

РЕГУЛЮВАННЯ МІКОФЛОРИ НАСІННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ШЛЯХОМ ОБПРИСКУВАННЯ

Рожкова Тетяна Олександрівна

кандидат біологічних наук, доцент

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

ORCID: 0000-0002-0791-9736

rozhkova8@gmail.com

Спичак Юрій Іванович

магістр

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Деякі представники мікофлори насіння пшениці озимої з'являються у ній з моменту цвітіння до збору врожаю. Тому обприскування рослин на початку цвітіння та пізніше повинно істотно впливати на мікокомплекс зерна. Впродовж 2018–2020 рр. провели вивчення впливу обприскування на формування мікофлори насіння пшениці озимої в умовах північно-східного Лісостепу України. До дослідження залучили такі препарати: Фалькон, к.е, Імуноцитофіт, тб, Трихофіт, р., Гаупсин, р. і Хітозан, тб. Аналіз мікокомплексу провели на картопляно-глюкозному агарі.

Хімічний та біологічний препарати істотно регулювали формування мікофлори. Цей захід не лише змінив кількість виділених видів/родів, але і загальний склад грибів. У 2018 р. вони зменшили кількість домінуючих альтернативних грибів і викликали появу мукорових, особливо у варіанті з одночасним застосуванням Фалькону, к.е та Імуноцитофіту, тб. У 2019 р. застосування фунгіцидів призвело до зменшення кількості домінуючих *A. pullulans* й *Alternaria* sp. та до збільшення виділення небезпечного *N. oryzae*, що істотно вплинуло на довжину проростків. Найвищу кількість цього виду відмітили у варіантах із застосуванням Фалькону, к.е. У 2020 р. відмітили найбільшу зміну складу мікофлори за три роки вивчення ефективності фунгіцидів. Всі препарати знизили кількість домінуючих альтернативних грибів та викликали значну появу *A. pullulans*, який був відсутній на контролі.

Трирічний аналіз випробування Фалькону, к.е. та Трихофіту, р. проти домінуючих альтернативних грибів показав істотні зміни їх чисельності. Середній показник ефективності за три роки у першого препарату склав 65,1 %, у другого – 26,2 %.

Обприскування фунгіцидами також істотно вплинуло на масу 1000 насінин. Здебільшого їх застосування збільшило цей показник, за винятком 2018 р., коли у мікофлорі насіння вони спровокували появу мукорових грибів. Найбільш виповненим насіння сформувалось у варіантах з обприскуванням біологічними препаратами. Вивчення впливу обприскування рослин на довжину рослин за проростання насіння показало найкращі результати у варіантах також з біофунгіцидами.

Отже, обприскування пшениці озимої хімічним та біологічними препаратами викликає зменшення домінуючих видів у мікофлорі насіння, що призводить до появи чи збільшення інших її складових. Дуже часто одні представники замінюють інші гриби.

Ключові слова: пшениця озима, насіння, мікофлора, обприскування, хімічні та біологічні препарати.

DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.1.6>

Вступ. Обприскування рослин у другій половині вегетації пшениці дозволяє впливати на склад грибів насіння. Для цього застосовують препарати різного походження, наприклад, хімічні та біологічні фунгіциди, індуктори стійкості.

Хімічні препарати на сьогодні використовують більше, порівняно з іншими. Вони допомагають стримувати втрати врожаю від хвороб за інтенсивних технологій (Ons et al., 2020). Завдяки комбінуванню різних діючих речовин у сучасних фунгіцидах зменшується кратність обробок та пестицидне навантаження на пшеничний фітоценоз. Разом з перевагами не завжди маємо високий ефект хімічних препаратів, особливо у регуляції польової насінневої інфекції, яку спричиняють фітопатогенні гриби, здатні продукувати мікотоксини. Найбільш вивченим є це питання щодо захисту пшениці від фузаріозу колосу та зерна, коли для його регулювання обприскування проводять на початку цвітіння. Найвища ефективність препаратів на перше десятиріччя XXI ст. оцінювалась на рівні 60–70 % зниження наочних симптомів у полі (Gagkaeva et al., 2011). Але деякі дослідники в умовах створення штучного зараження мають і високі результати обмеження розвитку збудників фузаріозу. Вивчення фунгіцидів

(Аканто Плюс КС, 0,6 л/га; Амистар Екстра СК, 1 л/га; Зантара, к.е., 1 л/га) проти фузаріозу колосу за штучного інфікування культури *Fusarium avenaceum* мало значні показники ефективності їх застосування – від 94 до 100 % на 14 та 30 добу після обприскування (Dubrovskaya, 2020). Щодо обмеження інших грибів мікофлори, здатних також до продукування мікотоксинів, наприклад, альтернативних, які переважають у північно-східному Лісостепу України (Rozhkova & Karpenko, 2016), інформації недостатньо. Здебільшого вивчають вплив фунгіцидного обприскування на вміст цих вторинних метаболітів, аніж чисельність *Alternaria* sp. (Scarpino et al., 2015).

Екологізація виробництва зернової продукції можлива за рахунок застосування проти хвороб біологічних препаратів на основі різних мікроорганізмів. Механізми біологічного контролю розглядають на сьогодні дуже ретельно, так як фунгіциди негативно впливають на інші нецільові об'єкти (Köhl et al., 2019). Наприклад, бактерії з роду *Pseudomonas*, ризосферні мікроорганізми, мають декілька захисних механізмів проти фітопатогенів: конкуренція/антагонізм з продукуванням вторинних метаболітів, індукування системної стійкості рослин (Çakmakçı et al., 2017). *P. aureofaciens* здатні синтезувати

ряд антибіотиків феназинового типу, ефективно пригнічуючи ріст ряду фітопатогенних грибів і бактерій, стимулювати ріст рослин за рахунок продукування фітогормонів (Burova et al., 2012).

Гриби з роду *Trichoderma* мають декілька механізмів біологічного контролю: антагонізм, продукування вторинних метаболітів (антибіотиків) та гіпепаразитизм (Sood et al., 2020). У всьому світі з нього отримують більше 60 % ефективних біофунгіцидів (Abbeey et al., 2019). Добре відомо, що види цього роду конкурують за поживні речовини, біологічні ніші або місця зараження з патогенами у ризосфері рослин (Ahluwalia et al., 2015). Більше 180 вторинних метаболітів, що вказують на різні класи хімічних речовин, були виділені з *Trichoderma* sp. Наприклад, *T. lignorum* здатний продукувати конініни, віридин, дермадин, триховіридин, лігнорен та конігінову кислоту, а також гліотоксин і гліовірин (Masi et al., 2018). Як гіпепаразити *Trichoderma* sp. продукують спеціалізовані ферменти, які руйнують клітинну стінку грибів-мішеней (глюканазви, хітинази та протеази), а також активують ферменти останнього (Harman et al., 2004).

Використання біотичних еліситорів, які ще називають індукторами стійкості, для активації неспецифічної стійкості рослин дозволяє зменшити забруднення навколишнього середовища пестицидами (Zhuk et al., 2019). Еліситори належать до різних класів хімічних сполук. Більшість описаних є вуглеводами, пептидами, ліпідами, глікопротеїнами, гліколіпідами (Rozhkova, 2016).

Хітозан отримують з хітину, який є найпоширенішим природним полімером після целюлози (Younes et al., 2015). Він має деякі переваги, порівняно з іншими агентами біоконтролю не лише у потенціальних можливостях зі стримання розвитку хвороб, але і у підвищенні стійкості рослин (Yin et al., 2010), а також розширенні біорізноманіття у ризосфері рослин (Park & Chang, 2012; Hassan & Chang, 2017). Хітозан у сільському господарстві можливо застосовувати для регуляції грибів (Chowdappa et al., 2014), бактерій (Yang et al., 2014), вірусів (Jia et al., 2016), фітонематод (El-Sayed & Mahdy, 2015) та в якості харчового конзерванта (Zhang et al., 2011). За порівняння ефективності проти розвитку фузаріозу пшениці та ячменю біохімічного хітозану та бактерії *Pseudomonas fluorescens* МКВ 158, встановили вищу ефективність першого у зниженні розвитку фузаріозу колосу та запобіганні зниження маси 1000 зернин (Khan & Doohan, 2009).

Препарати на основі арахідонової кислоти (імуноцитотифіт) включають механізми стійкості до патогенів різної етіології, стимулюють гени рослин, які відповідають за ростові процеси та утворення фітогормонів (Sharoval et al., 2014). Застосування імуноцитотифіта на персику за для зниження розвитку збудників хвороб листя призвело до активації ферментів антиоксидантної системи захисту (каталази, загальної пероксидази) (Mikhaylova et al., 2018).

Метою дослідження було дослідити механізми регулювання мікофлори насіння пшениці озимої за використання хімічних препаратів та біофунгіцидів шляхом обприскування рослин у польових умовах.

Матеріали і методи досліджень. Вивчення ефективності обприскування пшениці озимої провели на дослідному полі Навчально-наукового виробничого комплексу Сумського

національного аграрного університету. Рослини пшениці озимої (сорту Богдана) обприскали ручним обприскувачем у вечірній години. Було закладено дрібноділянковий дослід, повторення трикратне. У 2018 р. у досліді було 5 варіантів, у 2019 р. – 4, у 2020 – 6. До дослідження залучили такі препарати: Фалькон, к.е. (д.р. тебуконазол 167 г/л + триадименол 43 г/л + спіроксамін 250 г/л) з нормою витрати 2 мл/л, Імуноцитотифіт, тб (д.р. ефір арахідонової кислоти етиловий) – 2 табл./л, Трихофит, р (д.р. спори гриба *Trichoderma lignorum*, титр – 2,0 млрд./см³) – 25 мл/л, Гаупсин, р. (д.р. бактерії *Pseudomonas aureofaciens* Kluuyver, штами В-306 та В-111, титр – не менше 10 млрд. кл/см³) – 20 мл/л, Хітозан, тб (виробник ТОВ Еліт-фарм, Україна) – 3 табл./л.

Ефективність препаратів (Е_д, %) визначили за формулою (Trybel' et al., 2001):

$$E_d = \frac{100 (P_k - P_d)}{P_k}$$

де P_к, P_д – відсотки виявлення грибів, відповідно у контрольному і дослідному варіантах.

Мікофлору насіння визначали біологічним методом у лабораторних умовах (Naumova, 1970). Перед аналізом насіннєвий матеріал промивали впродовж години під проточною водою. Потім його витримували в 1 %-му розчині марганцевокислого калію впродовж 1–2 хвилин для вивчення внутрішнього комплексу грибів насіння. Після чого насінини просушили на фільтрувальному папері та розклали у чашки Петрі (20 шт) на КГА (картопляно-глюкозний агар). Чашки поміщали у термостат, де відбулось проростання колоній та насіння за температури 22–24 °С упродовж 7 діб. Гриби визначали за будовою міцелю та спороношення (Watanabe, 2012). В кожному варіанті аналізували по 100 насінин. Відсоток виділення грибів розраховували, виходячи зі всієї кількості виділених колоній у варіанті. На 7-му добу визначали довжину проростків пшениці. Також визначали вплив обприскування на масу 1000 зернин.

Результати. Хімічний захист вважають найефективнішим. Тому дослідження з визначення ефективного регулювання мікофлори насіння розпочали у 2018 р. з детального дослідження обприскування фунгіцидами. Першу обробку препаратами провели під кінець колосіння на початку цвітіння озимої пшениці, другу – наприкінці цвітіння. Припустили, що обробка фунгіцидом призведе до збільшення маси 1000 зерен, а подвійне застосування покаже ще кращі результати.

Спочатку провели макроаналіз вирощеного насіння, який показав доволі неочікувані результати. Найменшу кількість чорного зародку, зморшкуватого та дрібного насіння отримали з варіанту з одноразовим застосуванням Фалькону, к.е. Непоганий результат мали у варіанті з обприскуванням Трихофитом, р. Але цей біологічний препарат підвищив кількість чорного зародку. Значну кількість зморшкуватого насіння відмітили у варіанті з одночасним застосуванням Фалькону, к.е. та Імуноцитотифіту, тб. Застосування препаратів призвело до зниження маси 1000 зерен, яке виявилось максимальним у варіанті з дворазовим обприскуванням Фальконом, к.е. (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив обприскування на формування внутрішньої мікофлори насіння пшениці озимої та масу 1000 зерен (СНАУ, 2018 р.)

Варіант	Виділення колоній, %	Маса 1000 зерен, г
Контроль	<i>Alternaria</i> sp. 76,8 <i>Melanospora</i> sp. 10,2 <i>Nigrospora oryzae</i> 5,6 <i>Cladosporium</i> sp. 1,9 <i>Aureobasidium pullulans</i> 1,9 <i>Penicillium</i> sp. 1,9 Інші види грибів 1,7	52,90
Фалькон, к.е. (1 обприскування)	<i>Alternaria</i> sp. 31,5 <i>Mucor</i> sp. 17,5 <i>Trichothecium roseum</i> 8,4 <i>Trichoderma</i> sp. 7 <i>Cladosporium</i> sp. 4,2 <i>Fusarium poae</i> 2,8 <i>A. pullulans</i> 2,1 <i>Penicillium</i> sp. 1,4 Інші види грибів 25,1	48,66
Фалькон, к.е. (2 обприскування)	<i>Mucor</i> sp. 34,9 <i>N. oryzae</i> 11,6 <i>Tr. roseum</i> 11,6 <i>Trichoderma</i> sp. 8,1 <i>Curvularia</i> sp. 5,8 <i>Penicillium</i> sp. 3,4 <i>Cladosporium</i> sp. 2,3 <i>Aspergillus niger</i> 2,3 Інші види грибів 20	43,52
Імуноцитозит, тб (2 обприскування)+ Фалькон, к.е.	<i>Alternaria</i> sp. 21,6 <i>Mucor</i> sp. 61,8 <i>Penicillium</i> sp. 5,9 <i>Trichoderma</i> sp. 4,9 <i>Cladosporium</i> sp. 2,9 <i>A. pullulans</i> 2,9	46,22
Трихофіт, р. (2 обприскування)	<i>Alternaria</i> sp. 64,1 <i>Mucor</i> sp. 9,9 <i>Penicillium</i> sp. 2,1 <i>Chaetomium</i> sp. 1,4 <i>N. oryzae</i> 1,4 <i>A. pullulans</i> 0,7 <i>Cladosporium</i> sp. 1 Інші види грибів 19,7	48,44
НІР ₀₅	<i>Alternaria</i> sp. 2,23 <i>Mucor</i> sp. 5,1 <i>Cladosporium</i> sp. 1,4 <i>Penicillium</i> sp. 2,0 <i>A. pullulans</i> 0,9 Інші види грибів 1,8	1,9

Обприскування препаратами призвело до істотних змін у мікофлорі насіння пшениці озимої: змінилась не лише кількість виділення грибів, але і їх склад. Вони зменшили кількість домінуючих альтернативних грибів і викликали появу мукових, особливо у варіанті з одночасним застосуванням Фалькону, к.е. та Імуноцитозиту, тб. За обробки хімічним фунгіцидом у мікофлорі з'явилися зі значним відсотком виділення гриби *Trichoderma* sp. та *Tr. roseum*. Дворазова обробка Фальконом, к.е. викликала появу рідкого для мікофлори нашої зони роду *Curvularia* sp., а також значний відсоток виділення *N. oryzae*. У варіанті із застосуванням Трихофіту, р. відмітили ізолювання *Chaetomium* sp.

У 2019 р. обприскування хімічним та біологічними препаратами призвело до збільшення маси 1000 насінин

(табл. 2). Зовнішній огляд насіння показав, що найбільше дрібного насіння було у варіанті з використанням Фалькону, к.е., а найбільше зморшкуватого – у варіанті з обприскуванням хімічним препаратом та Імуноцитозитом, тб.

Таблиця 2

Вплив обприскування на формування внутрішньої мікофлори насіння пшениці озимої та масу 1000 зерен (СНАУ, 2019 р.)

Варіант	Виділення колоній, %	Маса 1000 зерен, г
Контроль	<i>A. pullulans</i> 32,1 <i>Alternaria</i> sp. 29,6 <i>N. oryzae</i> 19,4 <i>Penicillium</i> sp. 3,2 <i>Cladosporium</i> sp. 3,2 <i>F. poae</i> 1,6 Інші види грибів 11,4	37,94
Фалькон, к.е.	<i>N. oryzae</i> 67,8 <i>A. pullulans</i> 11 <i>Acremonium</i> sp. 3,4 <i>Cladosporium</i> sp. 1,7 <i>Alternaria</i> sp. 1,7 <i>Penicillium</i> sp. 0,8 Інші види грибів 13,6	38,52
Трихофіт, р. (2 обприскування)	<i>N. oryzae</i> 36,8 <i>Alternaria</i> sp. 23,2 <i>A. pullulans</i> 13,7 <i>Cladosporium</i> sp. 8,4 <i>F. poae</i> 2,1 Інші види грибів 15,8	44,72
Імуноцитозит, тб + Фалькон, к.е.	<i>N. oryzae</i> 67,3 <i>A. pullulans</i> 7,1 <i>Cladosporium</i> sp. 7,1 <i>Penicillium</i> sp. 3,5 <i>Monilia</i> sp. 2,7 <i>Fusarium</i> sp. 2,7 <i>Trichoderma</i> sp. 2,7 <i>Alternaria</i> sp. 1,8 <i>Acremonium</i> sp. 0,9 Інші види грибів 4,2	39,86
НІР ₀₅	<i>Alternaria</i> sp. 1,9 <i>A. pullulans</i> 2,5 <i>N. oryzae</i> 3,3 <i>Penicillium</i> sp. 1,6 <i>Cladosporium</i> sp. 1,7 Інші види грибів 2,5	2,2

На контролі домінували *A. pullulans* та альтернативні гриби. Також відмітили і значний відсоток виділення *N. oryzae*, який негативно впливав на параметри росту проростків пшениці, знижуючи довжину проростків та коренів. Застосування фунгіцидів призвело до зменшення кількості домінуючих видів та до збільшення виділення небезпечного *N. oryzae*, що істотно вплинуло на довжину проростків (рис. 1). Найвищу кількість цього виду відмітили у варіантах із застосуванням Фалькону, к.е. Цей препарат убрав незначну присутність *F. poae*, але за обприскування з Імуноцитозитом, тб з'явився інший вид фузарієвого гриба.

У 2020 р. обприскування фунгіцидом та біопрепаратами також покращило виповненість насіння. Найкращі показники маси 1000 зерен відмітили у варіантах з використанням індукторів стійкості (Імуноцитозит, тб та Хітозан, тб). (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив обприскування на формування внутрішньої мікофлори насіння пшениці озимої та масу 1000 зерен (СНАУ, 2020 р.)

Варіант	Виділення колоній, %	Маса 1000 зерен, г
Контроль	<i>Alternaria</i> sp. 62,7 <i>Tr. roseum</i> 11,7 <i>A. atra</i> 7,4 <i>Mucor</i> sp. 3,7 <i>F. poae</i> 1,6 <i>Rh. stolonifer</i> 1,2 Інші грибні колонії 11,7	38,16
Фалькон, к.е.	<i>Alternaria</i> sp. 25,9 <i>Tr. roseum</i> 13,4 <i>A. pullulans</i> 10,7 <i>Cladosporium</i> sp. 1,8 <i>Penicillium</i> sp. 0,9 Інші грибні колонії 47,3	39,54
Гаупсин, р. (2 обприскування)	<i>Alternaria</i> sp. 49,1 <i>A. pullulans</i> 22,8 <i>Trichoderma</i> sp. 7 <i>Mucor</i> sp. 6,1 <i>Tr. roseum</i> 5,3 <i>Penicillium</i> sp. 1,8 <i>Microdochium nivale</i> 0,9 <i>Cladosporium</i> sp. 0,9 Бактерії 0,9 Інші грибні колонії 5,2	38,20
Імуноцитофіт, тб (2 обприскування)	<i>Alternaria</i> sp. 48,1 <i>A. pullulans</i> 27,8 <i>Tr. roseum</i> 17,7 <i>Trichoderma</i> sp. 2,5 <i>Mucor</i> sp. 1,3 <i>Arthrinium caricicola</i> 1,3 Інші грибні колонії 1,3	40,30
Трихофіт, р. (2 обприскування)	<i>Alternaria</i> sp. 37,6 <i>A. pullulans</i> 32,3 <i>N. oryzae</i> 3,2 <i>Cladosporium</i> 2,2 <i>Penicillium</i> sp. 2,2 <i>Tr. roseum</i> 1,1 <i>Phoma</i> sp. 1,1 Інші грибні колонії 20,6	38,88
Хітозан, тб (3 обприскування)	<i>Alternaria</i> sp. 39,7 <i>A. pullulans</i> 35,1 <i>Tr. roseum</i> 12,6 <i>Mucor</i> sp. 1,8 <i>Phoma</i> sp. 1,8 <i>Trichoderma</i> sp. 0,9 <i>Cladosporium</i> sp. 0,9 <i>Penicillium</i> sp. 0,9 Інші грибні колонії 6,3	43,00
НІР ₀₅	<i>Alternaria</i> sp. 1,8 <i>Tr. roseum</i> 2,1 <i>A. pullulans</i> 2,2 Інші грибні колонії 1,5	3,0

Всі препарати знизили кількість домінуючих альтернативних грибів та викликали значну появу *A. pullulans*, який був відсутній на контролі. Також звернули увагу на найбільшу зміну складу мікофлори за три роки вивчення ефективності фунгіцидів. У варіантах з препаратами залишилися лише *Alternaria* sp., *Tr. roseum* та інші грибні колонії. За обприскування Фальконом, к.е. виділили додатково колонії трьох, Імуноцитофіту, тб – чотирьох, Трихофіту, р. – п'яти, Хітозану, тб – шести, Гаупсину, р. – семи видів, порівняно з контролем.

Якщо розглянути вплив обприскування не на мікофлору у цілому, а на її домінуючий рід *Alternaria* sp., то можливо стверджувати про істотне регулювання альтернативних грибів упродовж трьох років (табл. 4).

Таблиця 4

Ефективність обприскування проти домінуючого роду (*Alternaria* sp.) мікофлори насіння пшениці озимої

Варіант	Відсоток виділення серед інших колоній, %			Середні дані за три роки	Ефективність, %
	2018	2019	2020		
Контроль	76,8	29,6	62,7	56,4	-
Фалькон, к.е. (1 обробка)	31,5	1,7	25,9	19,7	65,1
Трихофіт, р. (2 обробки)	64,1	23,2	37,6	41,6	26,2
НІР ₀₅	1,8				

Найкраще зменшив кількість альтернативних грибів хімічний препарат. Біологічний фунгіцид мав низьку ефективність, за винятком 2020 р., тому середній показник склав лише 26,2 %. Фалькон, к.е. найкраще зменшив чисельність *Alternaria* sp. у 2019 р. (94 %), але середній показник ефективності за три роки виявився 65,1 %.

Разом з визначенням грибів на агаровому середовищі виміряли довжину проростків пшениці озимої (рис. 1). У 2019 р. обприскування фунгіцидами призвело до зниження довжини рослин. Цей факт можливо пояснити тим, що препарати знизили чисельність домінуючих альтернативних грибів та спровокували появу *N. oryzae*. Останній за нашими багаторічними дослідженнями викликає пригнічення росту рослин, суттєво зменшуючи довжину зародкових корінців та колеоптиля. Найбільшу кількість *N. oryzae* виділили у варіантах з обприскуванням Фальконом, к.е. (біля 67 %), тому тут відмітили найменшу довжину проростків. Найгірший варіант для розвитку рослин був із одночасним застосуванням Імуноцитофіту, тб та Фалькону, к.е., тому що окрім *N. oryzae* виділили ще і фузарієві гриби, фітотоксини яких також негативно впливають на проростання рослин.

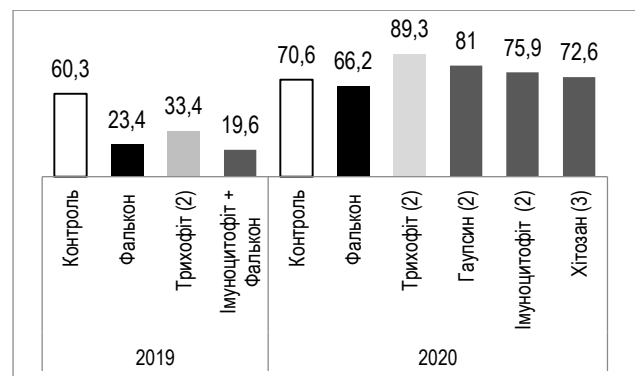


Рис. 1. Вплив обприскування рослин на довжину проростків пшениці озимої (НІР₀₅(2019) = 1,4, НІР₀₅(2020) = 2,3)

У 2020 р. довжина проростків за обприскування була більшою, ніж на контролі, за винятком варіанту зі застосуванням Фалькону, к.е. Найкраще рослини проросли у варіанті зі застосуванням Трихофіту, р. Цей варіант відрізнявся від інших однаковою домінуючою присутністю *Alternaria* sp. та *A. pullulans*, а також найнижчим відсотком виділення *Tr. roseum*, який також здатний пригнічувати розвиток проростків пшениці.

Обговорення. Дослідження щодо ефективності фунгіцидів на формування мікофлори насіння пшениці здебільше присвячено фузарієвим грибам, тому що давно відома їх значна токсичність. За вивчення їх впливу на один рід, як і у наших дослідженнях на *Alternaria* sp., мають зниження чисельності грибів з підвищенням урожайності. Вивчення ефективності Фалькону, к.е. (норма 0,6 л/га) проти фузаріозу за умов штучної інокуляції в умовах Краснодарського краю, показало збільшення маси 1000 насінин на 1,7 г, порівняно з контролем. Аналіз насіння у лабораторних умовах на 7-му добу показав зменшення зараження фузаріозом на 82 % (Kremneva et al., 2018). Вивчення фунгіцидів за штучного зараження колосся пшениці *F. graminearum*, які провели у цьому ж регіоні, але раніше, разом з невисокою ефективністю фунгіцидів Спортак (прохлораз) та Альто (ципроконазол) продемонструвало підвищення врожайності на фоні їх фунгіцидної дії проти значного розвитку іржастих хвороб та корневих гнилей – 6,3 та 6,7 ц/га, відповідно. У той же час ефективність цих препаратів проти кількості фузаріозних зерен склала 50,6 та 19,2 % (Grushko et al., 2004). У наших дослідженнях застосування фунгіцидів також призвело до збільшення маси 1000 зерен, за винятком одного року, коли обприскування викликало значне польове зараження мукоровими грибами, які, ймовірно, мали такий негативний ефект.

Хімічні препарати зменшуючи чисельність одних видів, призводять до збільшення інших. Наприклад, за прямої обробки насіння пшениці фунгіцидами домінуючий вид у мікофлорі насіння був знижений (*Drechslera australiensis*), тоді як рідкий вид *Aspergillus terreus* збільшився за використання Acrobat MZ, Aliette та сумісного використання Metalaxyl та Mancozeb. Види, які не виділили у контролі (*Alternaria alternata* та *Fusarium oxysporum*), з'явилися за замочування у розчинах деяких фунгіцидів (Javaid et al., 2016). У наших дослідженнях найбільші зміни у мікофлорі насіння викликало дворазове обприскування фальконом, яке спровокувало появу нетипового роду для нашої зони, та застосування Гаупсину, р. у 2020 р.

Біологічні препарати на основі мікроорганізмів (Трихофіт, р. та Гаупсин, р.) менше знизили чисельність домінуючого альтернативного роду, порівняно з Фальконом, к.е., але викликали зміни у складі мікокомплексу, тим самим зумовили найкраще проростання рослин. Подібні дослідження зі схожими результатами було отримано за вивчення біопрепаратів на житі. За дворазового обприскування рослин жита озимого біофунгіцидами Триходермін БТ, р. (2 л/га) та Гаупсин, р. (5 л/га) відмітили зменшення виділення альтернативних грибів з насіння в умовах вологої камери. Також було поліпшено елементи структури врожаю, зокрема відмітили збільшення маси 1000 зерен на 8,8 та 8,0 г, відповідно. Застосування препаратів вплинуло на проростання рослин у лабораторних умовах: відмітили збільшення маси та довжини проростків, довжини їх коренів. Найкращі ростові параметри жита спостерігали за використання Триходерміну БТ, р. (Polishchuk et al., 2018).

Одночасне застосування фунгіцидів та індукторів стійкості дозволяє знизити ризики виникнення резистентних форм мікроорганізмів, знизити залежність останніх від умов навколишнього середовища (Ons et al., 2020). Вивчення одночасного застосування Фалькону, к.е. з Імуноцитозитом, тб

упродовж двох років мало свої позитивні результати: у 2018 р. вони краще знизили чисельність альтернативних грибів, у 2019 р. підвищили масу 1000 насінин, порівняно з використанням лише хімічного препарату. Але вивчення одного Імуноцитозиту, тб мало кращі результати за масою 1000 зернин та довжиною проростків, порівняно з Фальконом, к.е. Подібні результати було отримано Т. А. Сорокою та ін. (Soroka et al., 2017), коли за обробки озимої пшениці по вегетації Імуноцитозитом (0,5 г/га) отримали найкращий результат під час пророщування отриманого насіння за енергією проростання та довжиною проростків, ніж за застосування препарату Росток та Рибав-Екстра. Одночасне застосування Ростку та Імуноцитозиту не завжди мало кращі результати, порівняно з використанням одного еліситору.

У 2020 р. застосування Хітозану, тб призвело до отримання найбільшої маси 1000 насінин, можливо, за рахунок того, що у цей рік спостерігали епіфітотію септоріозу на пшениці, а цей еліситор за іншими дослідженнями здатний стримувати його розвиток. Відмічено високу ефективність хітозанових комплексів проти листових хвороб пшениці ярої: «Хітозан І» та «Хітозан ІІ» показали свою ефективність у стриманні розвитку септоріозу, «Хітозан ІІ» добре стримав весь комплекс хвороб листя, а особливо буру іржу (Kolesnikov et al., 2017).

Застосування Фалькону, к.е. викликало зменшення довжини проростків пшениці, порівняно з контролем. У 2019 р. причиною цього стало збільшення чисельності *N. oryzae*, а у 2020 на інших варіантах довжина проростків перевищила контроль. Зменшення показників проростання та росту пшениці було відмічено за вивчення різних фунгіцидів: Acrobat низив схожість насіння навіть у рекомендованій дозі, порівняно з контролем; Metalaxyl та Mancozeb за сумісного використання із зменшеною нормою негативно вплинули на довжину проростків; Acrobat, Dithane, Aliette, Metalaxyl та Mancozeb найбільше знизили біомасу рослин; вплив на біомасу коренів виявився більш позитивним, за винятком негативної дії сумісного застосування препаратів (Arshad et al., 2006).

Висновки. В умовах Північного Сходу України за обприскування фунгіцидами встановлено вплив біологічних та хімічних препаратів на мікофлору насіння пшениці озимої. Цей захід не лише змінював кількість виділених видів/родів, але і загальний склад грибів. Найбільші зміни останнього були відмічені у 2020 р. за застосування Гаупсину, р. Але за аналізу трирічних досліджень Фалькон, к.е. більше впливав на мікокомплекс, знижуючи чисельність домінуючих альтернативних грибів, порівняно з біологічними препаратами. Дворазове обприскування хімічним препаратом призвело до появи нетипового для нашої зони роду *Curvularia* sp.

Використання фунгіцидів також істотно вплинуло на масу 1000 насінин. Здебільшого їх застосування збільшило цей показник, за винятком 2018 р., коли у мікофлорі насіння вони спровокували появу мукорових грибів. Найбільш виповненим насінням сформувалося у варіантах з обприскуванням біологічними препаратами. Вивчення впливу обприскування рослин на довжину рослин за проростання насіння показало найкращі результати у варіантах також з біофунгіцидами.

Бібліографічні посилання:

1. Abbey, J.A., Percival, D., Abbey, L., Asiedu, S.K., Prithiviraj, B., & Schilder, A. (2019). Biofungicides as alternative to synthetic fungicide control of grey mould (*Botrytis cinerea*)—prospects and challenges. *Biocontrol. Sci. Technol.*, 29, 207–228. doi: 10.1080/09583157.2018.1548574
2. Ahluwalia, V., Kumar, J., Rana, V.S., Sati, O.P., & Walia, S. (2015). Comparative evaluation of two *Trichoderma harzianum* strains for major secondary metabolite production and antifungal activity. *Nat. Prod. Res.*, 29, 914–920. doi: 10.1080/14786419.2014.958739
3. Arshad, J., Ashraf, A., Akhtar, N., Hanif, M., & Farooq, M. A. (2006). Efficacy of some fungicides against seed-borne mycoflora of wheat. *Mycopath.*, 4, 45–49.
4. Burova, Yu. A., Ibragimova, S. A., & Revin, V. V. (2012). Deystvie kulturalnoy zhidkosti bakterii *Pseudomonas aureofaciens* na razvitie semyan pshenitsyi i fitopatogennykh gribov [The effect of the culture liquid of the bacterium *Pseudomonas aureofaciens* on the development of wheat seeds and phytopathogenic fungi]. *Izvestiya Tuskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennyye nauki*, 3, 198–206 (in Russian).
5. Çakmakçı, R., Turan, M., Kıtır N., Gunes, A., Nikerel, E., Sogutmaz, O., Yildirim, E., Olgun, M., Topcuoglu, B., Tufenkci, S., Karaman, M., Tarhan, L., & Mokhtari, N. (2017). The Role of Soil Beneficial Bacteria in Wheat Production: A Review. doi: 10.5772/67274
6. Chowdappa, P., Gowda, S., Chethana, C. S., & Madhura, S. (2014). Antifungal activity of chitosan-silver nanoparticle composite against *Colletotrichum gloeosporioides* associated with mango anthracnose. *African Journal of Microbiology Research*, 8(17), 1803–1812. doi: 10.5897/AJMR2013.6584
7. Dubrovskaya, N. N. (2020). Izuchenie vliyaniya fungitsidov na vzbuditelya fuzarioza kolosa pshenitsyi [Study of the effect of fungicides on the causative agent of Fusarium head blight of wheat]. *Colloquium-journal*, 6(58), 5–7 (in Russian). doi: 10.24411/2520-6990-2020-11448
8. El-Sayed, S.M. & Mahdy, M.E. (2015). Effect of chitosan on root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on tomato plants. *Int. J. ChemTech Res.*, 7, 1985–1992.
9. Gagkaeva, T. Yu., Gavrilova, O. P., Levitin, M. M., & Novozhilov, K. V. (2011). Fuzarioz zernovykh kultur [Fusarium sp. of cereals]. *Zaschita i karantin rasteniy*, 5, 70–112 (in Russian).
10. Grushko, G. V., Zhalieva, L. D., & Linchenko, S. N. (2004). Himicheskie metody borby s fuzariozami kolosa ozimoy pshe-nitsyi [Chemical methods of Fusarium head blight of winter wheat]. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, 11, 66–67 (in Russian).
11. Harman, G. E., Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, I., & Lorito, M. (2004). *Trichoderma* species – opportunistic, avirulent plant symbionts. *Nat. Rev. Microbiol.*, 2, 43–56. doi: 10.1038 / nrmicro797.
12. Hassan, O., & Chang, T. (2017). Chitosan for Eco-friendly Control of Plant Disease. *Asian Journal of Plant Pathology*, 11, 53–70. doi: 10.3923/ajppaj.2017.53.70.
13. Jia, X., Meng, Q., Zeng, H., Wang, W., & Yin, H. (2016). Chitosan oligosaccharide induces resistance to Tobacco mosaic virus in *Arabidopsis* via the salicylic acid-mediated signalling pathway. *Scient. Rep.*, 6. doi: 10.1038/srep26144.
14. Khan, M. R., & Doohan, F. M. (2009). Comparison of the efficacy of chitosan with that of a fluorescent pseudomonad for the control of Fusarium head blight disease of cereals and associated mycotoxin contamination of grain. *Biological Control*, 48(1), 48–54. doi: 10.1016/j.biocontrol.2008.08.014.
15. Kolesnikov, L. Ye., Novikova, I. I., Popova, E. V., Priyatkin, N. S., & Kolesnikova, Yu. R. (2017). Biologicheskoye obosnovaniye sovmejnogo ispol'zovaniya mikrobov antagonistov i khitozanovykh kompleksov v zashchite yarovoy myagkoy pshe-nitsyi ot kornevoy gnili i listovykh pyatnistostey [Biological substantiation of the combined use of antagonist microbes and chitosan complexes in the protection of spring soft wheat from root rot and leaf spots]. *Vestnik zashchity rasteniy*, 2(92), 28–35 (in Russian).
16. Kremneva, O. Yu., Kudinova, O. A., & Volkova, G. V. (2018). Effektivnost' fungitsida «Fal'kon», ke protiv fuzarioza kolosa pshe-nitsyi v usloviyakh Krasnodarskogo Kraya [The effectiveness of the fungicide "Falcon", ce against fusarium spike of wheat in the Krasnodar Kray]. *Sovremennyye podkhody i metody v zashchite rasteniy, Yekaterinburg*, 29–31 (in Russian).
17. Köhl, J., Kolnaar, R., & Ravensberg, W. J. (2019). Mode of action of microbial biological control agents against plant diseases: Relevance beyond efficacy. *Front. Plant Sci.*, 10, 845. doi: 10.3389 / fpls.2019.00845.
18. Masi, M., Nocera, P., Reveglia, P., Cimmino, A., & Evidente, A. (2018). Fungal metabolites antagonists towards plant pests and human pathogens: Structure-activity relationship studies. *Molecules*, 23, 834. doi: 10.3390/molecules23040834.
19. Mikhaylova, Ye. V., Karpun, N. N., Yanushevskaya, E. B., & Mel'kumova, Ye. A. (2018). Otsenka effektivnosti primeneniya immunoinduktorov po pokazatelyam bolezneustoychivosti persika [Evaluation of the effectiveness of the use of immunoinducers in terms of peach disease resistance]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2(57), 48–58 (in Russian). doi: 10.17238/issn2071-2243.2018.2.48
20. Naumova, N. A. (1970). Analysis of seeds for fungal and bacterial infections [Analysis of seeds for fungal and bacterial infections]. *Kolos, Leningrad*. 206 (in Russian).
21. Ons, L., Bylemans, D., Thevissen, K., & Cammue, B. P. A. (2020). Combining Biocontrol Agents with Chemical Fungicides for Integrated Plant Fungal Disease Control. *Microorganisms*, 8(12),1930. doi: 10.3390/microorganisms8121930.
22. Park, K.C., & Chang, T.H.(2012). Effect of chitosan on microbial community in soils planted with cucumber under protected cultivation. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.*, 30, 261–269. doi.org/10.7235/hort.2012.11148.
23. Polishchuk, V. O., Zhuravel', S. V., Hrytsyuk, N. V., & Bakalova, A. V. (2018). Vplyv orhanichnykh tekhnolohiy na produktyvnist' ta fitosanitarny stan zhyta ozymoho zony Polissya Ukrayiny [Influence of organic technologies on productivity and phytosanitary condition of rye in the winter zone of Polissya of Ukraine]. *Karantyn i zakhyst roslyn*, 9–10, 5–8 (in Ukrainian).

24. Rozhkova, T. O. (2016). Elisitory zakhysnykh reaktsiy roslin [Elicitors of protective reactions of plants]. *Agroexpert*, 2 (91), 32–35 (in Ukrainian).
25. Rozhkova, T. O., & Karpenko, K. O. (2016). Endofitna mikroflora nasynnya pshenytsi ozymoyi na pivnichnomu skhodi Ukrainy [Endophytic microflora of winter wheat seeds in northeastern Ukraine]. *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarnoho universytetu. Seriya: Ahronomiya i biolohiya*, 9, 16–20 (in Ukrainian).
26. Scarpino, V., Reyneri, A., Sulyok, M., Krska, R., & Blandino, M. (2015). Effect of fungicide application to control Fusarium head blight and 20 Fusarium and Alternaria mycotoxins in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *World Mycotoxin Journal*, 8(4), 499–510. doi.org/10.3920/WMJ2014.1814.
27. Shapoval, O. A., Mozharova, I. P., & Korshunov, A. A. (2014). Regulyatory rosta rasteniy v agrotekhnologiyakh [Plant growth regulators in agricultural technologies]. *Zashchita i karantin rasteniy*, 6, 16–20 (in Russian).
28. Soroka, T. A., Shchukin, V. B., & Il'yasova, N. V. (2017). Posevnyye kachestva semyan, morfologicheskoye fiziologicheskoye pokazateli rasteniy ozimoy pshenitsy v nachal'nyy period rosta i razvitiya v zavisimosti ot vliyaniya razlichnykh ekzogennykh faktorov na formirovaniye semyan [Sowing qualities of seeds, morphological and physiological indicators of winter wheat plants in the initial period of growth and development, depending on the influence of various exogenous factors on seed formation]. Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/posevnye-kachestva-semyan-morfologicheskie-i-fiziologicheskie-pokazateli-rasteniy-ozimoy-pshenitsy-v-nachalnyy-period-rosta-i-razvitiya/viewer> (in Russian).
29. Sood, M., Kapoor, D., Kumar, V., Sheteiwy, M.S., Ramakrishnan, M., Landi, M., Araniti, F., & Sharma, A. (2020). Trichoderma: The “Secrets” of a Multitalented Biocontrol Agent. *Plants*, 9(6), 762. doi: 10.3390/plants9060762.
30. Trybel', S. O., Sihar'ova, D. D., & Sekun, M. P. (2001). Metodyky vyprovuvannya i zastosuvannya pestytsydiv [Methods of testing and application of pesticides]. *Svit, Kyiv*, 448 (in Ukrainian).
31. Watanabe, T. (2002). *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi*. CRS Press LLC, Boca Raton, 486.
32. Yin, H., Zhao, X., & Du, Y. (2010). Oligochitosan: A plant diseases vaccine – A review. *Carbohydrate Polymers*, 82(1), 1–8. doi: 10.1016/j.carbpol.2010.03.066.
33. Younes, I., & Rinaudo, M. (2015). Chitin and Chitosan Preparation from Marine Sources. Structure, Properties and Applications. *Marine Drugs*, 13(3), 1133–1174. doi: 10.3390/md13031133.
34. Zhang, H., Li, R., & Liu, W. (2011). Effects of chitin and its derivative chitosan on postharvest decay of fruits: a review. *Int J Mol Sci*, 12(2), 917–934. doi: 10.3390/ijms12020917.
35. Zhuk, I. V., Dmytriyev, O. P., Lisova, H. M., & Kucherova, L. O. (2019). Vplyv koyevoyi kysloty ta donora NO na *Triticum aestivum* L. za umov biotychnoho stresu [Influence of kojic acid and NO donor on *Triticum aestivum* L. under conditions of biotic stress]. *Fakty eksperymental'noyi evolyutsiyi orhanizmv*, 25, 225–230 (in Ukrainian). doi: 10.7124/FEEO.v25.1166

Rozhkova T. O., PhD (Biological Sciences), Associate Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Spychak Y. I., Master, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

REGULATION OF MYCOFLORA OF WINTER WHEAT SEEDS BY SPRAYING WITH FUNGICIDES

Some members of the mycoflora of winter wheat seeds appear in it from the moment of flowering to harvest. Therefore, spraying plants at the beginning of flowering and later should significantly affect the mycocomplex of the grain. During 2018–2020, the impact of spraying on the formation of winter wheat seed mycoflora in the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine was studied. The study involved the following fungicides: Falcon, c.e., Immunocytophyte, tb, Trichophyte, s., Gaupsin, s., and Chitosan, tb. The analysis of the mycocomplex was performed on potato-glucose agar.

Chemical and biological preparations significantly regulated the formation of mycoflora. This measure not only changed the number of selected species / genera, but also the general composition of fungi. In 2018, they reduced the number of dominant Alternaria fungi and caused the appearance of Mucor sp., especially in the variant with the simultaneous use of Falcon, c.e., and Immunocytophyte, tb. In 2019, the use of fungicides led to a decrease in the number of dominant A. pullulans and Alternaria sp. and to increase the isolation of dangerous N. oryzae, which significantly affected the length of seedlings. The highest number of this species was noted in the variants with the use of Falcon, c.e. In 2020, the largest change in the composition of the mycoflora in three years of studying the effectiveness of fungicides was noted. All fungicides reduced the number of dominant Alternaria fungi and caused a significant appearance of A. pullulans, which was absent from the control.

Three-year analysis of Falcon's test, c.e. and Trichophyte, s. against dominant Alternaria fungi showed significant changes in their numbers. The average efficiency for three years of the first was 65.1 %, of the second – 26.2 %.

Fungicide spraying also significantly affected the weight of 1000 seeds. For the most part, their use increased this index, except in 2018, when in the mycoflora of seeds they provoked the appearance of Mucor sp. The most complete seeds were formed in variants with spraying with biological fungicides. The study of the effect of spraying wheat on plant length during seed germination showed the best results in variants also with biofungicides.

Thus, spraying of winter wheat with chemical and biological preparations causes a decrease in the dominant species in the seed mycoflora, which leads to the appearance or increase of its other components. Very often some representatives replace other fungi.

Key words: winter wheat, seeds, microflora, spraying, chemicals and biologicals.

Дата надходження до редакції: 08.03.2021 р.