com/bolezni-kolosa-pshenicy-diaagnostika-opasnost-i-mery-zashchity/2016-96-100>.
15. Barratt B., Moran V., Bigler F. and Van Lenteren J. The status of biological control and recommendations for improving uptake for the future. *BioControl.* 2018. Vol. 63. P. 155–167. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10526-017-9831-y>.
16. Терновий Ю., Гавлюк В., Парфенюк А. Екологічно безпечні агротехнології. *Агроекологічний журнал.* 2018. № 4. С. 50–58. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2018.155827>.
17. Hardoim P., van Overbeek L., Berg G. et al. The hidden world within plants: Ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. *Microb. Mol. Biol.* 2015. Vol. 79 (3). P. 293–320.
18. Корнійчук М.С. Методи контролю фітосанітарного стану польових культур. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН».* 2015. Вип. 2. P. 152–163.
19. ДСТУ 7847:2015. Якість ґрунту. Визначення чисельності мікроорганізмів у ґрунті методом посіву на тверде (агаризоване) живильне середовище. [Чинний від 2016–07–01]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2016. 15 с.
20. Sessitsch A., Weilharter A., Gerzabek M. et al. Microbial population structures in soil particle size fractions of a long-term fertilizer field experiment. *Applied environmental microbiology.* 2021. Vol. 67 (9). P. 4215–24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.67.9.4215-4224.2001>.
21. Коваль Є., Руденко А., Волошук Н. Пеницилли: руководство по идентификации 132 видов (редуцентов, деструкторов, патогенов, продуцентов) / за ред. Л.Д. Варбаньш. Киев: Национальный исследовательский научно-реставрационный центр Украины, 2016. 408 с.

REFERENCES

1. Mostovyak, I.I., Demyanyuk, O.S., Parfenyuk, A.I. & Beznosko, I.V. (2020). Sorty yak chynnyk formuvannya styykykh ahrotsenoziv zernovykh kultur [Varieties as a factor in the formation of stable agrocenoses of grain crops]. *Poltavskoyi derzhavnoyi ahrarnoyi akademiyi — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 2, 110–118. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.02.13> [in Ukrainian].
2. Retman, S.V. & Panchenko, Yu.S. (2017). Biologichni preparaty dlya zakhystu naselennya vid khvorob u pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Biological preparations to protect the population from diseases in the right-bank forest-steppe of Ukraine]. *Silskohospodarska mikrobiologiya — Agricultural microbiology*, 25, 50–56 [in Ukrainian].
3. Van Montagu, M. (2020). The future of plant biotechnology in a globalized and environmentally endangered world. *Genetics and Molecular Biology*, 43. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2019-0040> [in English].
4. Parfenyuk, A.I. (2017). Sort roslyn yak chynnyk biologichnoy bezpeky v ahrotsenozakh Ukrainy [Plant variety as a factor of biological safety in agrocenoses of Ukraine]. *Ahroekologichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 2, 155–163. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrog_2017_2_22 [in Ukrainian].
5. Mostovyak, I.I. & Demyanyuk, O.S. (2020). Chynnyky destabilizatsiyi fitosanitarnoho stanu ahrotsenoziv zernovykh kultur Tsentralnoho Lisostepu Ukrainy [Factors destabilizing the phytosanitary state of agrocenoses of grain crops in the Central Forest Steppe of Ukraine]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya — Balanced nature management*, 2, 73–84. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2020.208812> [in Ukrainian].
6. Parfenyuk, A.I. & Voloshchuk, N.M. (2016). Formuvannya fitopatohennoho fonu v ahrofitotsenozakh [Formation of phytopathogenic background in agrophytocenoses]. *Ahroekologichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 4, 106. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2016.271247> [in Ukrainian].
7. Köhl, J., Kolnaar, R. & Ravensberg, W. (2019). Mode of Action of Microbial Biological Control Agents against Plant Diseases: Relevance Beyond Efficacy. *Front. Plant Sci.*, 10, 845 [in English].
8. Shvartau, V., Mykhalska, L. & Zozulya, O. (2017). Spread of fusarium in Ukraine. *Ahronomy*, 4, 40–43 [in English].
9. Vozhegova, R. & Kokovikhin, S. (2018). Zroshuvane zemlerobstvo — harant prodovolchoy bezpeky Ukrainy v umovakh zminy klimatu [Irrigated agriculture is a guarantor of Ukraines food security in the face of climate change]. *Visnyk ahrarnoyi nauky — Herald of Agrarian Science*, 11, 28–34. DOI: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2018_11_6 [in Ukrainian].
10. Lamichhane, J. (2017). Pesticide use and risk reduction in European farming systems with IPM: An introduction to the special issue. *Crop. Prot.*, 97, 1–6. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cpro.2017.01.017> [in English].
11. Ngoune, L. & Shelton, C. (2020). Factors affecting yield of crops. *In agronomy—climate change and food security*, 32, 137–144. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.90672> [in English].
12. Beznosko, I., Gorgan, T., Turovnik, Yu. et al. (2022). Patohenna mikrobiota nasinnya zernovykh kul'tur pid vplyvom ryznykh tekhnolohiy vyroshchuvannya [Pathogenic mycobiota of cereal seeds under the influence of different growing technologies]. *Ahroekologichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 1, 110–120. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255185> [in Ukrainian].

13. Petrenkova, V., Luchna, I. & Borovska, I. (2016). Zalezhnist fitosanitarnoho stanu posiviv pshenytsi ozymoyi vid pohodnykh umov [Dependence of phytosanitary status of winter wheat crops on weather conditions]. *Visnyk tsentru naukovooho zabezpechennya APV Kharkivskoyi oblasti — Bulletin of the center of sciences. provision of APV of the Kharkiv region*, 20, 60–68 [in Ukrainian].
14. Dermenko, O. (2016). Khvoroby kolosa pshenytsi: diah-nostyka, shkidlyvist i zakhody zakhystu [Wheat ear diseases: diagnosis, harmfulness and protection measures]. *Propozitsiya nova: ukraïnskyi zhurnal z pytan ahrobiznesu: informatsiynyy shchomisyachnyk — New offer: Ukrainian magazine on agribusiness: informative monthly*, 7/8, 96–100. DOI: <http://propozitsiya.com/bolezni-kolosa-pshenytsi-diaagnostika-opasnost-i-mery-zashchity/2016-96-100> [in Ukrainian].
15. Barratt, B., Moran, V., Bigler, F. & Van Lenteren, J. (2018). The status of biological control and recommendations for improving uptake for the future. *Bio-Control.*, 63, 155–167. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10526-017-9831-y> [in English].
16. Ternovy, Yu., Havlyuk, V. & Parfenyuk, A. (2018). Ekologichno bezpechni akhrotekhnolohiyi [Ecologically safe agricultural technologies]. *Ahroekologichnyy zhurnal — Agroecological journal*, 4, 50–58. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2018.155827> [in Ukrainian].
17. Hardoim, P., Van Overbeek, L., Berg, G. et al. (2015). The hidden world within plants: Ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. *Microb. Mol. Biol.*, 79 (3), 293–320 [in English].
18. Korniychuk, M.S. (2015). Metody kontrolyu fito-sanitarnoho stanu polovykh kultur [Methods of controlling the phytosanitary condition of field crops]. *Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovooho tsentru — Collection of scientific works of the National Science Center*, 2, 152–163 [in Ukrainian].
19. Yakist grunt. Vyznachennya chyselnosti mikroorhanizmv u grunti metodom posivu na tvrde (aharyzovane) zhyvylne seredovyshe [Soil quality. Determination of the number of microorganisms in the soil by the method of sowing on a solid (agarized) nutrient medium]. (2016). *DSTU 7847:2015 from 1st Juli 2016*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian].
20. Sessitsch, A., Weilharter, A., Gerzabek, M. et al. (2021). Microbial population structures in soil particle size fractions of a long-term fertilizer field experiment. *Applied environmental microbiology*, 67 (9), 4215–24. DOI: <http://dx.doi.org/10.1128/AEM.67.9.4215-4224.2001> [in English].
21. Koval, E., Rudenko, A. Voloshchuk, N. & Varbanets L.D. (Ed.) (2016). *Penitsyli: posibnyk z identyfikatsiyi 132 vydiv (redutsenty, destruktory, patoheny, produtsenty) [Penicillia: guide to identification of 132 species (reducers, destructors, pathogens, producers)]*. Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 08.06.2023