

ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНГІЦИДНОГО КОНТРОЛЮ ФІТОПАТОГЕННИХ МІКРОМІЦЕТІВ НА НАСІННІ СОНЯШНИКА (*HELIANTHUS ANNUUS* L.)

Г.Д. Матусевич, С.О. Мазур, Т.М. Горган, І.В. Безноско

Інститут агроєкології і природокористування НААН (м. Київ, Україна)

e-mail: matusevichgalina1971@gmail.com; ORCID: 0009-0008-6513-5287

e-mail: mazurlanalana@gmail.com; ORCID: 0000-0002-5025-0134

e-mail: beznoskoirina@gmail.com; ORCID: 0000-0002-2217-5165

e-mail: tanja.micaela@gmail.com; ORCID: 0000-0001-8980-7895

Важливість підвищення врожайності та якості насіння агрокультур в умовах інтенсифікації виробництва зумовлює необхідність пошуку інноваційних методів фітосанітарного контролю їх посівів із залученням екологічно обумовленого застосування сучасних агрохімікатів та біологічних препаратів. *Helianthus annuus* L., як одна з провідних олійних культур у світі, має стратегічне значення в аграрному секторі України та утримує позицію лідера серед світових експортерів соняшникової олії, забезпечуючи 32% глобального ринку у 2023/24 маркетинговому році (за даними USDA). У ході дослідження оцінено комплексний вплив комбінації препаратів: контактного фунгіциду на основі оксиду купруму (Nordox 75 WG), мікродобрива з фунгіцидним ефектом Верно FG Zn₃₀+Cu₃₀ та біологічного ристрегулятора Міра РК на фітосанітарний стан посівів соняшника, якісні показники насіння та рівень урожайності. Використання цих засобів призвело до значного зниження рівня ураження домінуючими фітопатогенами: *Alternaria helianthi* — на 90% (від 75% до 7%), *Alternaria alternata* — на 81% (від 80% до 15%), *Phomopsis helianthi* — на 60% (від 50% до 20%). Однак зниження частоти трапляння мікроміцетів *P. helianthi* та *S. sclerotiorum* до 20% ($p < 0,001$) свідчить про ефективність препаратів, які пригнічують поширення мікроміцета в агроценозах соняшника, але їхня дія недостатня для повного контролю інфекційних структур у посівах. Встановлено, що обробка препаратами позитивно вплинула на якість насіння: масова частка вологи знизилася до 7,6–8,0% порівняно з контролем (9,2%), масова частка олії зросла до 52,0–52,6% (контроль — 48,6%), кислотне число зменшилося до 3,5–4,1 мг КОН/г (контроль — 5,2 мг КОН/г), натура зерна підвищилася до 434–445 г/л (контроль — 392 г/л). Урожайність у варіанті II досягла 3,98 т/га, що на 17,4% перевищує контрольний показник (3,39 т/га). Отже, комплексне застосування вищезгаданих препаратів демонструє високу ефективність у контролі фітопатогенів та сприяє поліпшенню якості насіння і врожайності соняшника. Втім для забезпечення сталого їх використання необхідно розробити стратегії, спрямовані на мінімізацію ризиків дисбалансу мікробіому та підвищення екологічної безпеки агротехнологій.

Ключові слова: олійні культури, ристрегулятори, мікроелементи, інфекційне навантаження, частота трапляння, частота ураження, врожайність, масова частка олії, якість насіння.

ВСТУП

Одна з провідних олійних культур у світі — соняшник однорічний (*Helianthus annuus* L.) — займає ключове місце в аграрному секторі, передусім як сировина для виробництва харчової олії. Наша країна є одним із найважливіших глобальних виробників і експортерів як олійного, так і

не олійного соняшника. За даними USDA та FAO [1], у сезоні 2021/22 частка України у світовому експорті соняшникової олії перевищила 34% від загального обсягу виробництва. Незважаючи на складні геополітичні та економічні виклики останніх років, Україна зберегла лідерські позиції на світовому ринку експорту соняшникової олії у 2023/24 маркетинговому році з показником у 32%, що підтверджується

прогнозами аналітиків USDA, оцінками ІА «АПК-Інформ» і даними Міністерства аграрної політики та продовольства України [2; 3].

Соняшник є найприбутковішою сільськогосподарською культурою в Україні за рівнем рентабельності, випереджаючи інші культури. Це зумовлено його ключовою роллю у виробництві рослинної олії, частка якої перевищує 60% у загальному обсязі олійної продукції країни [4; 5].

Інтенсивні технології вирощування соняшника ґрунтуються на масштабному застосуванні хімічних засобів захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів, а також мінеральних добрив та інших агрохімікатів [6]. Тривале використання цих складників спричинило низку негативних наслідків, зокрема зниження врожайності, втрату харчової цінності та погіршення якості сільськогосподарської продукції. Водночас відбулося радикальне виснаження ґрунтової родючості та пригнічення мікробіологічної активності ґрунтів, що спричинило зменшення біорізноманіття ґрунтової біоти, формування резистентності шкідників і фітопатогенів, а також появу толерантних або навіть імунних рас шкідливих організмів [7–9].

У контексті вищезазначеного зростає актуальність практики оптимізації агротехнологій шляхом скорочення норм застосування мінеральних добрив та засобів захисту рослин як у світі, так і в Україні. Важливим напрямом цієї тенденції є часткова заміна пестицидів і мінеральних добрив препаратами біологічного походження, що сприяє збереженню ґрунтового біорізноманіття та підвищенню екологічної безпеки агровиробництва.

Метою наших досліджень було встановлення впливу позакоренових підживлень комплексом препаратів біологічного та мінерального походження (Міра РК, Nordox 75 WG, Верно FG) на чисельність і видовий спектр фітопатогенних мікроміцетів у мікобіомі насіння соняшника, врожайність культури та якісні показники насіння (вологість, кислотне число, масову частку олії, натуру зерна).

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Стрімкі кліматичні зміни мають істотний вплив на аграрний сектор як України, так і світу загалом. Вони водночас відкривають нові перспективи для розвитку рослинництва та зумовлюють необхідність удосконалення технологічних підходів до вирощування сільськогосподарських культур. В умовах глобального потепління актуалізується адаптивне планування сівозмін, коригування строків сівби, впровадження інноваційних методів зрошення, оптимізація систем удобрення та захисту рослин. Важливим аспектом цих заходів є обов'язкове екологічне обґрунтування та введення стратегій, спрямованих на збереження навколишнього природного середовища [10].

Сучасні наукові дослідження підтверджують, що глобальні кліматичні зміни сприяють значним трансформаціям у фітосанітарному стані агроценозів, зокрема в системах вирощування сільськогосподарських культур. Зростання середньорічних температур, зміни режимів опадів і зниження вологості ґрунту створюють сприятливі умови для поширення шкідливих організмів та фітопатогенів на територіях, де раніше вони не реєструвалися або були обмежені у своєму ареалі [11].

Результати досліджень низки науковців (О. Шовкова, Т. Тимошук, Г. Котельницька, С. Курцова, Н. Рибак) [12; 13] засвідчують, що потепління клімату спричиняє інтенсифікацію розмноження комах-шкідників, як-от *Helicoverpa armigera*, *Thrips tabaci*, *Tanymecus dilaticollis*, а також збільшення чисельності популяцій фітопатогенних мікроміцетів (*Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Botrytis cinerea*).

Насіння, інфіковане фітопатогенними мікроміцетами, втрачає схожість, що знижує густоту посівів і, як наслідок, урожайність. За даними фітопатологічних лабораторій, рівень зараження насіння патогенами може досягати 100%. До того ж склад фітопатогенних грибів змінюється під впливом різних чинників, зокрема за використання у посівах різних засобів захисту рослин.

Дослідження вчених, зокрема О. Дерменко, Ю. Туровнік, А. Парфенюк, І. Безноско, В. Деменко та їх співавторів. [14–18] упродовж останніх років показують, що насіння сояшника контаміноване переважно такими мікроміцетами: *Alternaria helianthi*, *A. alternata*, *A. macrospora* Zimm, *Rhizoctonia bataticola*, *Macrophomina phaseolina*, *Plasmopara halstedii*, *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Rhizopus stolonifer*, *Penicillium* spp., *Curcularia lunata*, *Drechslera tetramera*, *Fusarium solani*, *F. moniliforme*, *F. oxysporum*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Bipolaris bisepta*, *Chaetomium spinosum*, *Cladobotryum varium*, *C. cladosporioides*, *Botrytis cinerea* Pers., *Rhizopus nodosus*, *Embellisia helianthi* (Hansf.) Pidolp, *Phomopsis helianthi* Munt.

Шкодоцинність сірої та білої гнилей сояшника (*Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea*) проявляється у значному зниженні врожайності (на 5–25%) та погіршенні товарних властивостей насіння. Уражене насіння набуває темного забарвлення, а згодом — гіркоти, що негативно впливає на його харчову цінність. Вміст олії у такому насінні зменшується до 10%, до того ж кислотне число олії зростає в 10–100 разів, що робить її непридатною для споживання в їжу. Вугільна гниль сояшника (*Sclerotium bataticola*) зумовлює втрату врожаю на рівні 18–64%, зменшення розміру кошика на 30–35, маси 1000 насінин на 13–36% та зниження вмісту олії. Ураження сояшника фомопсисом (*Phomopsis helianthi*) негативно впливає на посівну та товарну якість насіння, зменшуючи масу 1000 насінин у 1,5–2 рази, а олійність — на 4,5%, вміст олеїнової кислоти — на 64–87%. Поширення пероноспорозу (*Plasmopara helianthi*) знижує врожайність, а також — і вміст олії в насінні, порушуючи процеси дихання та вуглеводного обміну [17].

Одночасно змінюється біологія розвитку шкідливих організмів, подовжуються періоди їх активності, що призводить до зростання фітосанітарного ризику для агроценозів. Наукові публікації останніх років акцентують увагу на необхідності адаптації агротехнологій до нових кліматичних умов. Це передбачає інтегроване

застосування біологічних методів захисту рослин, створення стійких сортів і гібридів, а також розробку стратегій моніторингу та прогнозування поширення шкідливих організмів.

Останні наукові дослідження таких іноземних вчених, як Haidar R. Fermaud M., Abdollahzadeh J., Mohammadi Goltapeh E. [18, 19] підтверджують перспективність використання препаратів біологічного походження у технологіях вирощування сояшника як альтернативи або доповнення до традиційних агрохімікатів. Зокрема, численні праці присвячені вивченню впливу мікробіологічних препаратів, біофунгіцидів, біоінсектицидів та органічних стимуляторів росту на фітосанітарний стан агроценозів сояшника та його продуктивність. Згідно з дослідженнями, застосування біологічних препаратів на основі бактерій роду *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Trichoderma* та мікоризоутворювальних грибів сприяє зниженню чисельності фітопатогенних мікроміцетів у ризосфері та на насінні сояшника. Це забезпечує підвищення стійкості рослин до комплексу грибкових хвороб, зокрема фомозу (*Phoma macdonaldii*), сірої гнилі (*Botrytis cinerea*) та білої гнилі (*Sclerotinia sclerotiorum*).

Також відомий позитивний вплив препаратів біологічного походження на ріст і розвиток рослин, покращення їхньої врожайності та поліпшення якісних показників продукції, як-от масова частка олії, натура зерна та зниження кислотного числа. Використання вищезгаданих препаратів у системі позакореневого підживлення сприяє активізації мікробіологічної активності ґрунту, збереженню його родючості та підвищенню екологічної стійкості агроценозів.

Отже, дослідження контамінації насіння сояшника патогенними мікроміцетами, оцінка їхнього впливу на врожайність та якість продукції, пошук альтернативних заходів щодо зменшення ураження є надзвичайно актуальними. Вони мають важливе значення для забезпечення стабільного виробництва високоякісного насіння сояшника, зниження втрат урожаю, попе-

редження забруднення мікотоксинами та посилення конкурентоспроможності продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках.

**МАТЕРІАЛИ
ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Дослідження здійснювали в польових умовах на території ПП «Біла криниця» (Тернопільська обл., Кременецький р-н) упродовж 2021–2023 рр. на базі тимчасового польового досліджу та в лабораторії біоконтролю агроєкосистем і органічного виробництва відділу агробіоресурсів та екологічно безпечних технологій ІАП НААН.

Ґрунт на дослідних ділянках — темно-сірий опідзолений глеюватий крупнопилувато-легкосуглинковий на лесоподібних суглинках. Уміст гумусу в орному шарі — 2,66%, рН_{сол.} — 5,7, гідролітична кислотність — 2,8–3,5 мг-екв./100 г ґрунту, ступінь насичення основами — 88%, уміст легкогідролізованих сполук азоту (за Корнфілдом) — 95 мг/кг ґрунту, рухомих сполук фосфору та калію (за Чириковим) — 112 мг/кг та 80 мг/кг ґрунту відповідно.

У дослідженні агротехнічні заходи для вирощування соняшника відповідали за-

гальноприйнятим стандартам для зони Полісся.

Схему досліджу було закладено рендомізованим способом, яка включала застосування таких препаратів: Верно FG — мікродобриво з фунгіцидною дією (Cu — 30%, Zn — 30%) у нормі 0,5 кг/га; Міра, РК — рістрегулятор, що містить комплекс органічних вуглецевих сполук, макро- та мікроелементи (K, S, Mg, I, Fe, Mn, Cu, Zn, Mo, Se, B, Br, Co) та фізіологічно активні речовини; Nordox 75 WG — контактний фунгіцид, що містить оксид купруму (Cu₂O) у кількості 860 г/кг (еквівалентно 750 г/кг купруму), в нормі 0,3 кг/га. Всі препарати включено до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2024 р. [20]. Препарати були внесені в різних комбінаціях у фазі 4–6 листків (ВВСН 14–16) та у фазі зірочки (ВВСН 51–55) (табл. 1).

Для дослідження використовували рослини соняшника (*Helianthus annuus* L.) гібрида СИ Арізона від виробника «Сингента» (Syngenta AG, Франція, США), що рекомендований для олієпереробних підприємств, як один із найвисоковрожайніших гібридів із підвищеним вмістом олії.

Таблиця 1. Схему досліджу

Варіант досліджу	Схему досліджу	К-сть обробок	Фаза розвитку культури на момент обробки
Обробки у період вегетації			
I	Верно FG, 0,5 кг/га; Nordox 75 WG, 0,3 кг/га	2	4–6 листків (ВВСН 14-16) фаза зірочки (ВВСН 51-55)
II	Верно FG, 0,5 кг/га + Міра, РК, 0,75 л/га; Nordox 75 WG, 0,3 кг/га + Міра, РК, 0,75 л/га	2	4–6 листків (ВВСН 14-16) фаза зірочки (ВВСН 51-55)
III	Nordox 75 WG, 0,3 кг/га; Nordox 75 WG, 0,3 кг/га	2	4–6 листків (ВВСН 14-16) фаза зірочки (ВВСН 51-55)
Контроль	*Стандартна схема господарства (опис подано нижче)		

Примітки: * контрольним варіантом слугувала запланована схема досліджу господарством, яка включала внесення за посіву стартових добрив Квантум Діафан, 5-20-5 (25 кг/га) та Фітостарт Спринт, 6-24-6 (22 кг/га); післясходове обприскування гербіцидами у фазі ВВСН 02–05 — Айдахо (0,85 л/га), Сора-НЕТ (1,9 л/га), Старт (1 л/га), ВВСН 12–14 — Челендж (1,5 л/га); ВВСН 14 — Фюзілад Форте (0,6 л/га); позакореневе обприскування комплексом препаратів у фазі ВВСН 18–20 — фунгіцид Абакус (0,9 л/га), інсектицид Оперкот Акро (0,1 л/га), регулятор росту Тава (0,6 л/га), макро- та мікродобрива Новатор Бор (1 л/га) сульфат магнію (2,5 кг/га); позакореневе обприскування комплексом препаратів у фазі ВВСН 51–52 — фунгіцид Аканто Плюс (1 л/га), інсектицид Віарес (0,12) л/га, мікродобриво Новатор Бор (0,75 л/га); у фазі ВВСН 85–90 десикація Диквалан Макс (0,8 л/га).

Відбір проб та аналізування насіння сояшника на наявність патогенної мікрофлори проводили згідно з відомими загальноприйнятими методиками [21–23]. Визначення ендofітної мікофлори здійснювали біологічним методом, що ґрунтується на стимуляції росту і розвитку патогенних мікроорганізмів у насінні сояшника [21–23]. Мікроміцети ідентифікували методом виготовлення мікроскопічних препаратів, які досліджували за допомогою світлового мікроскопа.

Ідентифікацію фітопатогенних мікроміцетів вивчали за морфологічними ознаками завдяки відомим визначникам [24–27]. Латинські назви грибів узгоджено з Fungal Databases Nomenclature and Species Banks (URL: <https://www.mycobank.org>).

Частоту трапляння (A) видів патогенних мікроміцетів на насінні розраховували за формулою [28]:

$$A = B / C \cdot 100 ,$$

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

Для оцінки видового різноманіття мікроміцетів використовували методи порівняльної флористики — обчислювали частоту трапляння у відсотках, застосовуючи коефіцієнт Тюрінга [28].

Визначення якісних показників насіння сояшника проводилося у випробувальній службі Державного підприємства «Всеукраїнський державний наукововиробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів».

Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за допомогою статистичного та кореляційного методів математичної статистики з використанням програмних засобів Microsoft Excel. Результати обробля-

лися згідно з одностороннім ANOVA з подальшим тестом Тьюкі для оцінки значущості відмінностей між групами ($p < 0,05$). Аналіз робили у програмному середовищі R (версія 4.3.1).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Під час проведення мікологічної експертизи насіння сояшника за візуального огляду зразків у всіх варіантах було виявлено склероції, що свідчить про поширення фітопатогена *Sclerotinia sclerotiorum* у посівах сояшника. Це вказує на високий ризик інфекції цієї культури, що потребує уваги під час розробки заходів для контролю та зменшення впливу цього патогена на якість і врожайність насіння (рис. 1).

Подальші дослідження видового складу мікроміцетів, виділених із насіння сояшника в контрольних зразках (рис. 2) зафіксували домінування *Alternaria alternata* (80%) та *Alternaria helianthi* (75%) у контрольній групі. Значною частотою трапляння та патогенною активністю в цих зразках відзначилися *Phomopsis helianthi* (50%) та *Sclerotinia sclerotiorum* (25%). Інші гриби, такі як *Botrytis cinerea* (10%), *Stemphylium vesicarium* (10%), *Bipolaris bisepta* (15%), *Aspergillus flavus* (1) та *Curvularia aeria* (10%), мають меншу частоту трапляння, що може

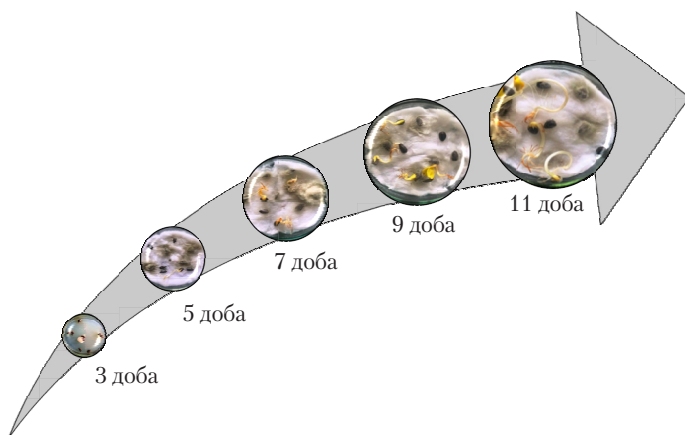


Рис. 1. Контамінація насіння *Helianthus annuus* L. мікроміцетами в контрольному варіанті

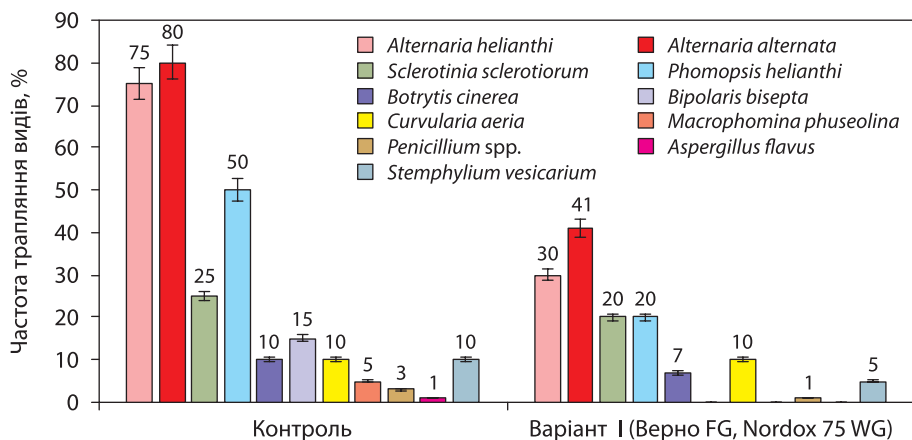


Рис. 2. Частота трапляння фітопатогенних мікроміцетів за впливу Верно FG та Nordox 75 WG

вказувати на несприятливі умови для розвитку мікроміцету в агроценозі.

Застосування препаратів Верно FG, Nordox 75 WG (варіант I) на насінні сояшника сприяло значному зниженню частоти трапляння мікроміцетів *A. helianthi* (до 40%, $p < 0,001$) та *A. alternata* (до 51%, $p < 0,001$), що свідчить про високу ефективність оксиду купруму у складі вищезгаданих препаратів як фунгіцидного агента, що перешкоджає проростанню спор і росту міцелію мікроміцету роду *Alternaria* spp.

Зниження частоти трапляння мікроміцетів *P. helianthi* та *S. sclerotiorum* до 20% ($p < 0,001$) вказує на ефективність препаратів Nordox 75 WG у поєднанні із Верно FG, які пригнічують проростання спор і ріст міцелію фітопатогена, але їх дія була недостатньою для повного контролю інфекційних структур.

Зменшення частоти трапляння мікроміцетів *B. cinerea* (до 7%), *Penicillium* spp. (до 1%), *Stemphylium vesicarium* (до 5%) ($p < 0,01$) зафіксували ефективність препарату Nordox 75 WG у поєднанні із Верно FG. Відмічено зникнення видів *B. bisepata*, *Curvularia aerea* та *A. flavus*, що підкреслює їхню високу чутливість до препаратів фунгіцидної дії (див. рис. 2).

Виявлено істотне зниження частоти трапляння фітопатогенних мікроміцетів у насінні сояшника за впливу контактного

фунгіциду Nordox 75 WG (варіант III), що становить від 1 до 15% (рис. 3).

Використання фунгіциду Nordox 75 WG сприяло значному зменшенню частоти трапляння фітопатогенних мікроміцетів порівняно з контрольним варіантом: *A. helianthi* від 75 до 7%, *P. helianthi* від 50 до 5%, *B. cinerea* від 40 до 7%, *A. alternata* від 80 до 15%, *B. bisepata* від 15 до 5%, *C. aerea* від 10 до 2%, *M. phaseolina* від 5 до 1%, *S. sclerotiorum* від 25 до 8%, *Penicillium* spp. від 3 до 1% та *S. vesicarium* — повне пригнічення розвитку. Отримані результати свідчать про високу ефективність контактного фунгіциду Nordox 75 WG у боротьбі з фітопатогенними мікроміцетами, що вказує на виражену фунгіцидну дію оксиду купруму, як складового елементу препарату.

Подібні результати були одержані за дослідження впливу суміші препаратів: Верно FG + Міра, РК + Nordox 75 WG, де частота трапляння видів коливалася від 1% до 35% (рис. 4).

Застосування даних препаратів зумовило ефективне зниження частоти трапляння мікроміцетів порівняно із контрольним варіантом: *A. alternata* — від 80 до 35%, *A. helianthi* від 75 до 7%, *S. sclerotiorum* — від 25 до 20%, *P. helianthi* — від 50 до 10%, *B. cinerea* — від 40 до 15%, *C. aerea* — від 10 до 5%, *Penicillium* spp. від 3 до 1%, *B. bisepata*, *M. phaseolina*, *S. vesicarium* не зустрічалися на на-

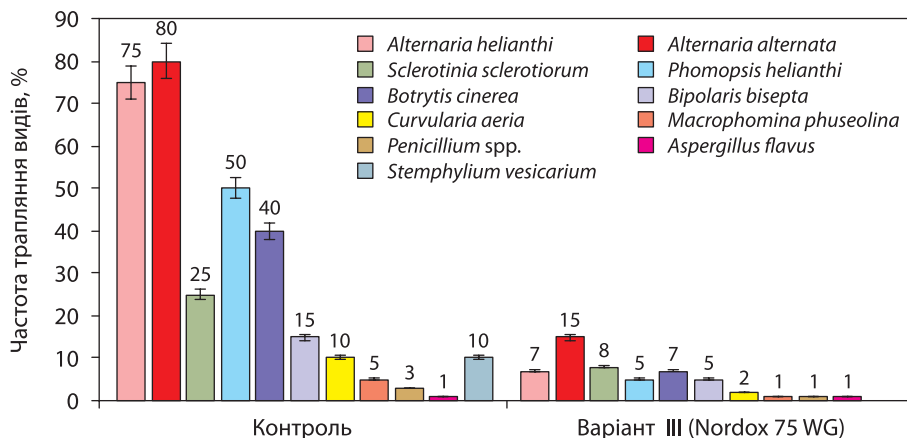


Рис. 3. Частота трапляння фітопатогенних мікроміцетів за впливу Nordox 75 WG (варіант III)

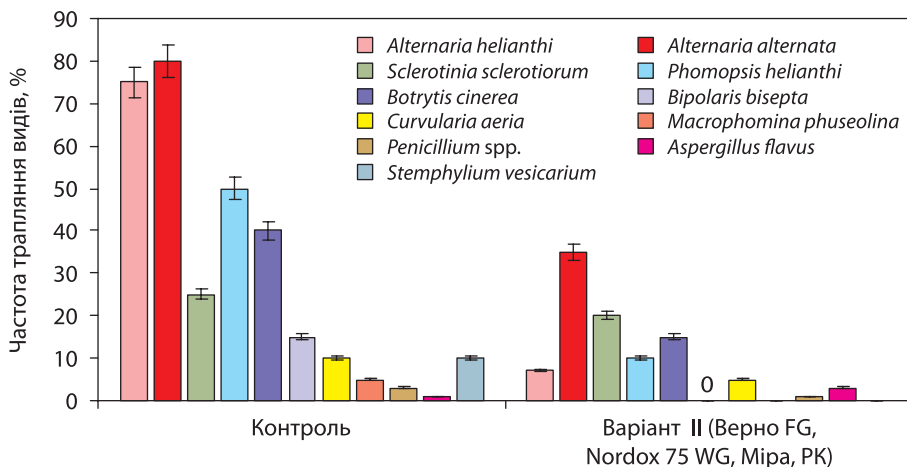


Рис. 4. Частота трапляння фітопатогенних мікроміцетів за впливу Верно FG + Міра, РК + Nordox 75 WG

сінні сояшника. Водночас частота трапляння сапрофітного мікроміцету *A. flavus* — зросла від 1 до 3%, що може свідчити про йой толерантність до препаратів.

Більшість мікроміцетів, виділених із зразків насіння сояшника, належать до широкоспеціалізованих фітопатогенів, здатних уражувати різні види рослин. Вони зберігаються у ґрунті та на рослинних рештках, що робить їх чинниками біологічного забруднення агрофітоценозів [24; 27; 28]. Контамінація сояшника дани-

ми мікроміцетами зумовлює недобір урожаю, значне зниження якості насіння, а також забруднення продукції небезпечними метаболітами, зокрема мікотоксинами.

З метою оцінки впливу агрохімічних препаратів на якість насіння сояшника, проведено дослідження за кількома варіантами обробки, що включали застосування різних комбінацій препаратів. Оцінка якості насіння здійснювалася за чотирма основними показниками: масова частка вологи, масова частка олії на суху речо-

Таблиця 2. Якісні показники насіння соняшника (*Helianthus annuus* L.)

Варіанти	Масова частка вологи, %	Масова частка олії у перерахунку на суху речовину, %	Кислотне число олії, мг КОН/г	Натура зерна, г/л
I	8,0 ± 0,1	52,0 ± 1,2	4,1 ± 0,2	434 ± 6
II	8,0 ± 0,1	52,6 ± 1,3	4,1 ± 0,2	445 ± 5
III	7,6 ± 0,2	52,4 ± 1,1	3,5 ± 0,4	440 ± 5
Контроль	9,2 ± 0,2	48,6 ± 1,4	5,2 ± 0,3	392 ± 7
Вимоги НД*	6,0–8,0	40–50	1,3–5,0	—

Примітка: * вимоги НД наведені згідно з [29].

вину, кислотне число олії та натура зерна (табл. 2).

За результатами вимірювань, масова частка вологи у насінні варіантів I, II та III знаходилась у межах 7,6–8,0%. У контрольному варіанті волога становила 9,2% ($p < 0,01$), що є вище допустимого рівня і може вказувати на недостатню дегідратацію насіння (як наслідок ураження *Alternaria* та *Phomopsis*) або неналежне зберігання. Така підвищена вологість у контрольному та інших варіантах створює сприятливі умови для розвитку пліснявих грибів, якот *Aspergillus flavus*, що підвищує ризик забруднення насіння фітопатогенними мікроорганізмами та зниження його якості.

Збільшення масової частки олії у варіантах I–III (52,0–52,6%) порівняно з контролем (48,6%, $p < 0,01$) свідчить про покращання фотосинтетичної активності рослин завдяки зменшенню ураження патогенами. Препарати фунгіцидної дії Nordox 75 WG та Верно FG ефективно контролюють патогени, що викликають плямистість листків (*Alternaria* spp.) та стеблові гнилі (*Phomopsis helianthi*), тим самим поліпшуючи фотосинтетичну активність і накопичення ліпідів у насінні. Найвищий показник у варіанті II (52,6%, $p < 0,01$) може бути пов'язаний з оптимальним балансом між фунгіцидним захистом і стимуляцією фізіологічних процесів рослини біологічним препаратом Міра РК.

Кислотне число є ключовим показником якості олії, оскільки відображає вміст вільних жирних кислот, що утворюються внаслідок гідролізу та окислення ліпідів. У варіанті III кислотне число (3,5 мг КОН/г)

було найнижчим, що відповідає 2-му класу якості та зумовлює високу придатність олії для переробки. Варіанти I та II (4,1 мг КОН/г) також відповідають нормам, але потребують рафінування для харчового використання. У контролі кислотне число (5,2 мг КОН/г) перевищує допустимий рівень, що може бути пов'язано з ураженням насіння грибами.

Натура зерна відображає щільність і якість насіння, впливаючи на його придатність до переробки. Найвищий показник у варіанті II (445 г/л) вказує на кращу наповненість насіння, що може бути результатом дворазового обприскування рістрегулятором Міра РК. Варіанти I та III (434 та 440 г/л) також перевищують контроль (392 г/л), що підтверджує позитивний вплив комплексу препаратів на формування насіння. Низький показник у контролі, ймовірно, пов'язаний із ураженням патогенами, що призвело до порушення розвитку насіння.

Найбільшу врожайність отримано у варіанті II (3,98 т/га) із внесенням фунгіцидів та рістрегулятора, що забезпечило тривалий захист від фітопатогенів, зокрема *Alternaria* spp. та *Phomopsis helianthi*, які значно знижують урожайність через хворобу листків та стебел. Зростання врожайності на 0,59 т/га порівняно з контролем (3,39 т/га) зафіксувало економічну доцільність використання комбінації Nordox 75 WG, Міра РК та Верно FG.

Хоча комбінація фунгіцидів показала високу ефективність, варто враховувати екологічні ризики, зокрема накопичення купруму в ґрунті від Nordox 75 WG, що

може пригнічувати корисні мікроорганізми.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження комбінації препаратів Nordox 75 WG, Верно FG та Міра РК виявило їхній значний вплив на фітосанітарний стан, якісні показники насіння *Helianthus annuus* L. та врожайність. Застосування препаратів істотно знизило частоту трапляння фітопатогенних мікроміцетів: *Alternaria helianthi*, *Alternaria alternata* та *Phomopsis helianthi*, що свідчить про високу фунгіцидну дію оксиду купруму, як складового елементу препарату Nordox 75 WG, що істотно пригнічує поширення мікроміцетів в агроценозах. Мікроміцети *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea* показали меншу чутливість до дії препаратів, проте встановлено повне пригнічення видів *Bipolaris bisepata*, *Aspergillus flavus*, *Stemphylium vesicarium*. Отже, досліджена комбінація препаратів є перспективним засобом у боротьбі з фітопатогенами та може бути рекомендована для використання у

виробничих умовах із метою оптимізації захисту соняшника.

Якісні показники насіння покращилися: масова частка вологи у варіантах I–III знизилася до 7,6–8,0% (контроль — 9,2%), що відповідає ДСТУ 7011:2009 (6,0–8,0%) і зменшує ризик розвитку пліснявих грибів. Масова частка олії зросла до 52,0–52,6% (контроль — 48,6%), що перевищує норму (40–50%), завдяки зниженню ураження патогенами, які зменшують фотосинтез (*Alternaria*, *Phomopsis*). Кислотне число знизилося до 3,5–4,1 мг КОН/г (контроль — 5,2 мг КОН/г), що відповідає 2-му класу якості, а у варіанті III (3,5 мг КОН/г) олія придатна для переробки без інтенсивного рафінування. Натура зерна у варіантах I–III (434–445 г/л) перевищила контроль (392 г/л), що вказує на кращу наповненість насіння. Врожайність у варіанті II досягла 3,98 т/га (контроль — 3,39 т/га), що підтверджує економічну доцільність дворового обприскування посівів комплексу препаратів із обов'язковим внесенням рістрегулятора біологічного походження.

ЛІТЕРАТУРА

1. Afzal, R. S., Mughal, S. M., & Munir, M. (2010). Mycoflora associated with seeds of different sunflower cultivars and its management. *Pakistan Journal of Botany*, 42, 435–445.
2. АПК-Інформ. (n.d.). [Назва конкретної новини, якщо доступна]. URL: <https://www.apk-inform.com/uk/news/1541999>.
3. United States Department of Agriculture. (n.d.). [Назва конкретного звіту чи даних, якщо доступна]. URL: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads?tabName=%20default%20>.
4. Україна збільшила експорт соняшникової олії до максимуму за останні два роки. (2024, January 3). URL: <https://forbes.ua/news/ukraine-zbilshila-eksport-sonyashnikovoii-olii-do-maksimumu-za-ostanni-dva-roki-03012024-18297>.
5. Талавира, М. П., Полюхович, В. С., & Ващенко, І. В. (2021). Розвиток олієжирової галузі як стратегічно важливої для розвитку економіки України. *Геополітика України: історія і сучасність*, 1(26), 113–126. DOI: [https://doi.org/10.24144/2078-1431.2021.1\(26\)](https://doi.org/10.24144/2078-1431.2021.1(26)).
6. Матусевич, Г. Д., Кічігіна, О. О., Смутьська, І. В., & Шацман, Д. О. (2024). Урожайність та якість насіння гібриду соняшника НК Конді за різних технологій вирощування. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*, 1(11), 107–144. DOI: <https://doi.org/10.54651/agri.2024.01.13>.
7. Мостов'як, І. І. (2020). Інтегрована система захисту рослин у формуванні збалансованих агро-екосистем. *Збалансоване природокористування*, 1, 77–86. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2020.203932>.
8. Жуйков, О. Г., & Бурдюг, О. О. (2020). Фітосанітарний стан та продуктивність гібридів соняшнику за різних рівнів біологізації технології вирощування. *Аграрні інновації*, 3, 26–32. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.3.5>.
9. Дем'яненко, Т. Т., Краснокутська, Ю. В., & Погорьчук, З. І. (2017). Ембелізія соняшника (*Embelisia helianthi* (Hansf.) Pidopl) в Україні. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*, 24, 68–76.
10. Мостов'як, І. І. (2019). Екологічна парадигма інтегрованого захисту рослин. *Карантин і захист рослин*, 5–6, 12–16. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2019.5-6.12-16>.
11. Русан, В. М., Жураковська, Л. А., & Жаліло, Я. А. (2024). *Перспективи розвитку аграрного сектора України в умовах кліматичних змін: аналітична доповідь* (Я. А. Жаліло, ред.). НІСД. DOI: <https://doi.org/10.53679/NISS-analytrep.2024.09>.
12. Шовкова, О. (2022). Вплив змін клімату на роз-

- виток рослинництва в Україні. У І. Серова, Л. Талюта (Ред.), *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти* (рр. 79–83). Київ: Науково-методичний центр ВФПО.
13. Тимошук, Т. М., Котельницька, Г. М., Курцова, С. В., & Рибак, Н. Р. (2022). Урожайність насіння соняшнику залежно від застосування фунгіцидів. У О. В. Романов, І. В. Забродіна, С. В. Станкевич, Л. Мешкова, І. П. Леженіна, В. П. Туренко (Ред.), *Захист і карантин рослин у XXI столітті: проблеми і перспективи* (рр. 205–208). Харків: Державний біотехнологічний університет.
 14. Дерменко, О. П. (2017). *Хвороби соняшника: рекомендації щодо діагностики та заходів захисту*. НУБіП. Retrieved March 4, 2025. URL: <https://www.slideshare.net/agromedicina/darmenkoleg>.
 15. Туровнік, Ю. А., Парфенюк, А. І., Безноска, І. В., & Мосійчук, І. І. (2023). Формування фітопатогенного мікобіому насіння гібридів соняшнику в умовах Центрального Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*, 2, 93–102. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2023.282746>.
 16. Деменко, В. М., Голінач, О. Л., & Власенко, В. А. (2019). Фітосанітарний стан посівів соняшнику в умовах Північно-Східного Лісостепу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*, 4(38), 1–7. DOI: <https://doi.org/10.32845/agrobio.2019.4.1>.
 17. Вплив шкідників і хвороб на олійність соняшнику. (n.d.). URL: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/30390-vplyv-shkidnykiv-i-khvorob-na-oliinist-soniashnyku.html>.
 18. Haidar, R., Fermaud, M., Calvo-Garrido, C., Routet, J., & Deschamps, A. (2016). Modes of action for biological control of *Botrytis cinerea* by antagonistic bacteria. *Phytopathologia Mediterranea*, 55(3), 13–34. DOI: https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-18079.
 19. Abdollahzadeh, J., Mohammadi Goltapeh, E., & Rouhani, H. (2006). Biological Control of Sclerotinia Stem Rot (*S. minor*) of Sunflower Using *Trichoderma* Species. *Plant Pathology Journal*, 5, 2, 228–232. DOI: <https://doi.org/10.3923/ppj.2006.228.232>.
 20. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2024 р. (2024, May 29). URL: <https://data.gov.ua/dataset/389ddb5a-ac73-44bb-9252-f899e4a97588>.
 21. *International rules for seed testing 2024: Chapter 7. International Seed Testing Association*. DOI: <https://doi.org/10.15258/istarules.2023.07>.
 22. ДСТУ 4138:2002. Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. (2002). Держспоживстандарт України.
 23. ДСТУ 4180:2003. Карантин рослин. Методи мікробіологічної експертизи під карантинних матеріалів. (2003). Держспоживстандарт України.
 24. Watanabe, T. (2010). *Pictorial atlas of soil and seed fungi: Morphologies of cultured fungi and key to species* (3rd ed.). CRC Press. DOI: <https://doi.org/10.1201/EBK1439804193>.
 25. Ellis, M. B. (2001). *More dematiaceous hyphomycetes*. CAB International.
 26. Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2009). *Fungi and food spoilage*. Springer.
 27. Minter, D. W., & Dudka, I. (Eds.). (1996). *Fungi of Ukraine: A preliminary checklist*. CAB International.
 28. Леонтьев, Д. В. (2007). *Флористичний аналіз у мікології*. Вид. група «Основа».
 29. ДСТУ 7011:2009. Соняшник. Технічні умови. (2009). Держспоживстандарт України.

Стаття надійшла до редакції журналу 04.01.2025